

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERIA**



**TECNOLOGÍAS ASISTIDAS COGNITIVAS UBICUAS PARA ASISTIR  
LOS PROBLEMAS DE ATENCIÓN Y MANIERISMOS DE NIÑOS CON  
AUTISMO EN TERAPIAS SUPERVISADAS Y NO SUPERVISADAS**

**TESIS**

**que para cubrir parcialmente los requisitos para obtener el grado de  
DOCTOR EN CIENCIAS**

**Presenta:**

**LIZBETH OLIVIA ESCOBEDO BRAVO**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Mónica Elizabeth Tentori Espinosa**

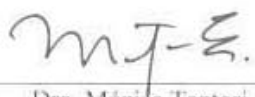
**Ensenada, B.C**

**Marzo 2014**

TESIS DEFENDIDA POR

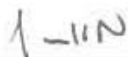
**Lizbeth Olivia Escobedo Bravo**

Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ



---

Dra. Mónica Tentori  
*Directora del comité*



---

Dr. Jesús Favela Vara  
*Miembro del comité*



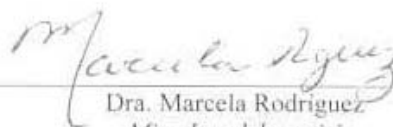
---

Dra. Ana I. Martínez García  
*Miembro del comité*



---

Dr. Alberto L. Morán y Solares  
*Miembro del comité*



---

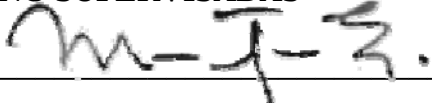
Dra. Marcela Rodríguez  
*Miembro del comité*

Marzo de 2014

**RESUMEN** de la tesis de Lizbeth Olivia Escobedo Bravo, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de DOCTOR EN CIENCIAS. Ensenada, Baja California, México. Marzo de 2014.

**TECNOLOGÍAS ASISTIDAS COGNITIVAS UBICUAS PARA ASISTIR LOS  
PROBLEMAS DE ATENCIÓN Y MANIERISMOS DE NIÑOS CON AUTISMO EN  
TERAPIAS SUPERVISADAS Y NO SUPERVISADAS**

Resumen aprobado por:



Dr. Mónica Elizabeth Tentori Espinosa

Director de Tesis

El autismo es una discapacidad permanente del desarrollo que se manifiesta en los tres primeros años de edad y se deriva de un trastorno neurológico que afecta al funcionamiento del cerebro, se caracteriza por deficiencias en atención, procesamiento de información y memoria. Lo anterior impacta con problemas en la interacción social, el lenguaje, patrones de comportamientos restringidos y repetitivos, y cognitivos.

Los problemas de atención en los niños con autismo son uno de los déficits básicos y más problemáticos, ya que también afectan el procesamiento de la información. Entre los problemas que deriva la falta de atención y problemas de manierismos de los niños con autismo está el que se dificulten las interacciones sociales y mantenerlos en terapias que se diseñan para su desarrollo. Con el fin de mejorar su atención y problemas de manierismos, se utilizan terapias cognitivas las cuales incluyen desde el entrenamiento de habilidades sociales hasta la monitorización y análisis de comportamiento. En terapias cognitivas si no se cuenta con la atención de la persona que está en la terapia entonces no se puede conseguir el efecto que se desea. Durante estas terapias cognitivas frecuentemente los niños con autismo pierden la atención ya que por la naturaleza repetitiva y de larga duración de la terapia, los niños con autismo se aburren y dejan de estar atentos.

Una de las estrategias para apoyar a los niños con autismo ante este problema es utilizando Tecnologías Asistidas Cognitivas (TACs). Las TACs ayudan a personas con discapacidades cognitivas a aumentar y asistir los procesos cognitivos como atención, memoria, navegación, reconocimiento de emociones, procesamiento de información, planeación y secuencia de actividades. En aspectos relacionados con problemas de atención y manierismos de niños con autismo, las TACs se han enfocado en mejorar los problemas de atención principalmente cuando se practican habilidades sociales. Por ejemplo practicando en ambientes virtuales, utilizando robots, o para establecer contacto visual tratando de dirigir la mirada

del niño con autismo. La revisión de la literatura también indica que las TACs ubicuas son más apropiadas para apoyar a los niños con autismo, ya que podrían proporcionar soporte en “cualquier lugar” y en “cualquier momento”. Los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo podrían acentuarse más cuando no se cuenta con la supervisión de algún maestro, y las estrategias que se utilizan también pueden obstaculizar el desarrollo del niño con autismo. En este sentido hacen falta trabajos que exploren el uso de TACs ubicuas en situaciones no supervisadas. Adicionalmente hacen falta trabajos de evaluación que aporten evidencia de la eficacia de las TACs para mejorar las estrategias actuales que se utilizan en las terapias cognitivas para apoyar los problemas de atención y manierismos de niños con autismo tanto en situaciones supervisadas como no supervisadas.

Para explorar el espacio de diseño y mostrar evidencia de la eficacia de las TACs para asistir los problemas de atención y manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas, en esta tesis se realizaron dos estudios formativos. Como resultado de los estudios formativos se obtuvieron ideas de diseño que ayudaron a construir dos prototipos de TACs ubicuas para apoyar a los niños con autismo con sus problemas de atención y manierismo en una situación supervisada (*e.g.*, MOBIS) y otro en una no supervisada (*e.g.*, MOSOCO). Se evaluaron las dos TACs en sitio. Los resultados de las evaluaciones indican que las TACs ubicuas mejoran la atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas para identificar objetos (*e.g.*, situación supervisada) y para interactuar socialmente (*e.g.*, situación no supervisada). Adicionalmente los resultados también indican que las implicaciones de diseño obtenidas en los estudios formativos son adecuadas para diseñar e implementar TACs ubicuas que mejoren los problemas de atención y manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.

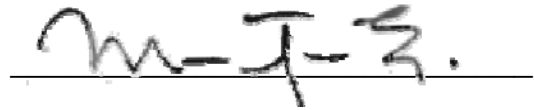
**Palabras Clave:** Tecnologías asistidas cognitivas, cómputo ubicuo, atención, autismo.



**ABSTRACT** of the thesis presented by Lizbeth Olivia Escobedo Bravo presented as a partial requisite for earning the DOCTOR OF SCIENCE degree. Ensenada, Baja California, México. March 2014

**UBIQUITOUS COGNITIVE ASSISTIVE TECHNOLOGIES TO SUPPORT THE  
ATTENTION AND MANNERISMS PROBLEMS OF CHILDREN WITH AUTISM IN  
BOTH SUPERVISED AND UNSUPERVISED THERAPIES**

Abstract approved by:



Dr. Mónica Elizabeth Tentori Espinosa

Director de Tesis

Autism is a developmental disability that manifests itself during the first three years and is derived from a neurological disorder that affects the functioning of the brain. Autism is characterized by deficits in attention, information processing and memory. These, generate problems in social interaction, language, restricted and repetitive patterns of behavior, and cognitive.

Attention problems in children with autism are one of the basic and most problematic deficits, because also affect the information processing. Among the problems derived by the lack of attention and mannerisms of children with autism are poor/few social interactions and the engagement of children with autism in therapies that are designed for their development. In order to enhance attention and mannerisms problems, teachers use cognitive therapies which include training in social skills and monitoring and analysis of behavior. In cognitive therapies, if the teacher does not have the attention of the person in therapy then we cannot achieve the desired effect. During these cognitive therapies children with autism often lose attention due to the repetitive and long-term nature of the therapy, children with autism are bored and cease to be engaged.

A strategy to support children with autism in their mannerisms and attention problems is using Cognitive assistive technologies (CATs). CATs help to cognitive disable people to assist and augment cognitive processes like attention, memory, navigation, emotion recognition, information processing, planning and sequencing of activities. Among the attention problems and mannerisms of children with autism, the CATs have focused on improving attention problems especially when they practice social skills. For example practicing in virtual environments or using robots, or using eye tracking. The literature review also indicates that ubiquitous CATs are more appropriate to support children with autism, as they could provide support "anywhere" and "anytime". Attention problems and mannerisms of children with autism may become more pronounced when there is no supervision of a teacher, and the strategies used may also

hamper the development of children with autism. In this sense there is the need to explore the use of ubiquitous CATs in unsupervised situations. Also further evaluations are needed to provide evidence of the effectiveness of CATs to improve current strategies used in cognitive therapies to support mannerisms and attention problems of children with autism both supervised and unsupervised situations.

To explore the design space and to provide evidence of the effectiveness of CATs to assist the mannerisms and attention problems of children with autism in cognitive therapies, in this thesis I conducted two formative studies. As a result of the formative studies I have found design ideas that helped to build two prototypes of ubiquitous CATs to support children with autism with their attention and mannerism problems in a supervised situation (*e.g.*, MOBIS) and another in an unsupervised situation (*e.g.*, MOSOCO). The two CATs were evaluated on site. The evaluation results indicate that the ubiquitous CATs improve attention problems and mannerisms in children with autism in cognitive therapies to identify objects (*e.g.*, supervised situation) and to interact socially (*e.g.*, unsupervised situation). Additionally, the results also indicate that the design implications obtained in formative studies are adequate to design and implement ubiquitous CATs to help with attention problems and mannerisms of children with autism in cognitive therapies supervised and unsupervised.

**Keywords:** Cognitive assistive technologies, ubiquitous computing, attention, autism.

## **Dedicatoria**

*A Dios,  
por ser mi fortaleza*

*A Omar y Daniel,  
por su amor que me inspira a seguir adelante,  
y por ser mi motivación*

## Agradecimientos

A la Dra. Mónica Tentori,  
por invitarme a hacer el doctorado, por su paciencia, consejos y apoyo que me ha brindado.

A los miembros de mi comité de tesis,  
Dr. Jesús Favela, Dra. Marcela D. Rodríguez, Dra. Ana I. Martínez García, y el Dr. Alberto  
Morán y Solares, por sus aportaciones a favor a este trabajo.

A la UABC,  
por el apoyo y preparación que me brindaron

A mi familia, gracias por su amor y por siempre estar cuando lo necesito. Y por cuidar a Daniel.

A Cathy, Claudia, Daniel, Alex, Karina, Rodrigo, Ray, y todo el grupo, por colaborar y por ser  
mis ojos y manos en Ensenada.

A Pasitos A. C., sus estudiantes y padres de familia, por proporcionarnos información valiosa  
para esta investigación.

A los miembros de STAR group de UCI, Irvine, por el apoyo para la realización de este trabajo  
de investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada para realizar mis estudios de  
doctorado.

# TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                          |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Resumen en español.....</b>                                                           | <b>iii</b>  |
| <b>Resumen en ingles.....</b>                                                            | <b>v</b>    |
| <b>Dedicatoria.....</b>                                                                  | <b>vii</b>  |
| <b>Agradecimientos.....</b>                                                              | <b>viii</b> |
| <b>Tabla de contenido.....</b>                                                           | <b>ix</b>   |
| <b>Lista de Figuras.....</b>                                                             | <b>xvi</b>  |
| <b>Lista de Tablas.....</b>                                                              | <b>xx</b>   |
| <b>CAPITULO 1. Introducción y Motivación.....</b>                                        | <b>1</b>    |
| 1.1.    Autismo.....                                                                     | 1           |
| 1.1.1.    Atención y Manierismos.....                                                    | 3           |
| 1.1.2.    Terapias cognitivas y estrategias para mejorar la atención y manierismos.....  | 4           |
| 1.2.    Tecnologías asistidas cognitivas (TACs) en apoyo a los problemas de atención...6 |             |
| 1.2.1.    TACs.....                                                                      | 7           |
| 1.2.2.    TACs en autismo.....                                                           | 8           |
| 1.3.    Planteamiento del problema.....                                                  | 8           |
| 1.4.    Preguntas de Investigación.....                                                  | 9           |
| 1.5.    Objetivos generales y específicos.....                                           | 10          |
| 1.5.1.    Objetivo General.....                                                          | 10          |
| 1.5.2.    Objetivos Específicos.....                                                     | 10          |
| 1.6.    Metodología.....                                                                 | 10          |
| 1.7.    Contribuciones.....                                                              | 14          |
| 1.8.    Contenido de la tesis .....                                                      | 15          |
| <b>CAPITULO 2. Trabajo relacionado en Tecnologías Asistidas Cognitivas.....</b>          | <b>17</b>   |
| 2.1.    TACs en apoyo al proceso cognitivo de atención.....                              | 17          |
| 2.1.1.    TACs en apoyo a áreas del cuerpo paralizadas.....                              | 17          |
| 2.1.2.    TACs como pistas de contenido libre.....                                       | 17          |
| 2.1.3.    TACs de soporte paso a paso.....                                               | 21          |
| 2.2.    Clasificación de TACs en apoyo a autismo.....                                    | 22          |

|        |                                                                                                                                                                        |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1. | De acuerdo a los beneficios que la TAC aporta según los principales problemas que caracterizan al autismo.....                                                         | 23 |
| 2.2.2. | De acuerdo al proceso cognitivo que apoyan.....                                                                                                                        | 30 |
| 2.2.3. | De acuerdo a su uso supervisado y no supervisado.....                                                                                                                  | 32 |
| 2.3.   | Oportunidades para el desarrollo de TACs que proporcionan soporte al proceso cognitivo de atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo..... | 34 |
| 2.4.   | Resumen.....                                                                                                                                                           | 35 |

### **CAPITULO 3. MOBIS: Un sistema ubicuo que proporciona soporte a niños con autismo para identificar objetos en una terapia supervisada.....36**

|            |                                                                                                                                               |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.       | Entendiendo las terapias cognitivas para apoyar a los niños con autismo con sus problemas de identificación de objetos.....                   | 36 |
| 3.1.1.     | Metodología.....                                                                                                                              | 36 |
| 3.1.1.1.   | Característica de los informantes.....                                                                                                        | 37 |
| 3.1.1.2.   | Recolección de datos.....                                                                                                                     | 41 |
| 3.1.1.3.   | Análisis de datos.....                                                                                                                        | 42 |
| 3.1.2.     | Resultados.....                                                                                                                               | 42 |
| 3.1.2.1.   | Terapia cognitiva de discriminación de objetos.....                                                                                           | 42 |
| 3.1.2.2.   | Problemas y estrategias durante la terapia cognitiva de discriminación de objetos.....                                                        | 43 |
| 3.1.2.2.1. | Movimientos estereotipados.....                                                                                                               | 43 |
| 3.1.2.2.2. | Atención durante la terapia.....                                                                                                              | 44 |
| 3.1.2.2.3. | Sugerencias cognitivas de apoyo.....                                                                                                          | 47 |
| 3.1.2.2.4. | Motivar el desempeño del estudiante durante la terapia.....                                                                                   | 48 |
| 3.2.       | Diseño participativo, escenarios y bocetos.....                                                                                               | 49 |
| 3.2.1.     | Escenario 1: Configurando niveles individuales de sugerencias cognitivas y reforzadores .....                                                 | 51 |
| 3.2.2.     | Escenario 2: Utilizando objetos reales con soporte aumentado, y proporcionando guías del estado y progreso en la terapia.....                 | 52 |
| 3.3.       | Ideas de diseño de TACs ubicuas en apoyo a la atención de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas para identificar objetos..... | 53 |
| 3.3.1.     | Personalización inteligente.....                                                                                                              | 54 |
| 3.3.2.     | Sugerencias cognitivas y reforzadores.....                                                                                                    | 54 |

|          |                                                                         |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.3.   | Etiquetando y “superponiendo” información sobre objetos físicos reales. | 54 |
| 3.4.     | Diseño e implementación de MOBIS.                                       | 55 |
| 3.4.1.   | Descripción de MOBIS.                                                   | 57 |
| 3.4.2.   | Escenario de uso.                                                       | 58 |
| 3.4.3.   | Arquitectura de MOBIS.                                                  | 58 |
| 3.4.3.1. | Administrador de Etiquetas.                                             | 59 |
| 3.4.3.2. | Administrador de Terapias.                                              | 60 |
| 3.4.3.3. | Sistema de Notificaciones Ambientales (ANS).                            | 60 |
| 3.5.     | Resumen.                                                                | 61 |

## **CAPITULO 4. Evaluando el uso de TACs ubicuas en terapias supervisadas de niños con autismo.....62**

|          |                                                                                                              |    |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.     | Metodología de Evaluación.                                                                                   | 62 |
| 4.1.1.   | Diseño del estudio sumativo.                                                                                 | 62 |
| 4.1.1.1. | Aspectos de ética.                                                                                           | 62 |
| 4.1.1.2. | Características de los participantes del estudio.                                                            | 63 |
| 4.1.1.3. | Objetivos de la evaluación.                                                                                  | 65 |
| 4.1.2.   | Fases de la evaluación.                                                                                      | 65 |
| 4.1.3.   | Métodos.                                                                                                     | 66 |
| 4.1.3.1. | Recolección de datos.                                                                                        | 67 |
| 4.1.3.2. | Análisis de datos.                                                                                           | 67 |
| 4.2.     | Resultados: Impactando la atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas. | 69 |
| 4.2.1.   | Uso y Adopción.                                                                                              | 69 |
| 4.2.2.   | Impacto en Atención.                                                                                         | 70 |
| 4.2.2.1. | Atención Sostenida.                                                                                          | 72 |
| 4.2.3.   | Movimientos estereotipados.                                                                                  | 76 |
| 4.2.4.   | Otros Resultados.                                                                                            | 77 |
| 4.2.4.1. | Sugerencias cognitivas.                                                                                      | 77 |
| 4.2.4.2. | Emociones.                                                                                                   | 78 |
| 4.3.     | Discusión.                                                                                                   | 79 |
| 4.4.     | Resumen.                                                                                                     | 81 |

## **CAPITULO 5. MOSOCO: Un sistema ubicuo que proporciona soporte a niños con autismo para interactuar socialmente en situaciones donde no hay un supervisor.....83**

|            |                                                                                                                              |     |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1.       | Entendiendo los problemas de atención en las interacciones sociales de niños con autismo en situaciones no supervisadas..... | 83  |
| 5.1.1.     | Metodología.....                                                                                                             | 83  |
| 5.1.1.1.   | Características de los informantes.....                                                                                      | 84  |
| 5.1.1.2.   | Recolección de datos.....                                                                                                    | 85  |
| 5.1.1.3.   | Análisis de datos.....                                                                                                       | 86  |
| 5.1.2.     | Resultados.....                                                                                                              | 86  |
| 5.1.2.1.   | Terapia Social Compass.....                                                                                                  | 86  |
| 5.1.2.2.   | Problemas de los niños con autismo durante las interacciones sociales no supervisadas.....                                   | 89  |
| 5.1.2.2.1. | Problemas de atención durante las interacciones sociales y encuentros.....                                                   | 89  |
| 5.1.2.2.2. | Interacción inmediata.....                                                                                                   | 91  |
| 5.1.2.2.3. | Problemas de movimientos estereotipados en interacciones sociales.....                                                       | 94  |
| 5.2.       | Diseñando para mejorar la atención en interacciones sociales de niños con autismo.....                                       | 95  |
| 5.2.1.     | Escenarios de interacción.....                                                                                               | 96  |
| 5.2.1.1.   | Escenario 1: Interacción inmediata para mejorar la atención y promover interacciones proactivas y encuentros.....            | 96  |
| 5.2.1.2.   | Escenario 2: Detectando y evitando errores sociales.....                                                                     | 97  |
| 5.2.2.     | Ideas de diseño de TACs ubicuas en apoyo a los problemas de atención de de niños con autismo al interactuar socialmente..... | 97  |
| 5.2.2.1.   | Detectando proximidad de actividad y relación social.....                                                                    | 98  |
| 5.2.2.2.   | Historias con soporte visual y pistas sociales, interactivas y “superpuestas” .....                                          | 98  |
| 5.2.2.3.   | Proporcionando consciencia ante los errores sociales....                                                                     | 100 |
| 5.3.       | Diseño e implementación de MOSOCO.....                                                                                       | 100 |
| 5.3.1.     | Descripción de MOSOCO.....                                                                                                   | 101 |
| 5.3.2.     | Escenario de uso.....                                                                                                        | 104 |
| 5.3.3.     | Arquitectura de MOSOCO.....                                                                                                  | 107 |



|          |                           |     |
|----------|---------------------------|-----|
| 5.3.3.1. | Administrador de IVS..... | 107 |
| 5.3.3.2. | Cliente MOSOCO.....       | 108 |
| 5.4.     | Resumen.....              | 108 |

## **CAPITULO 6. Evaluando el uso de TACs ubicuas en terapias de niños con autismo en situaciones no supervisadas.....110**

|          |                                                                             |     |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1.     | Metodología de Evaluación.....                                              | 110 |
| 6.1.1.   | Diseño del estudio.....                                                     | 110 |
| 6.1.1.1. | Características de los participantes del estudio.....                       | 111 |
| 6.1.1.2. | Aspectos de ética. ....                                                     | 112 |
| 6.1.1.3. | Objetivos de la evaluación.....                                             | 112 |
| 6.1.2.   | Fases de la evaluación.....                                                 | 113 |
| 6.1.3.   | Métodos.....                                                                | 114 |
| 6.1.3.1. | Recolección de datos.....                                                   | 114 |
| 6.1.3.2. | Análisis de datos.....                                                      | 115 |
| 6.2.     | Resultados: Impacto en las interacciones sociales de niños con autismo..... | 117 |
| 6.2.1.   | Uso y Adopción.....                                                         | 117 |
| 6.2.2.   | Atención en las interacciones.....                                          | 119 |
| 6.2.2.1. | Interacciones sostenidas.....                                               | 120 |
| 6.2.3.   | Impacto en los movimientos estereotipados.....                              | 124 |
| 6.2.4.   | Otros Resultados.....                                                       | 125 |
| 6.2.4.1. | Apoyo con errores sociales.....                                             | 126 |
| 6.2.4.2. | Aprendizaje y confianza.....                                                | 127 |
| 6.3.     | Discusión.....                                                              | 128 |
| 6.4.     | Resumen.....                                                                | 130 |

## **CAPITULO 7. Discusión, conclusiones y trabajo a futuro**

|          |                                                                                                                                   |     |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1.     | Discusión.....                                                                                                                    | 132 |
| 7.1.1.   | Implicaciones de diseño para desarrollar TACs ubicuas que apoyen la atención y problemas de manierismos de niños con autismo..... | 132 |
| 7.1.1.1. | Personalización inteligente.....                                                                                                  | 132 |
| 7.1.1.2. | Etiquetar y “superponer” información.....                                                                                         | 133 |
| 7.1.1.3. | Sugerencias cognitivas y reforzadores.....                                                                                        | 134 |

|          |                                                                                                                                                                                                            |     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1.1.4. | Detectar proximidad de actividad y relación social.....                                                                                                                                                    | 135 |
| 7.1.1.5. | Proporcionar consciencia del desempeño.....                                                                                                                                                                | 136 |
| 7.1.2.   | Apoyando la percepción visual.....                                                                                                                                                                         | 137 |
| 7.1.3.   | Nuevas experiencias de uso.....                                                                                                                                                                            | 138 |
| 7.1.4.   | Limitaciones.....                                                                                                                                                                                          | 139 |
| 7.2.     | Contribuciones.....                                                                                                                                                                                        | 141 |
| 7.2.1.   | Entender cómo las TACs ubicuas pueden brindar asistencia a los niños con autismo para mejorar sus problemas de atención y manierismos en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.....           | 141 |
| 7.2.2.   | Implicaciones de diseño y dos prototipos de TACs ubicuas para mejorar la atención y problemas de manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.....               | 141 |
| 7.2.3.   | Evidencia de que las TACs ubicuas brindan soporte ante los problemas de atención y manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas tanto en situaciones supervisadas como las no supervisadas..... | 142 |
| 7.2.4.   | Publicaciones realizadas.....                                                                                                                                                                              | 144 |
| 7.3.     | Trabajo a futuro.....                                                                                                                                                                                      | 145 |
| 7.3.1.   | TACs ubicuas para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de niños típicos.....                                                                                                                         | 146 |
| 7.3.2.   | Dispositivo adecuado para utilizar TACs ubicuas que brinden soporte en terapias cognitivas de niños con autismo.....                                                                                       | 146 |
| 7.3.3.   | Analizar el impacto en las maestras.....                                                                                                                                                                   | 149 |
| 7.4.     | Conclusiones.....                                                                                                                                                                                          | 150 |

## **APÉNDICE A. Materiales de los estudios contextuales e intervenciones.....152**

|      |                                                                                                                 |     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A.1. | Protocolo de entrevista estudio formativo del estudio contextual en Pasitos.....                                | 152 |
| A.2. | Protocolo de entrevista intervención del estudio contextual en Pasitos.....                                     | 154 |
| A.3. | Protocolo de entrevista estudio formativo del estudio contextual en escuelas primarias de California, USA. .... | 156 |
| A.4. | Protocolo de entrevista intervención del estudio contextual escuelas primarias de California, USA. ....         | 167 |

## **APÉNDICE B. Diseño participativo de los estudios contextuales.....171**

|      |                                                                                                             |     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| B.1. | Sesión de Diseño Participativo y Bocetos del estudio contextual en Pasitos.....                             | 171 |
| B.2. | Sesión de Diseño Participativo y Bocetos del estudio contextual escuelas primarias de California, USA. .... | 181 |

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>APÉNDICE C. MOBIS y MOSOCO hardware.....</b>                                   | <b>193</b> |
| C.1. MOBIS hardware.....                                                          | 193        |
| C.2. MOSOCO hardware.....                                                         | 193        |
| <b>APÉNDICE D. Confidencialidad de las intervenciones.....</b>                    | <b>195</b> |
| D.1. Intervención en Pasitos.....                                                 | 195        |
| D.2. Intervención en escuelas primarias de California, USA.....                   | 201        |
| <b>APÉNDICE E. Social Compass.....</b>                                            | <b>211</b> |
| E.1. Terapia de Social Compass.....                                               | 211        |
| <b>APÉNDICE F. Esquemas de codificación.....</b>                                  | <b>218</b> |
| F.1. Esquema de codificación estudio en Pasitos.....                              | 218        |
| F.2. Esquema de codificación estudio en escuelas primaras de California, USA..... | 224        |
| <b>REFERENCIAS.....</b>                                                           | <b>229</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Un niño con autismo en terapia cognitiva para identificar objetos utilizando PECS (izquierda). Un ejemplo de soporte visual y tarjetas del sistema PECS (derecha).....                          | 5  |
| Figura 2. Metodología de investigación.....                                                                                                                                                               | 11 |
| Figura 3. Route Mate mostrando una ruta y un plan de emergencia para la ruta.....                                                                                                                         | 19 |
| Figura 4. Dispositivo del proyecto Forgot-me-not mostrando recordatorios (izquierda); CyberMinder mostrando un recordatorio y su contexto (derecha) .....                                                 | 21 |
| Figura 5. TACs. PEAT agenda inteligente (izquierda); COACH Guías paso a paso en ambientes inteligentes (derecha). .....                                                                                   | 22 |
| Figura 6. El Robot Behavior (izquierda); Niños aprendiendo a soplar y ejercitando su vocalización (derecha). .....                                                                                        | 24 |
| Figura 7. Tres niños jugando con Topobo (izquierda); Cuatro estudiantes jugando SIDES en una sesión de prueba (derecha) .....                                                                             | 25 |
| Figura 8. Music, composiciones de música de forma colaborativa. ....                                                                                                                                      | 26 |
| Figura 9. Un niño con autismo interactuando con ECHOES. ....                                                                                                                                              | 27 |
| Figura 10. VidCoach de soporte para practicar una entrevista de trabajo. ....                                                                                                                             | 27 |
| Figura 11. Niño con autismo utilizando tecnología AAC.....                                                                                                                                                | 29 |
| Figura 12. La pantalla grande (izquierda) que controla la maestra al frente, y se sincroniza con las agendas de cada niño (derecha). ....                                                                 | 32 |
| Figura 13. Fotografías de las sesiones en Pasitos de terapias de discriminación/identificación de objetos. ....                                                                                           | 37 |
| Figura 14. Mapa de la clínica Pasitos al momento del estudio. ....                                                                                                                                        | 39 |
| Figura 15. Estudiante con autismo presentando problemas de movimientos estereotipados en una terapia cognitiva de discriminación de objetos. ....                                                         | 44 |
| Figura 16. Terapia de discriminación de objetos. Maestra registra ensayo (izquierda). Ernesto recibiendo ayuda física para entregar objeto (al centro). Ernesto entrega objeto incorrecto (derecha). .... | 47 |
| Figura 17. Maestra ofreciendo una recompensa verbal y física a un estudiante.....                                                                                                                         | 48 |
| Figura 18. Sesión de diseño participativo con las maestras de Pasitos.....                                                                                                                                | 50 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 19. Sesión de prueba de concepto utilizando escenarios y bocetos de baja fidelidad.....                                                                                                                                                                                                    | 50 |
| Figura 20. Escenario y boceto de baja fidelidad del escenario Configurando niveles de sugerencias cognitivas y reforzadores. Configurando los niveles y tipos de recompensas (izquierda). Configurando niveles de sugerencias cognitivas (derecha) .....                                          | 51 |
| Figura 21. Ejemplo de soporte visual utilizado en las terapias cognitivas de discriminación/identificación de objetos.....                                                                                                                                                                        | 52 |
| Figura 22. Escenario y boceto de baja fidelidad “Configurando el objeto de interés,... y proporcionando guías del estado y progreso en la terapia” . .....                                                                                                                                        | 53 |
| Figura 23. Escenario y boceto de baja fidelidad “Proporcionando guías del estado y progreso en la terapia” . .....                                                                                                                                                                                | 53 |
| Figura 24. Una maestra generando objetos de interés (1), una maestra monitoreando un ensayo (2), y un estudiante recibiendo sugerencias cognitivas y recompensas de MOBIS durante una terapia (3). .....                                                                                          | 56 |
| Figura 25. La arquitectura de MOBIS compuesta de tres subsistemas: el Administrador de Etiquetas que se ejecuta en una computadora personal de escritorio, el Administrador de Terapias que se ejecuta en una tableta android, y el ANS que se ejecuta en un teléfono inteligente android.. ..... | 59 |
| Figura 26. Participantes del estudio usando MOBIS durante el estudio de evaluación. Una maestra configurando la terapia (izquierda), y una estudiante usando MOBIS como un “visor” para identificar una jirafa en la pared (derecha). .....                                                       | 66 |
| Figura 27. Una estudiante realizando la terapia de discriminación/identificación de objetos siendo supervisada por su maestra. Sentada frente a la maestra (derecha), y de forma “móvil” descubriendo objetos en su ambiente (izquierda). .....                                                   | 70 |
| Figura 28. Distribución por estudiante comparando el tiempo promedio total de atención, antes, durante y después de usar MOBIS. ....                                                                                                                                                              | 71 |
| Figura 29. Distribución del tiempo de atención sostenida que Mario tuvo durante la terapia cognitiva en el transcurso de los días del estudio. ....                                                                                                                                               | 73 |
| Figura 30. Distribución del tiempo de atención sostenida que Rolando tuvo durante la terapia cognitiva en el transcurso de los días del estudio. ....                                                                                                                                             | 74 |
| Figura 31. Distribución del tiempo de atención sostenida que Noel tuvo durante la terapia cognitiva en el transcurso de los días del estudio. ....                                                                                                                                                | 75 |
| Figura 32. Tiempo promedio total por estudiante realizando movimientos estereotipados.....                                                                                                                                                                                                        | 76 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 33. Cantidad total de sugerencias cognitivas físicas que los estudiantes recibieron durante las tres fases de la intervención.....                                                                                                                                 | 78  |
| Figura 34. Distribución semanal comparando el tiempo promedio que los estudiantes tenían emociones positivas y negativas a lo largo de cada una de las semanas de la intervención.....                                                                                    | 79  |
| Figura 35. Niños con autismo durante sus recreos, parte del estudio contextual. Niño que no responde preguntas (izquierda), (b) Niño que camina alrededor del patio y con una maestra que lo sigue como sombra, y (c) Niño con autismo solo jugando en el columpio.,..... | 86  |
| Figura 36. Herramientas que se utilizan en la terapia de Social Compass, el compás como soporte visual de proximidad (izquierda), y la hoja de autoevaluación (derecha).....                                                                                              | 88  |
| Figura 37. Los niños durante un día de observación. (a) Tres niños con autismo en interacciones pasivas, (b) Niños con autismo en interacciones físicas, (c) Niños con autismo en una interacción verbal proactiva. ....                                                  | 91  |
| Figura 38. Sesiones de diseño participativo. Sesión maestros (izquierda), y sesión con estudiantes con autismo (derecha). ....                                                                                                                                            | 95  |
| Figura 39. El prototipo de la TAC ubicua. (a) Un niño con autismo atento utilizando el sistema para detectar relaciones sociales por proximidad. (b) La TAC ubicua notificando al niño de un error social. ....                                                           | 97  |
| Figura 40. El sistema MOSOCO. ....                                                                                                                                                                                                                                        | 101 |
| Figura 41. IVS la guía visual de interacción. Paso 1: contacto visual, Paso 2: espacio y proximidad, Paso 3: iniciar una interacción, Paso 4: hacer preguntas, Paso 5: compartir intereses, and Paso 6: terminar una interacción. ....                                    | 101 |
| Figura 42. MOSOCO sugiriendo a David que Ethan sea su PIP (izquierda). Dos estudiantes haciendo “contacto visual” (derecha). ....                                                                                                                                         | 104 |
| Figura 43. MOSOCO sugiriendo a David decir “Puedo platicar contigo?” en una interacción (izquierda). Estudiantes iniciando una conversación (derecha). ....                                                                                                               | 105 |
| Figura 44. MOSOCO sugiriendo a David preguntar “¿Cuál es tu deportista favorito?” (izquierda). David e Ethan conversando (derecha).....                                                                                                                                   | 106 |
| Figura 45. David calificando su interacción con Ethan (izquierda). MOSOCO felicitando a David (derecha). ....                                                                                                                                                             | 106 |
| Figura 46. La arquitectura de MOSOCO compuesta de dos subsistemas: el Administrador IVS que se ejecuta en una computadora personal de escritorio, y el MOSOCO.apk que se ejecuta en un teléfono inteligente android. ....                                                 | 107 |

|                                                                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 47. Participantes del estudio usando MOSOCO durante el receso. Aprendiendo como compartir intereses usando MOSOCO (izquierda), y dos estudiantes haciendo contacto visual (derecha). ..... | 113 |
| Figura 48. Área confinada donde se realizó la evaluación. ....                                                                                                                                    | 115 |
| Figura 49. Porcentaje de interacciones de los estudiantes con autismo en las tres fases del estudio. ....                                                                                         | 120 |
| Figura 50. Distribución por estudiante con autismo de la cantidad de interacciones verbales promedio durante el estudio. ....                                                                     | 121 |
| Figura 51. Distribución del tiempo en interacciones verbales de Jason en cada una de los días de la intervención. ....                                                                            | 122 |
| Figura 52. Distribución del tiempo en interacciones verbales de Louis en cada una de los días de la intervención. ....                                                                            | 123 |
| Figura 53. Distribución del tiempo en interacciones verbales de Ethan en cada una de los días de la intervención. ....                                                                            | 124 |
| Figura 54. Distribución del tiempo promedio en que los participantes con autismo presentaron movimientos estereotipados mientras interactuaban verbalmente.....                                   | 125 |
| Figura 55. Distribución de la cantidad de errores sociales en promedio en interacciones verbales de los participantes con autismo. ....                                                           | 126 |
| Figura 56. Usando google glasses.....                                                                                                                                                             | 147 |
| Figura 57. Interactuando con un holograma.....                                                                                                                                                    | 149 |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1. Clasificación de TACs en autismo. ....                                                                                 | 33  |
| Tabla 2. Estudiantes participantes en el estudio contextual. ....                                                               | 41  |
| Tabla 3. Problemas de atención y movimientos estereotipados de los estudiantes en la terapia de discriminación de objetos. .... | 45  |
| Tabla 4. Participantes del estudio. ....                                                                                        | 63  |
| Tabla 5. Características de los tres casos que se seleccionaron para el análisis individual.....                                | 64  |
| Tabla 6. Referencia a publicaciones realizadas.....                                                                             | 144 |
| Tabla 7. Roles de los coautores. ....                                                                                           | 145 |
| Tabla 8. Características deseables del hardware requerido para el funcionamiento de MOBIS.....                                  | 193 |
| Tabla 9. Características deseables del hardware requerido para el funcionamiento de MOSOCO. ....                                | 194 |



# Capítulo 1

## Introducción y Motivación

En este capítulo se describe la motivación de la tesis y se introduce el tema de investigación. Primeramente se presenta el dominio de autismo como motivación, sus características y problemas específicos de atención. Después se presenta el término Tecnologías Asistidas Cognitivas (TAC), se describe su importancia, específicamente en el proceso cognitivo de atención. Posteriormente, se presentan las preguntas y los objetivos de esta investigación. Finalmente, se describe la metodología de investigación utilizada, así como las contribuciones esperadas y la organización del manuscrito de tesis.

### 1.1. Autismo

El autismo se considera la discapacidad intelectual que degenera más rápidamente la capacidad cognitiva de un individuo [103]. *“Las características esenciales del autismo son la presencia de un desarrollo marcadamente anormal o deficiente de la interacción y comunicación sociales, y un repertorio sumamente restringido de actividades e intereses”* [2]. La alteración se manifiesta antes de los 3 años de edad por retraso o funcionamiento anormal en por lo menos una de las siguientes áreas: interacción social, lenguaje tal como se utiliza en la comunicación social, o juego simbólico o imaginativo. Un estudio reciente del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) indica que en los estados unidos uno de cada 88 niños tienen autismo [103] y en México se estima que hay 45 mil niños con autismo [29]. La prevalencia de autismo es mayor en hombres que en mujeres, 4 de cada 5 son hombres [103]. El CDC afirma que el autismo está creciendo a un ritmo anual de 10-17%, de esta manera se considera que el autismo es un urgente *“problema de salud pública”*, expresando la necesidad de *“una respuesta mundial de fondo”* [103].

El autismo se caracteriza por deficiencias en atención, procesamiento de información y memoria [2]. Lo anterior impacta en la interacción social, problemas de lenguaje, patrones de comportamiento restringidos y repetitivos, así como problemas para identificar objetos [130]. Por ejemplo, a personas con autismo cuando interactúan socialmente les es difícil establecer el primer acercamiento para iniciar una plática o unirse a un juego de manera espontánea, de aquí que es muy común que rápidamente dejen de estar atentos en una interacción social. Otro ejemplo son los problemas de interpretación e identificación de

objetos, estos requieren entrenamiento para relacionar una palabra con el objeto correspondiente, como la palabra ‘vaso’ con el objeto que corresponde al vaso.

Los síntomas pueden abarcar dificultades de aprendizaje en diferentes grados. En este sentido el espectro de rangos va de lo severo a lo leve y en función a esto se denomina el nivel de funcionalidad de un niño con autismo [129]. Por ejemplo, un niño con autismo severo de baja funcionalidad, no habla, no reconoce emociones, tiene problemas para identificar objetos, presenta comportamientos repetitivos, y nula interacción con otras personas por su propia iniciativa. En otro caso, un niño con autismo leve o de alta funcionalidad, puede hablar, tiene menos problemas para identificar objetos, puede desplazarse por sí mismo de un lugar a otro, en algunos casos reconoce emociones, no presenta comportamientos repetitivos, sin embargo aún le es difícil interactuar con otras personas para iniciar, mantener y finalizar una interacción de manera adecuada.

Independientemente de los rangos en el espectro autista la característica común es la dificultad en la interacción social, esto incluye deficiencias para establecer interacciones sociales, expresar y reconocer emociones [2, 178]. Estos trastornos normalmente incluyen problemas para iniciar una interacción utilizando saludos apropiados [81], retos para establecer atención focal [117] y la inhabilidad para participar en interacciones físicas como unirse a un juego espontáneo [110]. Estas características se acentúan más en niños con alta funcionalidad, ya que los de baja funcionalidad se encuentran en la etapa de entender e identificar objetos y su significado. Por ejemplo con los niños de baja funcionalidad una de las primeras cosas en que los cuidadores trabajan más es en que los niños con autismo puedan identificar objetos de uso primario de auto ayuda como la comida, utensilios para comer, vestirse o asearse.

Otro de los problemas importantes del autismo es la atención. La atención también juega un papel básico en el procesamiento de la información [64]. Los problemas de atención de los niños con autismo son de los déficits más básicos y problemáticos [57]. Esta dificultad en la atención tienen un impacto mayor en el desarrollo cognitivo y social, es por esta razón que el encontrar un adecuado tratamiento y soporte es de alta relevancia [127].

Los niños con autismo también cuentan con patrones de comportamiento, intereses y actividades restringidos, repetitivos y estereotipados [2]. A veces los niños con autismo utilizan un objeto para realizar estos comportamientos. Los manierismos o movimientos estereotipados pueden provocar lesiones permanentes e incapacitantes, que a veces pueden poner en peligro la vida de las personas con autismo [2]. Por ejemplo, cabezazos o golpes pueden producir cortes, hemorragias, infecciones, desprendimientos

de retina y ceguera. Este comportamiento motor además interfiere en las actividades normales y terapéuticas de los niños con autismo [2].

Entre los problemas que deriva la falta de atención y problemas de manierismos de los niños con autismo está el que se dificulten las interacciones sociales y mantenerlos en terapias que se diseñan para su desarrollo [57].

### 1.1.1. Atención y manierismos

La atención es un proceso cognitivo esencial del cerebro que nos permite seleccionar información de alta prioridad para posteriormente procesarla en el orden de nuestra preferencia [77]. Este proceso cognitivo permite a los humanos concentrarse en un aspecto del ambiente mientras se ignoran otras cosas. Atención es uno de los procesos cognitivos más estudiados en psicología y neurociencia cognitiva, y es una de las principales áreas de investigación en educación, psicología, y neurociencia.

Una de las clasificaciones más comunes del proceso cognitivo de atención, es el de Roselló [150] en donde se incluyen:

- Atención selectiva o focalizada: *“tipo de atención que se produce cuando una persona atiende de forma selectiva a un estímulo o a algún aspecto de este estímulo, de forma preferente a los otros estímulos”*. Se relaciona con la capacidad limitada del propio acto atencional, que conlleva a la selección de estímulos. La selección atencional se puede dar de dos formas: (a) Selección de la información o de los estímulos que se presentan; y (b) Selección de la respuesta y/o del proceso que se va a realizar. Se realiza una vez que se procesó la información previa.
- Atención dividida: *“tipo de atención durante la cual la persona debe de atender al menos dos estímulos o tareas a la vez”*. Es un tipo de atención simultánea cuya función es procesar diferentes fuentes de información que se dan a la vez o ejecutar de forma simultánea diferentes tareas.
- Atención sostenida: *“tipo de atención a partir de la cual la persona es capaz de mantener el foco de atención y permanecer alerta delante de los estímulos durante periodos de tiempo prolongados”*. Por ejemplo cuando una persona se mantiene estudiando por periodos prolongados de tiempo.

La *atención sostenida* es uno de los retos más importantes para los niños con autismo y sus cuidadores. Uno de los principales objetivos de lograr atención sostenida en los niños con autismo es que aunque se mantengan atentos por pocos minutos, ellos estén dispuestos a continuar realizando actividades repetitivas por largos periodos de tiempo [57].

Los movimientos estereotipados son un comportamiento motor repetitivo, que suele parecer impulsivo y no es funcional [2]. Los movimientos estereotipados pueden incluir agitar las manos, balancearse, jugar con las manos, golpear con los dedos, girar objetos, dar cabezazos, morderse, pellizcarse, o golpear distintas partes del propio cuerpo. Los manierismos contribuyen a disminuir el tiempo en que los niños con autismo están atentos en sus terapias cognitivas. Estos comportamientos suelen ser más frecuentes en ambientes donde la persona recibe algún tratamiento terapéutico [2, 4].

En este sentido, para este trabajo de tesis, es interesante explorar las variables de atención y manierismos, ya que estos problemas afectan el desarrollo de niños con autismo.

### 1.1.2. Terapias cognitivas y estrategias para mejorar la atención y manierismos

Las terapias cognitivas para niños con autismo incluyen desde el entrenamiento de habilidades sociales hasta la monitorización y análisis de comportamiento [154] con el fin de mejorar su atención y problemas de manierismos, así como el promover el desarrollo de habilidades que vayan de acuerdo a su edad y nivel funcional [7, 65]. La mayoría de las terapias cognitivas disponibles para niños con autismo incluyen las de procedimiento en bloques [184] y las que se enfocan en el desarrollo de nuevas habilidades sociales. En terapias cognitivas si no se cuenta con la atención de la persona que está en la terapia entonces no se puede conseguir el efecto que se desea. Durante estas terapias cognitivas frecuentemente los niños con autismo pierden la atención ya que por la naturaleza repetitiva y de larga duración de la terapia, los niños con autismo se aburren y dejan de estar atentos. Los problemas de atención y manierismos de los niños con autismo hacen que las terapias cognitivas se interrumpan y sean incompletas, lo que puede impactar en su desarrollo.



*Figura 1. Un niño con autismo en terapia cognitiva para identificar objetos utilizando PECS (izquierda).  
Un ejemplo de soporte visual y tarjetas del sistema PECS (derecha).*

Para tratar de mantener la atención de los niños con autismo, las maestras proporcionan soporte visual (Figura 1) que utilizan como estímulo para asociar, sugerir y/o recompensar las respuestas en la terapia cognitiva [30, 82]. El soporte visual son herramientas que se utilizan para aumentar la comprensión del lenguaje, las expectativas ambientales, y para proporcionar la estructura y el apoyo a las personas con autismo [144]. El soporte visual se puede proporcionar de diferentes maneras a través de múltiples configuraciones. Por ejemplo, puede incorporar apoyos en la escuela, el hogar, el trabajo y en la comunidad. Según Roa y Gagie [144] los beneficios para utilizar soporte visual con personas con autismo son: (1) forman parte del sistema de comunicación; (2) pueden atraer y mantener la atención de los estudiantes, (3) permiten que el estudiante se enfoque en el mensaje y reduzca su ansiedad; (4) hacen que los conceptos sean menos abstractos; (5) permiten que los estudiantes expresen sus sentimientos; y (6) ayudan a los estudiantes. El uso de soporte/herramientas visuales puede reducir los síntomas asociados con autismo [30], y les da a los niños con autismo la libertad de estar atentos independientemente de su deterioro [82]. Algunos ejemplos de este soporte/herramientas visuales que se utilizan para enseñar a los niños con autismo son respuestas y comportamientos apropiados en diferentes situaciones sociales incluyendo: historias sociales [68, 169], modelado de video [27], el uso de cartas “The Power Card” [55] y PECS (Picture Exchange Communication System) [56].

Aunado al soporte visual las maestras utilizan diferentes modalidades de sugerencias cognitivas [62] (e.g., físicas (Figura 1 izquierda), verbales, modelado, posicionales) para ayudar a los niños con autismo a estar atentos a las terapias cognitivas [33, 40]. Las sugerencias cognitivas son pistas que apoyan a las personas a mejorar los procesos cognitivos [12, 26], como por ejemplo el de atención. A pesar de los esfuerzos por

las maestras para mantener la atención de los niños con autismo, éstos pasan mucho tiempo “fuera de la tarea” perdiendo la oportunidad de mejorar su condición.

Esta falta de atención y problemas de manierismos de los niños con autismo se vuelven más críticos en situaciones no supervisadas por cuidadores [134, 153]. Por lo general los entrenamientos de niños con autismo son bajo la supervisión de un maestro, que ayuda a los niños con autismo a estar atentos a las terapias cognitivas. Sin embargo el niño con autismo no siempre puede estar bajo un ambiente supervisado de clase que le pueda proporcionar la ayuda que necesita. Una estrategia que se utiliza fuera del ambiente supervisado de clase es que el niño con autismo tenga un cuidador tipo sombra que le sugiera lo que debe y no debe hacer [59], para que le brinde el soporte que necesite. En estos ambientes no supervisados existen retos asociados con esta forma en la que los cuidadores deben proporcionar soporte. Por ejemplo los cuidadores deben traer consigo el material necesario para guiar al niño con autismo en todo momento. Adicionalmente algunos estudios indican que esa constante proximidad del cuidador con el niño con autismo puede ser perjudicial [60]. La constante dependencia física del niño con autismo de su cuidador, puede generar inseguridad para el desarrollo de sus habilidades. Ante la creciente población de niños con autismo, intervenciones que promuevan la independencia y por consecuencia la disminución de la dependencia física de un cuidador, son una necesidad urgente [89].

## 1.2. Tecnologías asistidas cognitivas en apoyo a los problemas de atención

Una de las estrategias para apoyar a los niños con autismo ante los problemas de atención, tanto en situaciones supervisadas como las no supervisadas es utilizando Tecnologías Asistidas Cognitivas (TACs). El trabajo previo de las TACs ha demostrado que son eficaces para apoyar el proceso cognitivo de atención, y se ha enfocado en su mayoría en apoyar de manera individual como soporte para realizar actividades de la vida diaria<sup>1</sup> y algunas actividades instrumentales de la vida diaria<sup>2</sup> [35, 53].

En el proceso cognitivo de atención las TACs se han utilizado en apoyo a áreas del cuerpo paralizadas (como recordatorios para ejercitar extremidades paralizadas [128, 148, 149]) y hacia estados-objetivo que

---

<sup>1</sup> Son actividades que todos realizamos en mayor o menor medida a lo largo de nuestro día, y están relacionadas con actividades de auto cuidado y juego.

<sup>2</sup> Se definen como aquellas actividades destinadas a la interacción con el medio, que son a menudo complejas y que generalmente su realización es opcional.

se representan internamente (como ‘pistas de contenido libres’–alertas, mensajes cortos- para regresar la atención hacia objetivos pre-acordados) [35, 53, 74, 145].

### 1.2.1. TACs

Las TACs es el uso de tecnología de cómputo para apoyar a personas con discapacidades cognitivas y neuropsicológicas [112]. Gillespie, et. al., define las TACs como “*cualquier tecnología que asista funciones cognitivas durante el desempeño de una tarea*” [62]. En la actualidad las TACs se utilizan de manera efectiva para apoyar funciones cognitivas como la atención, cálculo, emoción, experiencia del yo, funciones cognitivas de alto nivel (*e.g.*, planeación y administración del tiempo) y memoria [62]. Una discapacidad cognitiva es un término que describe cualquier característica que actúa como una barrera para una función cognitiva [162]. Una discapacidad cognitiva es una categoría de las discapacidades mentales que afectan principalmente el aprendizaje, memoria, atención, y resolución de problemas [72]. A nivel mundial el costo para atender a personas con discapacidades cognitivas es muy alto y en poco tiempo puede llegar a ser insostenible [133]. A personas con discapacidades cognitivas se les brinda sugerencias para que puedan realizar actividades de la vida diaria, como vestirse, prepararse una comida, comer, asearse, ir al baño, entre otras [183]. Por ejemplo, personas con funciones limitadas de la mano podrían usar un teclado con teclas más grandes o un mouse especial para poder usar una computadora, los débiles visuales podrían usar un sistema que pudiera leer texto por medio de voz generada por computadora, o los mudos podrían usar un dispositivo que hable mientras ellos escriben por medio del teclado.

La revisión de la literatura nos indica que las intervenciones que se han hecho utilizando TACs pueden incrementar la eficiencia de prácticas de rehabilitación y también pueden ampliar el rango de contextos donde esas prácticas se pueden realizar [62, 112]. Entre las discapacidades en las que se han utilizado las TACs se encuentran: autismo [5, 63, 135], parálisis cerebral traumática [126, 186], trastornos del desarrollo [111, 167], discapacidad intelectual [79, 113], demencia [189], otras parálisis cerebrales adquiridas [49, 187], entre otros. El éxito de las TACs depende de que el diseño esté enfocado a la población específica (tipo de discapacidad, función cognitiva, edad de los individuos, etc.) a la que se desea beneficiar.

Distintos especialistas, cuidadores y maestros utilizan diferentes entrenamientos y actividades para apoyar a personas con discapacidades cognitivas. Se argumenta que el uso de las TACs podría incrementar la actividad independiente y la autoconfianza de las personas con discapacidades cognitivas, además de que podría disminuir el costo del cuidado [112]. El principal objetivo de la mayoría de las TACs es apoyar las

actividades de la vida diaria, por lo que no poder utilizar la tecnología en el lugar y momento que se requiere no tendría sentido. Así el uso de las TACs ubicuas juega un papel importante para capturar la atención de personas con discapacidades cognitivas

### 1.2.2. TACs en autismo

Las TACs en el dominio de autismo se han utilizado de forma exitosa. Los trabajos que se registran en la literatura van desde la asistencia para la detección temprana, hasta la práctica de habilidades sociales o las que brindan soporte en clase. Por ejemplo existen TACs que los niños con autismo utilizan como juguetes y brindan asistencia para la detección temprana de autismo [93, 95]. En aspectos relacionados con lenguaje y comunicación, existen TACs que ayudan a los niños con autismo a comunicarse [114, 122]; las que retroalimentan su pronunciación, mejoran y reemplazan su lenguaje verbal [52, 73]; y las que se utilizan como comunicación alternativa y aumentada (Augmented and Alternative Communication, AAC por sus siglas en inglés) [23, 39, 63, 106, 122]. Existen otras TACs que se enfocan en desarrollar las interacciones sociales por ejemplo a través de juegos [51], historias sociales [68, 169], modelado de videos [27], o práctica de comportamientos [39], entre otras. Otros trabajos también han investigado como ayudar a los niños con autismo a entender la organización de la clase y les ayudan a organizar sus actividades que tienen que hacer en clase [80].

En aspectos relacionados con problemas de atención y manierismos de niños con autismo, las TACs se han enfocado en mejorar los problemas de atención principalmente cuando se practican habilidades sociales. Por ejemplo practicando en ambientes virtuales [137, 166], utilizando robots [90, 172], o para establecer contacto visual tratando de dirigir la mirada del niño con autismo [123, 155].

## 1.3. Planteamiento del problema

Como hemos visto las TACs tienen el potencial para apoyar a la comunidad de autismo [52, 95, 114, 135]. Además también existe trabajo previo en las TACs donde apoya el proceso cognitivo de atención, principalmente en forma de pistas y recordatorios [35, 53, 128]. Como se presentó, es importante apoyar los problemas de atención y manierismos de niños con autismo debido a que eso impacta en su desarrollo [57, 127]. Los niños con autismo pasan gran parte del tiempo de una terapia cognitiva “fuera de la tarea” (*e.g.*, sin poner atención a la actividad o tarea que deberían estar haciendo) lo que impide que el niño pueda practicar cierta habilidad. Las estrategias de soporte visual y sugerencias cognitivas han demostrado ser efectivas [12, 82], sin embargo cuando se utilizan en intervenciones



terapéuticas con métodos repetitivos [184] no es suficiente y los niños con autismo pierden la atención. Adicionalmente los problemas de movimientos estereotipados complican los problemas de atención de niños con autismo cuando se encuentran en ambientes terapéuticos [4]. La revisión de la literatura también indica que las TACs ubicuas son más apropiadas para apoyar a los niños con autismo, ya que podrían proporcionar soporte en “cualquier lugar” y en “cualquier momento”. Los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo podrían acentuarse más cuando no se cuenta con la supervisión de algún maestro [134, 153], y las estrategias que se utilizan también pueden obstaculizar el desarrollo del niño con autismo.

En este sentido hacen falta trabajos que exploren el uso de TACs ubicuas en situaciones no supervisadas. Adicionalmente hacen falta trabajos de evaluación que aporten evidencia de la eficacia de las TACs para mejorar las estrategias actuales que se utilizan en las terapias cognitivas para apoyar los problemas de atención y manierismos de niños con autismo tanto en situaciones supervisadas como no supervisadas.

De esta manera la hipótesis que se plantea en este trabajo de investigación es: *¿Cómo las TACs ubicuas pueden mejorar las terapias cognitivas tradicionales para proporcionar soporte ante los problemas de atención y movimientos estereotipados de los niños con autismo cuando estas terapias se realizan en situaciones supervisadas y no supervisadas?*

## 1.4. Preguntas de investigación

Las preguntas investigación de este trabajo de tesis son:

- ¿Qué estrategias de las terapias tradicionales pueden apoyarse por TACs ubicuas para mejorar los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas?
- ¿Qué elementos computacionales interactivos se deberían incorporar a las TACs ubicuas para mejorar los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas?
- ¿Cuál es el impacto de las TACs ubicuas en apoyo a los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas?

## 1.5. Objetivos generales y específicos

Con base en las preguntas de investigación se deriva el siguiente objetivo general y primario:

### 1.5.1. Objetivo General

*Evaluar si las TACs ubicuas pueden mejorar los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo dentro de terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas, en comparación con los métodos tradicionales.*

### 1.5.2. Objetivos Específicos

Para alcanzar el objetivo general de este proyecto se proponen los siguientes objetivos específicos:

1. Comprender los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas
2. Identificar las oportunidades de uso de TACs ubicuas para apoyar los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.
3. Diseñar e implementar TACs ubicuas que apoyen los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas en situaciones supervisadas y no supervisadas.
4. Evaluar el impacto de uso de TACs ubicuas en los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas y compararlo con los métodos tradicionales.

## 1.6. Metodología

Para lograr los objetivos de este trabajo de investigación se utilizó la siguiente metodología (Figura 2) de trabajo.

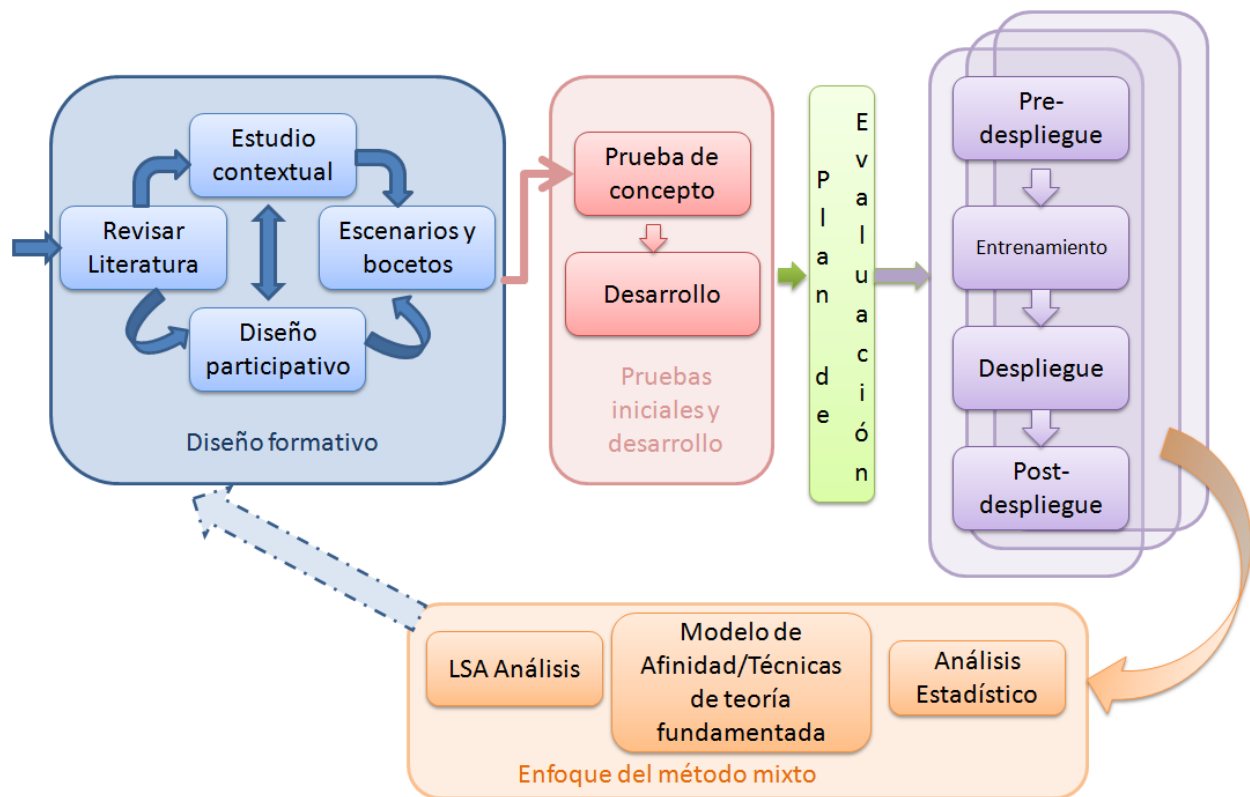


Figura 2. Metodología de investigación.

En alto nivel la metodología sigue 4 fases principales: Diseño formativo, Pruebas iniciales y desarrollo, Evaluación, y Análisis de resultados, mismas que se describen a continuación. Para cumplir con los objetivos de esta investigación la metodología se utilizó de manera iterativa dos veces, para estudiar los problemas de atención y manierismos de niños con autismo. El primer estudio se desarrolló con el objetivo de entender los problemas de atención y manierismos en terapias cognitivas supervisadas, específicamente la de identificación/discriminación de objetos. El segundo estudio se desarrolló con el objetivo de entender los problemas de atención y manierismos en terapias cognitivas no supervisadas, particularmente las que se relacionan con desarrollar habilidades sociales en situaciones de la vida real.

*Fase 1: Diseño formativo.* Esta fase tiene como objetivo identificar y entender las características y problemas que hay alrededor del desorden de autismo infantil. Así mismo identificar y entender los problemas y estrategias que utilizan los niños con autismo y sus cuidadores para lograr que los niños estén atentos a las terapias cognitivas. También el objetivo de esta fase es desarrollar escenarios y bocetos de TACs ubicuas para mejorar la atención y problemas de manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.

1. Revisar literatura. Se analizó la literatura existente hasta el momento para entender las características y problemas que hay alrededor del autismo. Así como también la relacionada con problemas de atención y manierismos de niños con autismo. Adicionalmente la relacionada con terapias para identificar objetos y habilidades sociales. Finalmente la relacionada con problemas de niños con autismo en situaciones supervisadas y no supervisadas.
2. Realizar un estudio contextual con niños con autismo. Se realizaron dos estudios en sitio para entender el comportamiento, habilidades, retos y las estrategias utilizados por los cuidadores y los mismos niños con autismo para lograr estar atentos en terapias cognitivas de identificación de objetos (*e.g.*, terapia supervisada) y práctica de habilidades sociales (*e.g.*, terapia no supervisada). El primer estudio se desarrolló en Pasitos, A. C., Tijuana, México, una clínica especializada en niños con autismo, y el segundo estudio en tres escuelas primarias públicas del condado de Orange, Ca., en Estados Unidos. Para capturar esta información, se utilizaron métodos etnográficos (*e.g.*, entrevistas y observación participativa) y para el análisis de la información se utilizaron técnicas cualitativas (*e.g.*, teoría fundamentada y diagramas de afinidad).

Para realizar el primer estudio se observaron cinco grupos de niños con autismo (*e.g.*, 10 estudiantes con autismo por salón) en su salón de clases durante las horas de clase, el objetivo fue analizar los problemas y estrategias de niños con autismo y sus cuidadores para mejorar su atención en la terapia cognitiva supervisada para identificar objetos.

Para realizar el segundo estudio se observaron grupos de niños con autismo durante sus terapias y en interacciones con sus compañeros fuera de las terapias cognitivas (*e.g.*, en el recreo/receso), el objetivo fue analizar sus problemas y estrategias para interactuar socialmente.
3. Diseño participativo. Durante el estudio contextual se analizó la factibilidad de la implementación de una TAC ubicua para mejorar los problemas de atención y manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas. Para realizar este análisis se diseñaron, con el apoyo de las maestras y psicólogas, un conjunto de escenarios realistas que muestran usos innovadores de TACs ubicuas en apoyo para mejorar los problemas de atención y manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas (*e.g.*, dentro del salón) y no supervisadas (*e.g.*, fuera del salón).

4. Diseñar escenarios y bocetos. Con base en los casos de estudio, se diseñaron escenarios y bocetos de uso de TACs ubicuas, con los que se pueda evaluar el impacto del uso de la misma en terapias cognitivas de los niños con autismo que participaron en los casos de estudio.

*Fase 2: Desarrollo y pruebas iniciales.* El objetivo de esta fase fue evaluar los escenarios y bocetos desarrollados en la fase anterior para analizar la factibilidad del uso de TACs ubicuas para mejorar la atención y problemas de manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas. Así mismo desarrollar prototipos de TACs ubicuas para mejorar la atención de niños con autismo en terapias cognitivas, y realizar pruebas de concepto. Con la información que se recabó en esta fase se implementaron algunas mejoras a los prototipos de TACs ubicuas.

1. Pruebas de concepto. En esta sub-fase se evaluaron prototipos de baja fidelidad que se desarrollaron para mostrar la factibilidad técnica y aplicabilidad de las TACs ubicuas en apoyo a los niños con autismo. Se utilizaron técnicas formativas (*e.g.*, wizard of oz) para capturar y analizar bitácoras de comportamiento, y la percepción de utilidad y facilidad de uso de los usuarios potenciales. Los resultados de esta fase incluyen la percepción de los usuarios potenciales acerca del impacto de la TAC ubicua en un escenario concreto. Para llevar a cabo las evaluaciones se realizaron varios grupos focales con maestras y especialistas en autismo, en donde se presentaron los escenarios y se obtuvo la retroalimentación para el diseño e implementación de prototipos de TACs ubicuas.
2. Diseñar e implementar dos TACs ubicuas. Con los resultados de las pruebas de concepto se diseñaron e implementaron dos prototipos de TACs ubicuas que apoyan a los niños con autismo a mejorar su atención y problemas de manierismos. El primer prototipo corresponde al primer estudio donde se exploró el uso de TACs ubicuas en terapias cognitivas supervisadas, y el segundo corresponde al de terapias cognitivas no supervisadas. Se utilizaron los resultados de los casos de estudio (*e.g.*, escenarios) y técnicas de diseño de interacción para proponer un conjunto de ideas de diseño que ilustran la factibilidad técnica en la implementación de TACs ubicuas en apoyo a la atención y problemas de manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.

*Fase 3: Evaluación.* En esta fase se realizó una intervención en tres fases para evaluar el impacto de uso de TACs ubicuas en la atención y problemas de manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.

1. Plan de Evaluación. Debido a que la evaluación se realizaría en un escenario real, antes de la evaluación se realizó el plan de evaluación de los prototipos y se presentó a los participantes del estudio. Se consideraron los objetivos de los estudios y el tiempo disponible de los participantes.
2. Evaluar los prototipos en un escenario concreto. En la primera fase de la evaluación *–pre-despliegue–* los estudiantes participaban en sus actividades regulares sin utilizar tecnología. Después se instalaron los prototipos y se realizaron sesiones de *entrenamiento* con los participantes. Durante el *despliegue* los participantes utilizaron los prototipos dentro de sus sesiones regulares. En el *post-despliegue* los participantes regresaron a la primer condición donde no utilizaron el prototipo. Durante las tres fases y el entrenamiento los participantes fueron video grabados y se aplicaron entrevistas.

*Fase 4: Análisis de resultados.* En esta fase se analizaron los resultados de la fase de Evaluación para determinar el impacto del uso de TACs ubicuas para mejorar la atención y problemas de manierismos de estudiantes con autismo en terapias cognitivas para identificar objetos (supervisadas) e interactuar socialmente (no supervisadas). Las videograbaciones y entrevistas se transcribieron para facilitar su análisis. Se utilizó el método mixto que incluye el uso de técnicas cualitativas derivadas de teoría fundamentada y diagrama de afinidad, y técnicas cuantitativas de análisis secuencial (LSA- Lag sequential analysis) para cuantificar las métricas seleccionadas. También se hizo un análisis estadístico donde se realizaron pruebas t y anova para comparar el tiempo que los estudiantes permanecían en cada condición y para determinar la significancia estadística de los resultados.

## 1.7. Contribuciones

La contribución principal de este trabajo de tesis es:

*Una evidencia de la eficacia de las TACs ubicuas para mejorar los problemas de atención y manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas tanto supervisadas como no supervisadas.*

Las contribuciones adicionales a partir de la contribución principal incluyen:

- Un cuerpo de datos que estudia los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas de identificación de objetos e interacciones sociales tanto en situaciones supervisadas y no supervisadas.
- Un conjunto de lecciones aprendidas e implicaciones de diseño que pueden ser de utilidad cuando se diseñan e implementan TACs ubicuas con el objetivo de mejorar los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas tanto supervisadas como no supervisadas.
- Se diseñaron e implementaron dos prototipos de TACs ubicuas para apoyar a los niños con autismo a mejorar sus problemas de atención y manierismos en terapias cognitivas para identificar objetos de forma supervisada y para desarrollar habilidades sociales en situaciones no supervisadas.
- Un cuerpo de datos que presenta una evidencia de que las TACs ubicuas brindan soporte ante los problemas de atención y manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas tanto en situaciones supervisadas como en las no supervisadas.
- Co-Autoría de 2 artículos de revista, 2 artículos de conferencia en foros nacionales e internacionales y 5 talleres.

La principal contribución de esta tesis se basa en los resultados de los estudios que son una evidencia del impacto positivo de las TACs ubicuas en dos escenarios concretos, y en su eficacia para mejorar la atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas. Los resultados también son una evidencia de que mis decisiones de diseño son factibles para implementarse en TACs ubicuas para apoyar a niños con autismo a mejorar sus problemas de atención y manierismos dentro de terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas. Esta contribución se alinea con las preguntas abiertas en HCI de extender el conocimiento, enfoques y prácticas que hacen que la tecnología sea más usable, útil y deseable; así como de los sistemas y estudios que permitan y/o mejoren la interacción de las personas con la computadora. Así como con las preguntas abiertas de Ubicomp en descripción de sistemas y/o estudios empíricos de aplicaciones que hagan uso de sistemas y dispositivos ubicuos.

## 1.8. Contenido de la tesis

El *Capítulo 2 – Trabajo relacionado en Tecnologías Asistidas Cognitivas-* presenta el trabajo que se ha realizado en TACs, relacionado principalmente a los problemas de atención y a las estrategias utilizadas.

El *Capítulo 3 – MOBIS: Un sistema ubicuo que proporciona soporte a niños con autismo para identificar objetos en una terapia supervisada* - presenta un resumen del primer caso de estudio realizado con el fin de entender los retos y estrategias de los niños con autismo en terapias cognitivas enfocadas en identificar objetos en situaciones supervisadas por maestros. Los resultados del estudio contextual derivaron las ideas de diseño de TACs ubicuas para mejorar la atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas en situaciones supervisadas por un maestro. También se presenta el diseño e implementación de un prototipo de TAC ubicua que apoya los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en la terapia cognitiva de identificación de objetos.

El *Capítulo 4 – Evaluando el uso de TACs ubicuas en terapias supervisadas de niños con autismo* - presenta la evaluación de MOBIS, una TAC ubicua que apoya a los niños con autismo para identificar objetos. Asimismo se presentan los resultados de la intervención.

El *Capítulo 5 – MOSOCO: Un sistema ubicuo que proporciona soporte a niños con autismo para interactuar socialmente en situaciones donde no hay un supervisor* - presenta un resumen del segundo caso de estudio realizado con el fin de entender los retos y estrategias de los niños con autismo al interactuar socialmente en situaciones de la vida real donde no tienen un supervisor que les brinde asistencia. Los resultados del estudio contextual derivaron las ideas de diseño de TACs ubicuas para mejorar la atención de niños con autismo al interactuar socialmente en situaciones no supervisadas por un maestro. También presenta el diseño e implementación de un prototipo de TAC ubicua que apoya los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo al interactuar socialmente en situaciones no supervisadas.

El *Capítulo 6 – Evaluando el uso de TACs ubicuas en terapias de niños con autismo en situaciones no supervisadas* - presenta la evaluación de MOSOCO, una TAC ubicua que apoya a los niños con autismo para interactuar socialmente en situaciones no supervisadas por un maestro. Asimismo se presentan los resultados de la intervención.

El *Capítulo 7 – Discusión, conclusiones y trabajo a futuro* - presenta una discusión acerca del impacto de uso de las TACs ubicuas para mejorar la atención de niños con autismo en terapias cognitivas en situaciones supervisadas y no supervisadas. También se presentan las contribuciones y conclusiones acerca de este trabajo de investigación, así como las direcciones de trabajo a futuro.



## Capítulo 2

### Trabajo relacionado en Tecnologías Asistidas Cognitivas

En este capítulo se discute el trabajo previo de tecnologías asistidas cognitivas, particularmente en relación al proceso cognitivo de atención, se describen cuales han sido sus contribuciones y cuáles son sus retos. Posteriormente se presenta una clasificación del trabajo relacionado realizado en TACs en apoyo al autismo.

#### 2.1. TACs en apoyo al proceso cognitivo de atención

En el proceso cognitivo de atención las TACs se han utilizado de dos formas: (1) en apoyo a áreas del cuerpo paralizadas [128, 148, 149]; y (2) como pistas de contenido libre [35, 53, 74, 145]. A continuación se presenta el trabajo relacionado en relación a las TACs que apoyan los problemas de atención de personas con discapacidades cognitivas, sin ser particular a autismo.

##### 2.1.1. TACs en apoyo a áreas del cuerpo paralizadas

Una consecuencia común de un derrame cerebral se caracteriza por paralizar la mitad del cuerpo o en ocasiones ciertas partes del cuerpo (*e.g.*, pierna, brazo, cara, dedos, etc.).

Existen TACs para apoyar a estas personas a estimular esas partes del cuerpo que quedaron paralizadas. Estas TACs pueden proporcionar este soporte de dos formas, de forma automática [147] o mediante recordatorios [128, 149]. Por ejemplo el sistema Neglect Alert Alarm [128] emite alarmas auditivas cuando detecta que cierta parte del cuerpo no se ha movido por un tiempo determinado, la alarma no deja de sonar hasta que la persona atiende esa parte del cuerpo. Robertson et. al. [147] investigó como ayudar a los usuarios a estimular extremidades paralizadas. Primero, utilizó alertas (*e.g.*, audibles y/o textuales) que solicitaban a los usuarios que movieran diferentes partes de su cuerpo. Los usuarios traían consigo un dispositivo móvil especial para recibir las alertas que podían programarse cada cierto tiempo. Después Robertson et. al. [147] agregó motores especiales que de manera automática y mediante repeticiones movían las partes del cuerpo que estaban paralizadas.

##### 2.1.2. TACs como pistas de contenido libre

Este tipo de soporte que ofrece pistas y recordatorios para atraer y/o regresar la atención hacia objetivos pre-acordados se utiliza frecuentemente [62] también para personas típicas y para apoyar el proceso cognitivo de la memoria.

Estas pistas y/o recordatorios se han utilizado de forma textual, audible, y/o en forma de dibujos. Por ejemplo Fish et. al [53] utilizó un sólo mensaje (“STOP”) para tratar de eliminar los efectos negativos de depresión de personas con lesión cerebral. A través del mensaje que recibían por medio de un teléfono celular, los hacía detenerse y prestar atención a sus objetivos del día y los futuros. El sistema les ayudó a mejorar su desempeño diario de tareas por hacer. Manly et. al. [115] utilizó mensajes auditivos para tratar de mejorar el desempeño en una prueba de atención sostenida.

Otras TACs se utilizan para re direccionar la atención de sus usuarios hacia sus objetivos utilizando envío de mensajes que pueden ser textuales [35, 188] o mensajes de voz [74, 97, 107]. El contenido de los mensajes los selecciona el usuario y son relevantes a metas pre-establecidas por el mismo usuario. Este tipo de TACs comprobó que ayudó a mejorar la atención y memoria hacia las actividades que se programaron para un día.

Para que las TACs entreguen las pistas de contenido libre es importante considerar el momento en el que se proporciona la ayuda. Existe un enfoque que sugiere que la pista se proporcione después de que se cometió error, y se argumenta que este estilo ‘a prueba y error’ es más beneficioso para el aprendizaje de habilidades e información más compleja [28]. Este enfoque es particularmente útil para personas con funcionalidad alta. Por el contrario, cuando la discapacidad cognitiva es muy severa o con funcionalidad media, se recomienda utilizar el enfoque contrario, donde la pista se proporciona antes del error y especialmente durante las fases de entrenamiento, para mejorar el aprendizaje y la adopción de la tecnología [28]. En este sentido se consideran los diferentes aspectos contextuales para proporcionar pistas: tiempo, localización, contexto, planeación, y predicciones.

### *Basadas en tiempo*

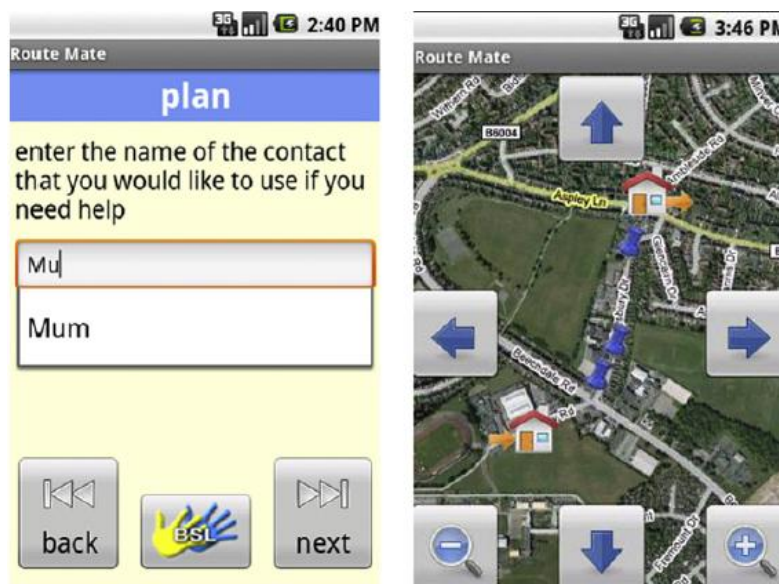
El ejemplo más común de TACs son las alarmas de reloj, que producen un sonido y/o vibración de alerta para llamar la atención del usuario en el tiempo que se configuró. Para personas con discapacidades cognitivas este tipo de TACs se pueden encontrar en forma de alarmas de reloj, grabadoras de voz, y alarmas de computadora. Una limitante de este tipo de TACs es que la asistencia se entrega en un tiempo específico previamente acordado, y no se toman en cuenta los aspectos variables del ambiente del individuo en cuestión. Si estas TACs incorporaran adaptabilidad e integraran información

acerca de la actividad y el contexto del ambiente, serían más útiles. Adicionalmente las TACs que requieren configuración manual representan un reto para crear algoritmos y máquinas de aprendizaje que no requieran de una configuración inicial, y además incorporen la adaptabilidad de manera automática.

### *Basadas en localización*

Existen otras TACs que proporcionan recordatorios/alertas basados en la localización del usuario. Por ejemplo Marmasse et. al. [116] utilizó un GPS para determinar la localización del usuario y entregar mensajes/recordatorios proactivos, como por ejemplo enviar la lista del mercado a través de un celular cuando se está físicamente cerca de un supermercado.

Place-Its [160] es una aplicación que utiliza la metáfora del uso de un post-it y un celular para detectar la localización del usuario y entregar recordatorios en localizaciones remotas. Las limitantes de estas TACs son que utilizan solamente un tipo de contenido de sugerencia (*e.g.*, verbal o texto), y no integra otro tipo de contexto (*e.g.*, consciencia de la actividad) para mejorar la aplicabilidad del sistema.



*Figura 3. Route Mate [21] mostrando una ruta y un plan de emergencia para la ruta.*

Route Mate [21] (Figura 3) es una TAC que ayuda a las personas con discapacidades cognitivas a tener acceso a oportunidades de empleo ayudándolos a seguir rutas para llegar al trabajo, o a encontrar opciones de trabajo (*e.g.*, de una base de datos). El usuario ve un mapa y sigue rutas, los mapas cuentan con marcas (*e.g.*, fotos, mensajes) que resaltan lugares que la persona ya conoce y que le pueden servir de

referencia. La TAC también proporciona alertas de sonido cuando el usuario está cerca de los lugares de referencia o del objetivo.

### *Conscientes del contexto*

Existen otras TACs que entregan pistas de contenido libre en el momento que se necesita. Estas TACs tienen la ventaja de tomar en cuenta otras características interesantes (*e.g.*, movimientos del usuario, actividad que hace) para entregar la pista cuando se necesita, no solamente con base a un tiempo o lugar específico. El proyecto Forgot-me-not [105] (Figura 4 izquierda) utiliza un dispositivo similar a un asistente personal digital (PDA) para obtener información contextual (*e.g.*, localización, actividad que desempeña) del ambiente del usuario. El sistema asocia elementos de interés del usuario con iconos para recordar al usuario lo que tiene que hacer, como por ejemplo enviar un correo o hacer una llamada. CyberMinder [41] (Figura 4 derecha) es un sistema de recordatorios consciente del contexto que utiliza información contextual compleja (*e.g.*, actividad que desempeña y su estatus) más allá del tiempo y localización para determinar la situación para entregar la ayuda. Por ejemplo analiza varias situaciones como tiempo, localización y estatus de la actividad, y cuando ciertas condiciones se cumplen entonces se entrega la ayuda. Hristova [88] construyó una TAC para proporcionar asistencia ambiental en casa para brindar soporte para monitorear el corazón, alertas para tomar medicinas, crear una agenda de recordatorios, notificaciones de emergencia, etc. Mihailidis y Fernie [120] desarrollaron un dispositivo para ayudar a adultos mayores con demencia a lavarse las manos con ayuda paso a paso. El sistema utiliza algoritmos de inteligencia artificial y una videocámara para determinar contexto. El sistema proporciona sugerencias verbales cuando sea necesario. Por ejemplo si una persona se le olvida cerrar la llave del agua el sistema le recuerda y le proporciona sugerencia para hacerlo. El proyecto de asistencia cognitiva [91] consiste en nuevas formas de representación y técnicas de razonamiento para brindar sugerencias conscientes del contexto para ayudar a las personas a realizar tareas de la vida diaria que son multipasos, como por ejemplo cocinar.



*Figura 4. Dispositivo del proyecto Forgot-me-not [105] mostrando recordatorios (izquierda); CyberMinder[41] mostrando un recordatorio y su contexto (derecha)*

También se han desarrollado TACs que proporcionan pistas de contenido libre a través del uso de celulares. Helal [78] desarrolló aplicaciones que interactúan con una red de sensores de una casa inteligente para apoyar a las personas en sus actividades de la vida diaria (AVD) como por ejemplo recordatorios, orientación, enseñanza y monitoreo sensitivo al contexto. En una aplicación los recordatorios se entregan y se ven en una pantalla grande dentro de la casa. En este trabajo los autores sugieren que para llamar la atención de los usuarios, las sugerencias verbales utilicen las voces de una persona familiar, como por ejemplo su maestro, cuidador o familiar.

### 2.1.3. TACs de soporte paso a paso

Otro aspecto importante de las TACs es proporcionar soporte cuando se comete un error, por ejemplo cuando se está cocinando o tomando medicinas.



*Figura 5. TACs. PEAT [107] agenda inteligente (izquierda); COACH [17] Guías paso a paso en ambientes inteligentes (derecha).*

Levinson [107] creó PEAT (Figura 5 izquierda), una TAC ubicua que se ejecuta en un dispositivo móvil. PEAT ayuda a los individuos con lesión cerebral traumática a mantener su independencia durante la ejecución de las AVD. Este sistema utiliza algoritmos clásicos de planeación determinística para calcular el mejor plan para completar una tarea y proporcionar guías paso a paso en forma de pistas visuales y audibles. COACH [17] (Figura 5 derecha) es una TAC basada en planeación que proporciona ayuda paso a paso para lavarse las manos. El sistema utiliza un sistema de decisión de Markov para determinar la actividad y refinar las sugerencias audibles y realizar demostraciones en video.

La revisión de esta literatura es una evidencia de que las TACs pueden apoyar el proceso cognitivo de atención [53, 107, 119]. Sin embargo existe poca evidencia de la efectividad de los sistemas existentes para mejorar la atención de sus usuarios con relación a los métodos tradicionales, ya que las evaluaciones se centran en medir los sistemas con respecto a la memoria. De aquí que es importante enfocar los esfuerzos para evaluar la efectividad de las TACs para mejorar la atención de los usuarios hacia objetivos específicos e investigar su efectividad en comparación con los métodos tradicionales.

## 2.2. Clasificación de TACs en apoyo a autismo

Las TACs pueden clasificarse de varias maneras. En esta sección se muestra una clasificación de TACs que apoyan de acuerdo a los problemas que los niños con autismo enfrentan. Los criterios de clasificación son: por los problemas que caracterizan al autismo, por proceso cognitivo, y por su forma de uso supervisada o no supervisada. Cabe mencionar que algunas TACs podrían incluirse en todas las clasificaciones según el criterio en el que se ordenen.

### 2.2.1. De acuerdo a los beneficios que la TAC aporta según los principales problemas que caracterizan al autismo

De acuerdo al Manual de Diagnósticos y Estadísticas (DSM-IV, [4]) los principales problemas que caracterizan a los niños con autismo son: interacciones sociales, lenguaje y comunicación verbal, y movimientos estereotipados. Con base en estos problemas existen trabajos en TACs que se enfocan en apoyar cada una de estas dificultades de los niños con autismo.

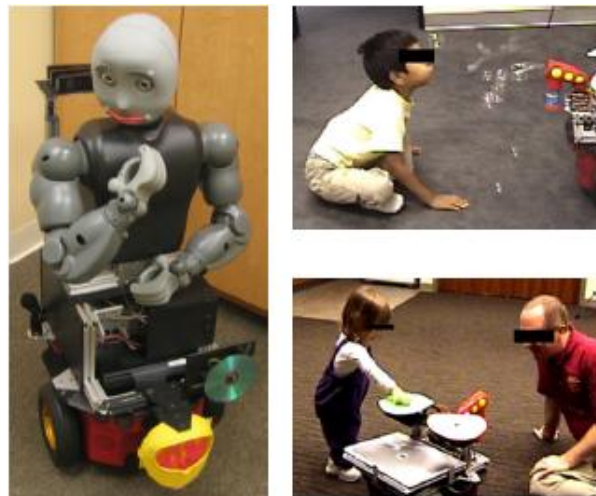
#### *Interacciones sociales*

Dentro de esta categoría existen diferentes métodos que se utilizan en las TACs para apoyar a los niños con autismo a desarrollar sus habilidades de interacción social, por ejemplo a través de robots [14, 37, 90, 172], a través de juegos [51], utilizando tabletas [86], realidad virtual [137, 166], modelado de videos [27], entre otros. A continuación se presentan algunos de estos trabajos.

El uso de robots se utiliza ampliamente con niños con autismo tanto de baja como de alta funcionalidad en terapias cognitivas para la práctica de interacciones sociales [14, 37, 90, 172]. Algunos estudios demuestran que los niños con autismo de baja funcionalidad están más atentos al interactuar y tomar turnos con un robot que con una persona [45]. Jordan et. al. [90] utilizó un robot para mejorar la atención, comunicación y habilidades sociales de niños con autismo. Estos tres aspectos se midieron mientras los participantes jugaban un juego de memoria con cartas. Los participantes fueron observados en tres condiciones, mientras jugaban sólo con las cartas, con las cartas en una pantalla, y con el robot. Los resultados indicaron que los participantes interactuaron más cuando usaron el robot.

*Robot behavior* (Figura 6) ayuda a los niños con autismo a mejorar su vocalización, a aprender ciertos gestos moviendo la cabeza y a saludar con la mano, movimientos que delimitan proximidad [37]. Inicialmente la idea de este trabajo fue comprobar que los niños con autismo tienden a mejorar sus habilidades de interacción social cuando interactúan con un robot, como otros habían establecido [14, 157, 181]. Una de las principales razones por las que un niño con autismo tiene problemas para

interactuar socialmente es que les es difícil iniciar una interacción, por lo que un robot que les ayude a desarrollar este comportamiento es de mucha utilidad [37]. El robot tiene una base móvil, con la forma de un torso con brazos, manos, cuello y cabeza. Se le agregaron unas bocinas que producen sonidos pre-grabados. También se puede equipar con juegos como el que sopla burbujas. El comportamiento del robot se diseñó para observar y mejorar las habilidades sociales del niño con autismo, entre las que se encuentran: atención, vocalización, movimientos, gestos y juegos. Con el objetivo de mejorar estas habilidades, el robot observa al niño utilizando un sistema de sensores en un cuarto. El robot fue configurado para realizar comportamientos sencillos para evitar que el niño piense que el robot es más inteligente que él. En los resultados del estudio se observó una notoria mejoría en el desarrollo de ciertos comportamientos y habilidades en los niños con autismo [37]. De aquí que este tipo de trabajos tienen el potencial para ayudar a los niños a aprender ciertas habilidades sociales, además que les son divertidos.



*Figura 6. El Robot Behavior [37] (izquierda); Niños aprendiendo a soplar y ejercitando su vocalización (derecha).*

Otras tecnologías se han enfocado en cómo enseñar a los niños con autismo a utilizar y desarrollar sus habilidades sociales a través de juegos, y de esta forma motivarlos a interactuar de manera correcta. Por ejemplo SIDES [135] (Figura 7 derecha), un juego de mesa multi-jugador que motiva a los niños con autismo a aprender las interacciones sociales y la toma de turnos. Como se ha mencionado los niños con autismo enfrentan dificultades para interactuar con otras personas, desde establecer un primer contacto, mantener la interacción y finalizarla adecuadamente. Los juegos como SIDES ayudan a motivar este aspecto, además de que muestran a los cuidadores evidencias para poder mejorar la enseñanza y aprendizaje de este tipo de habilidades. SIDES es un juego de rompecabezas electrónico para cuatro jugadores, se diseñó con reglas para aumentar la colaboración y disminuir la competencia. Al inicio de



una ronda cada jugador recibe nueve piezas diferentes con flechas, de tal forma que entre los cuatro jugadores nadie tiene piezas iguales. A los participantes se les invita a armar juntos un camino para que una rana vaya de un lugar a otro. Se pueden crear varios caminos para llegar a la meta, pero hay trayectorias donde se ganan más puntos, entonces los niños colaboran para tratar de encontrar el camino que les dé más puntos. El proyecto es interesante porque enseña a los niños con autismo a interactuar, ser pacientes con otras personas, y a hacer sugerencias. En general SIDES ayuda a los niños con autismo a colaborar para alcanzar un objetivo común, además es divertido y los motiva a trabajar juntos. Toda la dinámica se centra en un juego, y esto los motiva a estar interactuando. Los resultados de la evaluación de este sistema muestran que los niños por lo general no lograban generar una charla espontánea y además tenía que estar una persona que guiara los turnos y disipara conflictos. SIDES fomenta la interacción social dentro de un salón de forma guiada por los cuidadores, con el objetivo del juego.



*Figura 7. Tres niños jugando con Topobo [51] (izquierda); Cuatro estudiantes jugando SIDES [135] en una sesión de prueba (derecha)*

Topobo [51] que se ilustra en la Figura 7, es otro juego basado en piezas que se ensamblan que ayuda a los niños a interactuar, aprenden a tomar turnos, ser pacientes, compartir ideas y trabajar en grupo. Este tipo de actividades que permiten la colaboración entre los niños se realizan gracias al juego.



*Figura 8. Music [87], composiciones de música de forma colaborativa.*

Por otro lado Hourcade et. al. [86, 87] ha estudiado el uso de tabletas “multitouch” para mejorar las habilidades de colaboración de niños con autismo. A través de diferentes aplicaciones los niños con autismo utilizan una sola tableta para realizar una composición musical. Por ejemplo en la aplicación Music [87] (Figura 8), un grupo de niños componen música agregando notas, los niños toman turnos para ir agregando notas a la composición. Con esta aplicación los niños aprendieron a tomar turnos, y además desarrollaron su motricidad fina.

Por otro lado existen TACs que apoyan para mejorar la atención de niños con autismo en interacciones sociales utilizando ambientes virtuales [137, 166]. ECHOES [137] es un proyecto cuyo objetivo es crear un ambiente 3D interactivo para que los niños con autismo exploren y adquieran habilidades sociales. En ECHOES (Figura 9) los niños interactúan con agentes virtuales inteligentes en situaciones sociales realistas. El niño y los agentes interactúan en un jardín multimodal en 3D que tiene varios objetos interactivos, mismos que pueden ser el foco de atención. Los niños pueden manipular su ambiente “tocando” los objetos en una pantalla LCD.



*Figura 9. Un niño con autismo interactuando con ECHOES [137].*

VidCoach [175] (Figura 10) es un ejemplo de TAC ubicua que utiliza modelado de video para apoyar a adultos jóvenes con autismo a practicar sus habilidades sociales y de comunicación en entrevistas de trabajo. En el sistema el joven puede ver pasivamente un video completo de un ejemplo de entrevista, también puede ver escena por escena y participar activamente tomando el papel del entrevistado y grabar su versión. Antes y después de cada parte de la entrevista el sistema proporciona sugerencias cognitivas para fortalecer el desarrollo de las habilidades del joven con autismo.



*Figura 10. VidCoach [175] permite a adultos jóvenes con autismo practicar una entrevista de trabajo.*

### *Lenguaje y comunicación verbal*

Existen otras TACs que se enfocan en apoyar los problemas de lenguaje y comunicación verbal del niño con autismo. Por ejemplo están los que ayudan a desarrollar el lenguaje y comunicación [114, 122]; otros que utilizan la comunicación alternativa y aumentada (AAC<sup>3</sup>) [23, 39, 63, 106, 122]; y otros que promueven el desarrollo del lenguaje retroalimentando la pronunciación, y mejorando y reemplazando el lenguaje verbal [52, 73].

Existe una extensa literatura [23, 39, 63, 106, 122] en el área de AAC, que aborda las necesidades de comunicación de personas con autismo [13], en muchos casos para personas que no tienen desarrollado el lenguaje. En algunos de estos trabajos, los niños con autismo utilizan algún dispositivo que pronuncia palabras o pequeñas frases en su lugar para comunicar que es lo que quieren o necesitan [23, 39, 63]. Dynavox [173] y los AAC son sistemas de comunicación con salida de voz, que ayudan a las personas con autismo y con otras discapacidades a tener una alternativa para comunicarse (Figura 11). A este tipo de sistemas se les denomina Speech Generating Devices (SGDS por sus siglas en inglés). El resultado del uso de los SGDS demuestra que estos dispositivos son importantes para las personas que los utilizan y que mejoran su capacidad de comunicación [63]. Esta tecnología funciona muy bien dentro de un salón de clases o en casa, donde el SGDS está conectado y ubicado de manera estacionaria, sin embargo, por sus características físicas no brindan el soporte de forma móvil. En este mismo sentido pero en contextos móviles y dinámicos encontramos a Proloquo2Go y TapToTalk (de Assistyx LLC). Proloquo2Go [18] y TapToTalk son sistemas portátiles AAC que se ejecutan en un iPhone o iPod touch. Se pueden utilizar para satisfacer las diversas necesidades de las personas con trastornos del espectro autista y tienen dificultades para utilizar el habla para cumplir con sus necesidades de comunicación primaria. Estos dos sistemas son de gran ayuda para esta comunidad en contextos móviles y dinámicos, permitiéndoles comunicarse e interactuar socialmente. En la Figura 11 se muestra un ejemplo de tecnología AAC, el niño la utiliza presionando botones que son figuras que se refieren a alguna palabra o frase que el niño desea pronunciar y comunicar, y este sistema lo hace por él. Este tipo de sistemas han tenido mucho éxito porque han permitido que los niños con autismo de baja funcionalidad logren comunicarse para satisfacer sus necesidades [122].

---

<sup>3</sup> AAC, *Augmented and Alternative Communication*



*Figura 11. Niño con autismo utilizando tecnología AAC*

Trabajos como el Simon Says ayudan a enseñar y a analizar las habilidades del lenguaje a través del reconocimiento de voz [106]. El Discrete Trial Trainer<sup>4</sup> es un software comercial que intenta reemplazar al terapeuta mediante la administración de una terapia semejante a través de la computadora. Esos dos sistemas pretenden funcionar en lugar del maestro o terapeuta, lo que es significativo para el soporte en algunas de las labores de enseñanza. Además su uso se puede extender a los hogares de los niños con autismo, siempre y cuando se cuente con la tecnología requerida.

#### *Movimientos estereotipados*

Existen grandes retos en la literatura de autismo que lleven a entender las causas posibles de los movimientos estereotipados de niños con autismo y el impacto que pueden causar en sus vidas [16, 109]. Si estos comportamientos no se abordan pueden interferir con las habilidades de los niños con autismo para desempeñar tareas, adquirir nuevas habilidades, e incluso en niveles extremos pueden causar que se auto lesionen su cuerpo. En consecuencia se han diseñado TACs orientadas a entender estos problemas, principalmente encaminadas a entender la causa de este comportamiento.

Existen varios trabajos en la literatura de las TACs que se dedican a detectar cuando se presenta un movimiento estereotipado. Estas TACs utilizan tecnología vestible con sensores que detectan los movimientos estereotipados, su cantidad y tiempo de duración. Goodwin et. al. [66] y Albinali et. al. [1] exploraron el uso de tecnología vestible con acelerómetros para detectar los movimientos estereotipados de niños con autismo. Estos trabajos mostraron que con la tecnología que usaron se pueden detectar los movimientos estereotipados con una precisión del 89.5%, lo que resulta suficiente, en comparación con los métodos tradicionales, para poder ayudar a un niño con autismo antes de que se autolesione. Lo

---

<sup>4</sup> [www.dttrainer.com](http://www.dttrainer.com)

anterior considerando que el detectar de una manera efectiva los movimientos estereotipados de niños con autismo es muy complicado debido a la misma complejidad del dominio. Esto debido a que existe una considerable variación entre los tipos, duración, frecuencia y consistencia en que los niños con autismo presentan movimientos estereotipados. De acuerdo a lo anterior la captura de estos comportamientos se dificulta y es propensa a errores, aun con expertos en el dominio.

Nazneen et. al. [125] desarrolló un sistema que colecta datos contextuales relacionados con el estado psicológico del individuo con autismo y su ambiente externo, y con estos datos se trata de crear una correspondencia con la ocurrencia de los movimientos estereotipados. La idea de Nazneen et. al. fue, más que detectar los movimientos estereotipados, inferirlos.

### 2.2.2. De acuerdo al proceso cognitivo que apoyan

El autismo se caracteriza por tener problemas en los procesos cognitivos de atención, memoria y procesamiento de la información [138]. Con base en esto se han desarrollado diferentes TACs que asisten a los niños con autismo en cada una de estos procesos cognitivos. Sin embargo estas TACs por lo general se enmarcan en los problemas que caracterizan al autismo, sin profundizar en el proceso cognitivo. Por ejemplo una TAC que ayuda a un niño con autismo a desarrollar sus habilidades sociales (*e.g.*, problema que caracteriza al autismo) usando un robot, en la literatura lo relacionan con que mejora los problemas de memoria y atención al recordarle al niño con autismo lo que tiene que hacer cuando interactúa socialmente.

#### *Atención y Memoria*

Los problemas de atención y memoria de niños con autismo tienen un impacto mayor en el desarrollo cognitivo y social [127], de aquí que la mayoría de las TACs se enfocan en apoyar estos aspectos. Los trabajos que se registran en la literatura de las TACs que apoyan los procesos cognitivos de atención y memoria de niños con autismo lo exploran con la práctica y desarrollo de habilidades sociales.

Existe otro grupo de investigaciones que analizan como captar/dirigir la mirada de los niños con autismo [123, 155] para mejorar los problemas de atención, utilizando tecnología de seguimiento de los ojos (*e.g.*, eye tracking en inglés) y orientación de la cara. Por ejemplo el propósito del Proyecto AutiSTIC [123] es mejorar el desarrollo de videojuegos, el diagnóstico, y el entrenamiento de niños con autismo. Su estrategia es analizar la mirada y orientación de la cara de los niños con autismo cuando están utilizando un videojuego, y así determinar cómo realizar los diseños de los videojuegos. La mayor contribución de

este proyecto es el de mejorar las herramientas de medición de parámetros de atención a través del uso de videojuegos.

Una de las características de los problemas de los niños con autismo es que tienen un repertorio restrictivo de actividades de interés [4]. En este campo restringido de intereses los niños con autismo demuestran que son capaces de mantener atención sostenida por periodos largos de tiempo [22, 25, 57]. En este sentido las TACs deben de diseñarse de tal forma que sean del interés de los niños con autismo. Como se presentó en el Capítulo 1, los niños con autismo se benefician de soporte visual [138], además de que demuestran fortalezas en el procesamiento visual [67] en lugar del verbal. De acuerdo a esto es importante también considerar este tipo de soporte visual en las TACs que se diseñen para niños con autismo.

Bartoli, L. et. al. [5] demostró que el uso de juegos basados en movimiento<sup>5</sup> (*e.g.*, Kinect) en niños con autismo tiene un efecto positivo en los problemas de atención. Bartoli, L. utilizó la prueba estandarizada de búsqueda visual “Prueba de Campana” [58], que mide la precisión y velocidad en la que se encuentran imágenes (*e.g.*, campanas) en una matriz de varias imágenes similares. En el estudio se aplicó esta prueba en tres etapas: antes de que el participante utilizara el juego de Kinect, al término de cada una de las sesiones donde el niño jugó Kinect, y siete días después de haber jugado con Kinect. Los resultados indicaron que los niños con autismo mejoraron su tiempo de atención sostenida mientras realizaban la “Prueba de Campana” cuando estaban usando el video-juego. También los resultados proporcionan ideas de cómo diseñar juegos basados en movimientos para niños con autismo, y presentan un cuerpo de datos donde se exponen las experiencias de los niños con autismo al utilizar este tipo de tecnología. Sin embargo aun existen dudas con respecto a si los resultados que se observaron podrían persistir en cualquier otra actividad o terapia del niño con autismo. En este sentido hacen falta estudios que demuestren como se pueden desarrollar las TACs para mejorar la atención de niños con autismo, y de esta manera contribuir a su desarrollo.

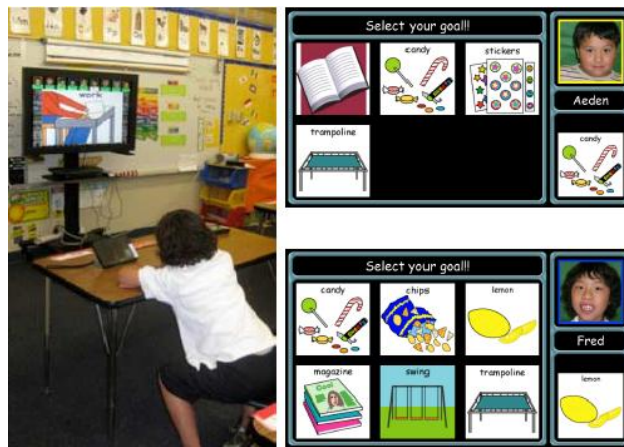
### *Procesamiento de la información*

El procesamiento de la información se refiere a la habilidad de las personas para, una vez que se capta la información, organizar e interpretar la información que se sensa y darle un significado [161]. En este sentido los problemas de atención afectan el procesamiento de la información [64], de tal forma que si no se captura la información no se tiene nada para interpretar.

---

<sup>5</sup> Los videojuegos basados en movimiento son juegos computacionales que requieren de un esfuerzo físico de los usuarios. Estos videojuegos ofrecen beneficios a la salud física [158].

vSked [80] es una TAC que proporciona soporte dentro de clases, para ayudar a niños con autismo a organizar e interpretar las actividades que debe hacer, a través del uso de un “tipo horario” interactivo. En la Figura 12 se muestran las interfaces de la TAC vSked [80] que se utilizan para crear, facilitar y ver el progreso de las actividades en clase utilizando una agenda visual electrónica e interactiva. Los niños con autismo utilizan una tableta (Figura 12), en donde el sistema le indica las actividades que debe hacer, cada vez que el niño termina una actividad el sistema le muestra recompensas y le indica la siguiente actividad por hacer.



*Figura 12. La pantalla grande (izquierda) que controla la maestra al frente, y se sincroniza con las agendas de cada niño (derecha) [80].*

De esta forma también las TACs que organizan la información sensada (e.g., a través de los cinco sentidos) para ayudar a los niños con autismo por ejemplo a interactuar socialmente, también se podría clasificar en esta sub-categoría.

### 2.2.3. De acuerdo a su uso supervisado y no supervisado

La mayoría de los entrenamientos terapéuticos de niños con autismo que utilizan TACs se realizan bajo la supervisión de un cuidador que los guíe para usar la TAC y los ayude a realizar actividades que contribuyan a desarrollar sus habilidades. Por lo general este uso supervisado de TACs se da dentro de un ambiente tipo clases donde las maestras supervisan el seguimiento de la terapia cognitiva y la práctica de las habilidades. Cuando los niños con autismo salen del salón de clases y no cuentan con un cuidador que los supervise, los problemas para seguir la terapia cognitiva y practicar las habilidades se acentúan.



### *Supervisadas*

El uso supervisado de una TAC en esta tesis se refiere a las situaciones donde el niño con autismo está usando la TAC dentro de una terapia cognitiva supervisada y guiada por una maestra. Con base en las TACs ubicuas de apoyo a autismo que se presentaron anteriormente en este Capítulo, se puede identificar que la mayoría de ellos son de uso en situaciones supervisadas (Tabla 1). En la Tabla 1 se presenta una clasificación de las TACs que se presentaron donde se pueden identificar las que se consideran de uso supervisado y no supervisado.

*Tabla 1. Clasificación de TACs en autismo.*

| TAC                         | Problema que caracteriza al autismo |                         |                            | Proceso cognitivo  |                                 | Uso         |                |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------|----------------|
|                             | Sociales                            | Lenguaje y Comunicación | Movimientos estereotipados | Memoria y Atención | Procesamiento de la información | Supervisado | No supervisado |
| Jordan et. al. [90]         | X                                   | X                       |                            | X                  |                                 | X           |                |
| Robot behavior [37]         | X                                   | X                       |                            |                    |                                 | X           |                |
| SIDES [135]                 | X                                   |                         |                            |                    |                                 | X           |                |
| Topobo [51]                 | X                                   |                         |                            |                    |                                 | X           |                |
| Music [87]                  | X                                   |                         |                            |                    |                                 | X           |                |
| ECHOES [137]                | X                                   |                         |                            | X                  |                                 | X           |                |
| VidCoach [175]              | X                                   |                         |                            |                    |                                 | X           |                |
| Dynavox [173]               |                                     | X                       |                            |                    |                                 | X           |                |
| Proloquo2Go [18]            |                                     | X                       |                            |                    |                                 |             | X              |
| TapToTalk (de Assistyx LLC) |                                     | X                       |                            |                    |                                 |             | X              |
| Simon Says [106]            |                                     | X                       |                            |                    |                                 | X           |                |
| Discrete Trial Trainer      |                                     | X                       |                            |                    |                                 |             | X              |
| Proyecto AutiSTIC [123]     |                                     |                         |                            | X                  |                                 | X           |                |
| vSked [80]                  | X                                   |                         |                            |                    | X                               | X           |                |

### *No supervisadas*

El uso no supervisado de una TAC en esta tesis se refiere a las situaciones donde el niño con autismo está usando la TAC dentro de una terapia cognitiva que no está siendo supervisada y guiada por una maestra.

El uso de TACs que permita a los niños con autismo interactuar en situaciones no supervisadas sugiere que éstas se utilicen para apoyar el desarrollo y uso de habilidades sociales, uno de los principales

problemas que caracterizan al autismo. Sin embargo hacen falta en la literatura de TACs trabajos que apoyen a los niños con autismo en estas situaciones. Alrededor de esto se presentan retos en las TACs que permitan resolver dudas acerca de experiencias de uso de sistemas (e.g., diseño) y la tecnología (e.g., tipo –móvil, tangible, ubicua, vestible- y dispositivos –tableta, teléfono inteligente, sensores, proyectores-) adecuada para apoyar a los niños con autismo en estas situaciones no supervisadas. Aunado a lo anterior también se requiere analizar el impacto de uso de TACs en niños con autismo para brindarles el soporte que regularmente lo ofrece un cuidador.

## 2.3. Oportunidades para el desarrollo de TACs que proporcionan soporte al proceso cognitivo de atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo

Los resultados de los estudios que aquí se presentan resaltan la importancia del uso de TACs para contribuir al desarrollo de niños con autismo.

Las TACs que apoyan el proceso cognitivo de atención de niños con autismo se han enfocado en practicar de manera supervisada sus habilidades sociales utilizando juegos, ambientes virtuales, y robots. Como se presentó en el Capítulo 1 los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo, tanto en terapias supervisadas como no supervisadas, hacen que las terapias cognitivas sean incompletas e ineficientes, lo que impacta en el desarrollo de niños con autismo. De esta forma las oportunidades para el desarrollo de TACs que proporcionan soporte en terapias cognitivas de niños con autismo son:

- Desarrollar tecnología, algoritmos y sistemas adecuados para que niños con autismo puedan estar atentos y reduzcan sus problemas de manierismos mientras que están en terapias cognitivas.
- Realizar estudios que exploren el uso de TACs ubicuas que apoyen a los niños con autismo a mejorar sus problemas de atención y movimientos estereotipados durante terapias cognitivas tanto supervisadas como no supervisadas.
- Realizar estudios que proporcionen una evidencia de la eficacia del uso de TACs ubicuas para apoyar los problemas de atención y manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas tanto supervisadas como las no supervisadas.

El desarrollo de estas investigaciones podrán contribuir a mejorar nuestro entendimiento de cómo los niños con autismo interactúan con TACs ubicuas en terapias cognitivas, y así poder desarrollar la

tecnología adecuada. Adicionalmente podremos visualizar el impacto de uso de TACs ubicuas en terapias cognitivas de niños con autismo, lo que podrá generar nuevas líneas de investigación que estudien como desarrollar TACs adecuadas para la población de autismo y proceso cognitivo específico.

## 2.4. Resumen

En este capítulo se presenta el trabajo relacionado de las TACs que apoyan el proceso cognitivo de atención. También se presenta una clasificación de las TACs en apoyo a autismo de acuerdo a las variables que interesan en este trabajo de investigación. Después se describe el reto de las TACs el cual resalta la importancia de explorar y evaluar el uso de TACs ubicuas para mejorar la atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas. En los siguientes capítulos se describe cómo las TACs ubicuas pueden mejorar el proceso cognitivo de atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.

## Capítulo 3

### MOBIS: Un sistema ubicuo que proporciona soporte a niños con autismo para identificar objetos en una terapia supervisada

En este Capítulo se describe el primer estudio formativo del trabajo de investigación. El objetivo de este estudio formativo fue complementar el entendimiento del problema y diseñar un prototipo que ejemplifique como las TACs ubicuas pueden apoyar a niños con autismo en terapias supervisadas. El estudio se realizó en *Pasitos Preescolar Especial, A. C.* con el objetivo de entender las terapias cognitivas que se enfocan en apoyar a los niños con autismo en la identificación y discriminación de objetos. *Pasitos Preescolar Especial, A. C.*, es una institución que atiende a cerca de 60 niños con autismo divididos en 6 grupos en horario escolar. Se describe la metodología del estudio, y los resultados obtenidos, mismos que ayudaron a diseñar escenarios de uso y prototipos de baja fidelidad de TACs ubicuas para mejorar la atención de niños con autismo en terapias cognitivas en situaciones supervisadas. En este capítulo también se describe el diseño e implementación de MOBIS. MOBIS, Mobile OBject Identification System, por sus siglas en inglés, es una TAC ubicua que imita las estrategias y prácticas actuales que las maestras de Pasitos utilizan para apoyar a los niños con autismo en las terapias cognitivas de discriminación e identificación de objetos.

#### 3.1. Entendiendo las terapias cognitivas para apoyar a los niños con autismo con sus problemas de identificación de objetos

El objetivo de este estudio contextual fue entender las prácticas que las maestras utilizan en Pasitos Preescolar Especial<sup>6</sup> A. C. para apoyar a los niños con autismo a identificar y discriminar objetos, los materiales que utilizan y los problemas que enfrentan, así como también las estrategias que se utilizan para resolver estos problemas.

##### 3.1.1 Metodología

---

<sup>6</sup> Por simplicidad se utilizará 'Pasitos' para referirme a Pasitos Preescolar Especial. [www.pasitos.org](http://www.pasitos.org)

Durante tres meses se realizó un estudio cualitativo para complementar nuestro entendimiento de las estrategias que las maestras y estudiantes utilizan durante la terapia cognitiva de discriminación e identificación de objetos (Figura 13).



Figura 13. Fotografías de las sesiones en Pasitos de terapias de discriminación/identificación de objetos.

### 3.1.1.1. Características de los informantes

En esta sub-sección se describe las características del lugar donde se hizo el estudio, además se describe a los informantes.

#### *Pasitos*

Pasitos Preescolar Especial, A. C., es la clínica donde se realizó el estudio. Esta se encuentra localizada en la ciudad de Tijuana, Baja California México y opera desde el año de 1998. Su objetivo principal es el de dedicarse a atender a niños con autismo con el deseo de lograr su integración a la sociedad y mejorar su calidad de vida mediante la atención personalizada por un equipo interdisciplinario de psicólogos clínicos, infantiles y educativos además de terapeutas de lenguaje y neurólogos. Aparte de contar con un programa escolarizado, los estudiantes reciben terapias de lenguaje, conductuales y consultas médicas con neurólogos. Sin importar la edad que el niño con autismo posea o el grupo donde se encuentre integrado, cada actividad que ejecuta desde la llegada a la clínica es una oportunidad para estimular el funcionamiento cognitivo a través de actividades que inciten la deducción, predicción, asociación, el cálculo y la memoria. Pasitos promueve ejercicios para estimular la motricidad del niño con autismo (*e.g.*, capacidad de generar movimientos por sí mismos). Para ello, la clínica integra en las actividades, ejercicios y juegos que tengan como finalidad el desarrollar la *motricidad fina* por medio de ejercicios o movimientos de precisión con las manos (*e.g.* el tomar con los dedos objetos muy pequeños y meterlos en una caja). Del mismo modo, Pasitos incorpora en los objetivos del niño con autismo actividades que involucren la práctica en la *motricidad gruesa* por medio de actividades o movimientos

con todo el cuerpo (*e.g.*, cachar o patear una pelota). Para complementar la enseñanza, Pasitos integra actividades que estimulen el proceso sensorial, sobre todo porque los niños con autismo son hipersensibles y necesitan identificar sensaciones como el calor, el frío, el dolor, entre otros. Pero sobre todo, en la clínica ejercitan la ejecución de actividades de autoayuda que promuevan en el niño un funcionamiento autónomo para poder atender las tareas propias del cuidado personal, como por ejemplo las Actividades de la Vida Diaria (ADL, por sus siglas en inglés). Las ADL incluyen actividades como vestirse, peinarse, el ir al baño (*e.g.*, desde el control de esfínteres), lavarse las manos, lavarse los dientes y con niños con autismo mayores de 11 años, hasta practicar el prepararse sencillas comidas (*e.g.* ensalada de atún). Adicionalmente en Pasitos se practican actividades para el desarrollo cognitivo que permita conocer el ambiente que los rodea, por ejemplo conceptos como arriba-abajo, grande-pequeño, igual-igual, identificar objetos, discriminar objetos, diferentes formas de objetos, colores, formas, etc. Esto con el fin de lograr el objetivo principal que es el promover el desarrollo de independencia de los niños con autismo.

En el programa escolarizado, que es en el turno matutino, se atienden a niños con autismo entre 2 y 20+ años de edad divididos en grupos de 10 estudiantes<sup>7</sup> aproximadamente. En cada grupo existe una maestra titular del grupo y pueden contar también con la asistencia de otras maestras (*e.g.*, por lo general una o dos). Actualmente Pasitos cuenta con 6 grupos, pero al momento del estudio había sólo 4. La agrupación para dividir a los estudiantes se hace por la edad del estudiante, y como segundo criterio su funcionalidad. En el programa escolarizado se realiza un programa individual para atender el desarrollo cognitivo de las necesidades de cada estudiante, de acuerdo a las variaciones de las dificultades que tiene el estudiante en particular dentro del espectro autista. De acuerdo a lo anterior en cada grupo cada estudiante realiza diferentes actividades según su programa. Para poder cubrir con las actividades que cada uno de los estudiantes tiene en su programa individual, cada salón está dividido en 5 diferentes áreas: autoayuda, uno a uno, independiente, grupal, y tiempo fuera. En el área de autoayuda se practican actividades dirigidas por la maestra como el aseo y cuidado personal; en la de uno a uno se practican actividades dirigidas por la maestra como discriminación de objetos; en la de independiente las maestras no dirigen al estudiante sólo le proporcionan un material o juguete y lo dejan que lo use; en la grupal se practican actividades recreativas como juegos de mesa y música, también se practican ADLs como hacer comida sencilla. Finalmente el área de tiempo fuera, es cómo el lugar de ‘castigo’, las maestras llevan a un estudiante a esta área cuando el estudiante está presentando problemas de comportamiento como por ejemplo berrinches.

---

<sup>7</sup> Me referiré a estudiantes como a los estudiantes con autismo

En el turno vespertino se atienden a estudiantes en terapias especializadas con objetivos particulares. Por ejemplo terapias de lenguaje, de comunicación, académicas, sociales, etc. Estas terapias se llevan a cabo en una sala pequeña especial y por lo general se atiende al niño individualmente.

Con respecto a su infraestructura, Pasitos se compone de dos edificios de un piso, donde las áreas de enseñanza y terapia se localizan en el edificio más grande y las áreas administrativas en el edificio menor (Figura 14). El edificio de enseñanza se encuentra dividido por cuatro salones, una sala de cómputo, tres salitas individuales para las terapias, área de cocina, salón general de usos múltiples, recepción, y el área de baños divididos por sexo. En Pasitos, más del 65% de la matrícula se encuentra becada y es una institución que es apoyada por donaciones.



*Figura 14. Mapa de la clínica Pasitos al momento del estudio.*

### *Informantes*

Los informantes que participaron en el estudio incluyen 13 maestras y 40 estudiantes con autismo.

### **Personal de Enseñanza**

El personal de enseñanza está compuesto por cuatro maestras titulares, cuatro maestras auxiliares y tres maestras de apoyo<sup>8</sup>. Las maestras de apoyo se rotan en los grupos para auxiliar de manera equitativa a las maestras titulares y auxiliares. Cabe destacar que en el momento que se realizó el estudio, se encontraba una maestra sombra<sup>9</sup>. El personal de esta área es de sexo femenino y tienen formación en psicología. Con respecto a la interacción con los estudiantes, independientemente del cargo, las maestras<sup>10</sup> se dividen la misma cantidad de estudiantes a su cuidado (3 a 5 estudiantes), teniendo las mismas responsabilidades en su cuidado. Las maestras son directamente responsables de un grupo específico de estudiantes. Una de las actividades más importantes de las maestras es determinar los objetivos individuales de cada estudiante y realizar un plan que determine las terapias que apoyarán este estudiante a cumplir con los objetivos específicos designados (*e.g.*, contacto visual por más tiempo, discriminación del objeto calendario, atarse las cintas). Las maestras establecen los objetivos al inicio del ciclo escolar, y las terapias que impartirán en el grupo asignado. Las maestras también deben realizar material de trabajo (*e.g.*, horarios de trabajo) para las actividades diarias. Aunque debido a la demanda de tiempo que cada estudiante necesita, en ocasiones las maestras tienen que hacer los materiales en casa. Además las maestras deben mantener la documentación de monitoreo de cada estudiante en las actividades del día para posteriormente efectuar los reportes de avance de cada estudiante.

### **Estudiantes con Autismo**

Los niños con autismo que asisten a Pasitos, en su mayoría tienen bajo nivel de funcionalidad, son no verbales, su edad oscila entre 2 y 19 años, y están distribuidos en cuatro grupos. Los estudiantes tienen problemas en su motricidad fina y gruesa, lenguaje, comunicación, socialización, conducta, aprendizaje, y ejecución de actividades (*e.g.* necesitan ayuda para realizar actividades sencillas como ir al baño o ponerse un suéter). En total son 40 estudiantes, 7 mujeres, lo que corresponde con la estadística del 2009 que reporta el Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos donde se establece que la prevalencia es 4 a 5 veces mayor en niños. Los estudiantes generalmente interactúan de manera pasiva, *i.e.*, sólo escuchan y/o observan lo que las maestras le comunican, ya sea verbal o visualmente (*e.g.*,

---

<sup>8</sup> Son estudiantes de psicología que realizan sus prácticas en Pasitos

<sup>9</sup> Este tipo de maestras acompañan en todo momento al niño con autismo con la finalidad de que se integre en una escuela regular y una vez por semana refuerzan los conocimientos regresando a la clínica.

<sup>10</sup> Por comodidad de lectura a partir de este momento me referiré a las maestras titulares, maestras auxiliares y practicantes como maestras exceptuando los momentos donde se necesiten diferenciar.



mediante herramientas visuales). En la mayoría de los casos las respuestas verbales de los estudiantes son palabras sencillas (*e.g.* si, no o ayúdame). Además, el nivel cognitivo<sup>11</sup> del estudiante es un factor que no depende de la edad, esto trae como consecuencia que algunos estudiantes cuenten con mayor desarrollo cognitivo que otros de mayor edad.

### 3.1.1.2. Recolección de datos

Se utilizaron técnicas participativas: observación estructurada y entrevistas semi-estructuradas. La observación se realizó en los cuatro grupos de la clínica. Diariamente se observó a los estudiantes y sus maestras en sus actividades diarias (Figura 13). Las entrevistas se aplicaron a las maestras titulares, auxiliares, y a las practicantes.

#### *Entrevistas semi-estructuradas*

Se realizaron 13 entrevistas semi-estructuradas ( $t=08:47:56$ ,  $m=0:40:37$ ,  $sd=0:11:01$ ) con 13 maestras de Pasitos. Los temas que se abordaron en las entrevistas incluyen: terapias, sugerencias, recompensas, monitoreo, registro, artefactos, problemas y estrategias (Apéndice A). Las entrevistas se grabaron y después se transcribieron para su análisis posterior.

#### *Observaciones directas*

Se realizaron 75 horas de observación pasiva no participativa, además se capturaron notas y fotografías. Se video-grabaron las actividades realizadas durante las actividades diarias en 4 grupos de Pasitos: grupos A, B, C y D (Tabla 2).

*Tabla 2. Estudiantes participantes en el estudio contextual.*

| <i>Grupo</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Edad</i> | <i>Funcionalidad</i> |
|--------------|-----------------|-------------|----------------------|
| A            | 10              | 3 a 6       | Baja/Media           |
| B            | 10              | 5 a 7       | Baja/Media           |
| C            | 10              | 6 a 7       | Baja/Media           |
| D            | 10              | 8 a 19      | Baja/Media           |

Durante la observación se documentaron notas, fotografías y video de las acciones generadas por la maestra y el estudiante durante la terapia.

<sup>11</sup> Es el nivel que tiene el ser humano de ejecutar los procesos que permiten evaluar los acontecimientos que ocurren, prever otros que podrían ocurrir y actuar de acorde a la experiencia.

El estudio se realizó en dos etapas. La primera etapa, duró 2 meses, y tuvo por objetivo de obtener un entendimiento en el proceso general del ambiente de trabajo, identificar los artefactos que se utilizan, y entender los problemas de coordinación e interacción. La segunda etapa abarcó el tercer mes, donde la finalidad de las observaciones fue el conocer los problemas y estrategias de los estudiantes y las maestras en la terapia de identificación/discriminación de objetos. En este último mes sólo se observaron los primeros 3 grupos (*e.g.*, A-C) ya que sólo en estos se practica la terapia que se estaba analizando.

### *3.1.1.3. Análisis de datos*

Se utilizaron Diagramas de Afinidad [108] y Técnicas de Teoría fundamentada [31] para analizar los datos recolectados. Se agruparon las citas que se obtuvieron de las entrevistas y observaciones directas. Los diagramas de afinidad se realizan para categorizar los datos que se recolectan e identificar los patrones de interés. En esta técnica se analizan las transcripciones de las observaciones y de las entrevistas, se identifican los patrones que emergen de los datos. Estos patrones se clasifican y se filtran por nivel de aparición en las transcripciones y se va formando un árbol jerárquico que permite clasificar los temas emergentes. Se realizan varias iteraciones conforme se van encontrando nuevos patrones hasta que se llega a saturación de datos. Las técnicas de teoría fundamentada ayudan a desarrollar un conjunto bien integrado de conceptos que proporcionan una explicación teórica completa de los fenómenos sociales bajo estudio [34]. Por ejemplo en este estudio se utilizó la técnica de teoría fundamentada, codificación abierta, que consiste en un proceso interpretativo en el cual los datos se desglosan analíticamente. En la codificación abierta los eventos/acciones/interacciones se comparan con otros para encontrar similitudes o diferencias; se les da etiquetas conceptuales y se agrupan en categorías y sub-categorías. El objetivo de este análisis fue identificar los problemas de los estudiantes en la terapia, las estrategias que utilizan las maestras ante los problemas, los materiales, así como la estructura y dinámica de la terapia. Para lograr ese objetivo los diagramas de afinidad y las técnicas de teoría fundamentada fueron un complemento ideal de ayuda para entender este fenómeno de estudio.

## **3.1.2. Resultados**

Como resultado del análisis de los datos del estudio contextual se obtuvo la descripción de la terapia de discriminación/identificación de objetos y, los problemas y estrategias durante la terapia cognitiva de discriminación/identificación de objetos, los cuales se describen a continuación.

### *3.1.2.1. Terapia cognitiva de discriminación de objetos*

Una terapia cognitiva involucra la obtención de conocimiento y/o habilidad a través de la experiencia, los pensamientos y los sentidos [142]. Dentro de la terapia cognitiva, existen diferentes actividades para mejorar y/o apoyar problemas específicos, utilizando diferentes clases de materiales (e.g., objetos, tarjetas). Las maestras realizan las actividades guiándose en la *enseñanza por bloques discretos* (e.g., discret trial teaching, en inglés) [151] y técnicas de *estímulo-respuesta-recompensa* [85], donde se utilizan objetos físicos para enseñar habilidades básicas como manejo de atención, atender indicaciones, e imitación [151]. Este método de *enseñanza por bloques discretos* divide las tareas en pequeños componentes que se llaman ensayos. Este método exige que el estudiante realice repeticiones de una tarea en particular. A estas repeticiones se les conoce como ensayos dentro de una terapia. En Pasitos las maestras realizan a lo más 10 ensayos por terapia, por ejemplo 10 ensayos para discriminar el objeto “vaso”.

La terapia de identificación de objetos es muy similar a la de discriminación, la única diferencia es que sólo se utiliza el objeto de interés y éste es el que se le pide al estudiante. La selección de la terapia depende del desarrollo del niño. En las observaciones se identificó que cuando la maestra se da cuenta que el estudiante está presentando más problemas de atención entonces utiliza la de identificación de objetos en la lugar de la de discriminación. En ambos casos los objetos que se utilizan en las terapias pueden ser reales (e.g., vaso, cuchara, tenedor, cuaderno, silla) o también pueden ser tarjetas con ilustraciones de objetos físicos reales.

### *3.1.2.2. Problemas y estrategias durante la terapia cognitiva de discriminación de objetos*

Durante la terapia los estudiantes enfrentan problemas de atención y comportamiento, mismos que impactan negativamente en sus planes de desarrollo.

#### *3.1.2.2.1. Movimientos estereotipados*

Adicionalmente se observó que los niños con autismo presentan muchos problemas de movimientos estereotipados (Tabla 3) mientras realizan la terapia. Los movimientos estereotipados también conocidos como manierismos (Figura 15), pueden causar que los niños con autismo se auto-agredan, rompan algo o que algo caiga sobre ellos y los lastime [124]. Estos problemas de movimientos estereotipados se han analizado de desde distintas perspectivas en la literatura [24, 84, 124], sin embargo aun no es claro cómo solucionarlo.



*Figura 15. Estudiante con autismo presentando problemas de movimientos estereotipados en una terapia cognitiva de discriminación de objetos.*

En las observaciones se identificó que este problema impacta negativamente el desempeño del estudiante en la terapia (Figura 15), además de que promueve el dejar de estar atentos a la terapia. Se observó que en el momento en que un estudiante presenta movimientos estereotipados inmediatamente deja de estar atento a la terapia. En la Tabla 3 se presentan los problemas movimientos estereotipados de los estudiantes y las estrategias que las maestras utilizan para ayudarlos.

#### *3.1.2.2.2. Atención durante la terapia*

Los niños frecuentemente pierden atención durante los ensayos de una actividad; por ejemplo, una maestra explicó durante una entrevista.

*“Ellos por su condición, sus periodos de atención son más cortos” (Elizabeth, maestra)*

*“El objetivo en las terapias primeramente es mantener la atención, porque luego muchos niños están volteando a los lados o se están moviendo, entonces primero es fijar la atención” (Lucy, maestra)*

Los problemas de atención y movimientos estereotipados hacen que las terapias de los niños con autismo sean muy interrumpidas y en ocasiones incompletas, lo que puede impactar en su desarrollo. Para tratar de lidiar con los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo las maestras

utilizan sugerencias cognitivas y recompensas (Tabla 3), con el objetivo de mantener a los estudiantes atentos en la terapia.

Tabla 3. Problemas de atención y movimientos estereotipados de los estudiantes en la terapia de discriminación de objetos.

| Problemas de atención y movimientos estereotipados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Estrategias para enfrentar los problemas de atención y movimientos estereotipados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Sugerencias cognitivas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Recompensas o Reforzadores                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Los movimientos estereotipados son por ejemplo movimientos repetitivos del cuerpo aparentemente sin sentido, algunas veces los acompañan ruidos que pueden parecer como gritos o quejidos. Los movimientos estereotipados que se observaron en el estudio son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruidos y gritos</li> <li>• Brincos</li> <li>• Aleteo de manos</li> <li>• Gritos</li> <li>• Balanceos del cuerpo</li> </ul> | <p><i>Verbales:</i> instrucción hablada o seguimiento a una solicitud (e.g., “Ernesto manos quieta!”)</p> <p><i>Física:</i> se da una interacción física mano sobre mano para demostrar el comportamiento solicitado (e.g., “Ernesto manos quietas! [mientras la maestra toma las manos de Ernesto para detener el movimiento]”)</p>                                                                                                                                                                                                                                        | No Aplica                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Falta de atención o ruptura de la actividad. Es el tiempo en el que el estudiante permanece “fuera de la tarea” (e.g., cuando Ernesto voltea a ver a sus compañeros que están jugando).                                                                                                                                                                                                                                            | <p><i>Verbales:</i> instrucción hablada o seguimiento a una solicitud (e.g., “Ernesto dame el vaso!”)</p> <p><i>Física:</i> se da una interacción física mano sobre mano para demostrar el comportamiento solicitado (e.g., “Ernesto dame vaso! [mientras la maestra toma las manos de Ernesto para llevarlas a que tome el vaso]”)</p> <p><i>Posicionales:</i> la maestra coloca el objeto de interés en una posición cerca del estudiante o la maestra apunta con el dedo la opción correcta (e.g., “Ernesto! Dame vaso! [mientras la maestra apunta hacia el vaso]”)</p> | <p><i>Física:</i> un juguete, cosquillas o porciones pequeñas de alimento (e.g., un pedazo de galleta). (Figura 17)</p> <p><i>Visual:</i> como luces, pirotecnia o fotografías, y/o</p> <p><i>Verbal:</i> una felicitación hablada, canciones o música (e.g., “Muy bien!”) (Figura 17)</p> |

Las maestras también utilizan objetos físicos reales para el mejor manejo de conceptos y el entendimiento para el estudiante. Se utilizan intervenciones con objetos físicos reales o reemplazan los objetos con tarjetas con ilustraciones de los objetos [82]. Es mejor utilizar objetos con los que puede interactuar, una maestra nos comenta:

“Se les enseña primero con el objeto real, que el niño lo pueda tocar, [...], porque es más fácil, más sencillo para ellos...” (Ana, maestra)

## Escenario

A continuación se describe brevemente un escenario de la ejecución de la terapia de discriminación de objetos en Pasitos. El escenario describe también algunos de los problemas de atención durante la terapia, los reforzadores y sugerencias cognitivas que se utilizan, así como también se presenta un ejemplo de cómo se utiliza los objetos reales en lugar de tarjetas.

*La maestra trabaja con Ernesto en la discriminación de objetos; para ello acomoda dos objetos frente a Ernesto, la figura de un perro y la de un caballo. La maestra le pide que le dé el perro. Ernesto ve los objetos, pero desvía su atención para ver lo que hace el compañero a su lado. Cuando la maestra ve que Ernesto esta distraído, saca un juguete para atraerlo a la actividad. Al ver Ernesto el juguete, la maestra le pide una vez más el perro; Ernesto toma el caballo y lo entrega (Figura 16 derecha). La maestra le muestra la figura del caballo y le dice que ese no es el perro, y registra la respuesta incorrecta dada por Ernesto (Figura 16 izquierda) y coloca de nuevo el caballo en la mesa. Ernesto toma el caballo de nuevo y empieza a jugar con él; la maestra se lo retira y lo incorpora con el perro (Figura 16 izquierda). Luego solicita de nuevo a Ernesto que le dé el perro, diciendo: “Ernesto! Dame perro”. Ernesto mira los dos objetos y busca el objeto de interés, pero Ernesto empieza a aletear las manos (e.g., manierismos) (Figura 15). La maestra toma las manos a Ernesto y le dice: “Manos quietas Ernesto!”. La maestra le muestra de nuevo el juguete, lo mueve y le pregunta una vez más por el perro. Ernesto no hace nada entonces la maestra toma la mano de Ernesto y lo hace que tome el perro (e.g., sugerencia cognitiva física) (Figura 16 centro) y le dice: “Perro, perro, este es el perro Ernesto!”. La maestra vuelve a incorporar el perro con el caballo en la mesa y le dice a Ernesto “Dame perro!”. Ernesto busca con la mirada una vez más el objeto solicitado, y la maestra decide darle una sugerencia cognitiva, señalándole el perro. Ernesto toma el perro y lo entrega. La maestra toma el perro y se lo muestra a Ernesto diciendo: “perro, éste es el perro, muy bien!”. La maestra registra la respuesta correcta y hace la anotación de que recibió una sugerencia cognitiva posicional. Ernesto empieza a jugar con los objetos. Cuando la maestra termina de hacer el registro, vuelve a quitarle los objetos. Ernesto toma el caballo y lo pone en su cara y empieza a jugar con él. La maestra le retira los objetos. Durante la actividad, después de preguntarle varias veces y darle sugerencias cognitivas, la maestra termina la actividad registrando notas de los problemas ocurridos (Figura 16 izquierda).*



*Figura 16. Terapia de discriminación de objetos. Maestra registra ensayo (izquierda). Ernesto recibiendo ayuda física para entregar objeto (al centro). Ernesto entrega objeto incorrecto (derecha).*

En este escenario se pueden observar los problemas de atención y movimientos estereotipados del estudiante durante la terapia cognitiva, y las formas en que la maestra busca resolverlo y ayudar a que termine sus ensayos.

### *3.1.2.2.3. Sugerencias cognitivas de apoyo*

Debido a los problemas de atención y movimientos estereotipados de los estudiantes durante las terapias, se requiere que se les proporcionen sugerencias cognitivas para tratar de mantenerlos atentos. En la Tabla 3 se presentan las modalidades de sugerencias cognitivas que se observaron durante el estudio. Una maestra explicó:

*“Doy sugerencia cognitiva verbal, ... si no me lo comprende yo lo voy a decir verbal y puedo modelarle cómo hacerlo, ... o hay niños más básicos que se les debe dar sugerencia mano a mano, el niño toma el pantalón, yo junto con las manos del niño y empiezo a doblar la ropa” (Mar, maestra)*

Esta forma de proporcionar sugerencia cognitiva es importante porque los ayuda a estar atentos, a realizar la actividad (e.g., terapia) y no retrasar su desarrollo, y al mismo tiempo después puede requerir menos ayuda o no requerirla.

*“la finalidad de yo retirar en un futuro esa sugerencia cognitiva mano a mano y quedarme con la sugerencia verbal nada más o modelar, y ya que modelé después yo no modelo nada mas con la sugerencia verbal, después llega un momento en que la sugerencia verbal se retira porque el niño ya puede hacer todo” (Mar, maestra)*

Adicionalmente es importante proporcionar la sugerencia cognitiva dentro de la actividad y en el momento que lo necesita el niño con autismo.

*“El niño debe de saber que tiene que hacer o que no, y tienes que darle la sugerencia en el momento, si no, no sirve.” (Mar, maestra)*

*“También debes de ver que cuando le das la sugerencia el niño te vea y vea qué le estás diciendo. Por eso ves que les movemos la cabeza para que nos vean cuando les hablamos o les indicamos algo. No sirve de nada que le apuntes y le digas ‘ese es’ y el niño ni te está viendo” (Naraí, maestra)*

Entonces es importante la actividad, momento y la forma en la que el niño puede tener acceso a la sugerencia cognitiva para que ésta pueda tener el efecto deseado.

#### *3.1.2.2.4. Motivar el desempeño del estudiante durante la terapia*

Para incentivar a los niños con autismo (Figura 17) debido a sus problemas de atención, se requiere proporcionarles recompensas (i.e., también llamados reforzadores) durante los ensayos para tratar de mantenerlos atentos. En la Tabla 3 se presentan los diferentes tipos de reforzadores que se observó que se utilizaron durante el estudio. En cada ensayo las maestras utilizan diferentes recompensas.

*“Cuando el niño no está atento en el momento, lo que hago es buscar un reforzador que sea muy, muy, de mucho poder, a lo mejor un juguete, bueno buscar, o a lo mejor unas papitas, no sé, chocolate” (Alejandra, maestra)*



*Figura 17. Maestra ofreciendo una recompensa verbal y física a un estudiante.*



En Pasitos se utilizan dos tipos de reforzadores, los parciales y el final. Los reforzadores parciales se entregan al término de cada ensayo completo (e.g., se entrega el objeto correcto), y el reforzador final, se entrega ya que se completaron todos los ensayos de la terapia.

Las recompensas deben darse de forma inmediata en la que se sucedió el evento para que los niños con autismo puedan entender la razón por la cual recibieron la recompensa. Al igual que las sugerencias cognitivas, las recompensas también deben estar dentro de la actividad y en el momento, y que el niño pueda tener acceso a ella de forma fácil y rápida, así se refuerza el comportamiento [43].

*“La recompensa se da en el momento cuando está haciendo o no haciendo lo que debe ser, si te tardas ya no funciona” (Ana, maestra)*

Las recompensas o reforzadores juegan un papel muy importante cuando se trabaja con niños con autismo [43]. También es importante identificar cuando cambiar, atenuar o remover las recompensas porque pueden causar una dependencia en el niño o pueden fallar al tratar de motivar al niño a que esté atento en la terapia.

*“Como terapeuta debes de estar muy atenta en qué momento tienes tú tienes que cambiar la ayuda porque no siempre va a hacer la misma ayuda para los niños, yo creo que ahí está la clave, como terapeuta tienes que estar observando en qué momento vas a retirar esa ayuda, por ejemplo la ayuda física.” (Narai, maestra)*

## 3.2. Diseño participativo, escenarios y bocetos

Se realizaron dos sesiones, una de diseño y la otra de diseño participativo (t=03:58:36; m=01:59:18; sd=01:04:48). En la sesión de diseño (t= 02:45:07), participaron 1 diseñador y 2 especialistas en interacción humano-computadora y diseño de interacción, como resultado se obtuvieron 2 prototipos de baja fidelidad. En la sesión de diseño participativo (t= 01:13:29, Figura 18) se sumaron a los participantes de la sesión de diseño 10 maestras especialistas en autismo.



*Figura 18. Sesión de diseño participativo con las maestras de Pasitos.*

En la sesión de diseño participativo (Apéndice B) se presentó a las maestras en Pasitos los dos prototipos de baja fidelidad obtenidos en la sesión de diseño, las maestras fueron cuestionadas acerca de cuáles eran sus impresiones, recomendaciones e ideas respecto a los 2 prototipos que se les presentó (Apéndice B).

Se construyeron escenarios y bocetos [69] del diseño seleccionado por las maestras. Los escenarios se presentaron utilizando la técnica Wizard of Oz [36] que se implementó para realizar la prueba de concepto con las maestras participantes en el estudio. En la sesión con 10 maestras (t=0:56:45, Figura 19) se les presentaron diferentes escenarios de uso de las TACs ubicuas, con el prototipo de baja fidelidad con el que podían interactuar.



*Figura 19. Sesión de prueba de concepto utilizando escenarios y bocetos de baja fidelidad.*

Los escenarios que se presentaron incluyeron: configurando el objeto de interés, configurando las sugerencias cognitivas, configurando las recompensas, monitoreando una terapia, capturando notas, consultando reportes, y usando sugerencias cognitivas superpuestas para identificar objetos. A continuación se presentan algunos de los escenarios que se realizaron. Se seleccionaron los escenarios más interesantes de acuerdo a los objetivos del presente trabajo de tesis. Estos escenarios también sirvieron como base para diseñar e implementar un prototipo de TAC ubicua.

### 3.2.1. Escenario 1: Configurando niveles individuales de sugerencias cognitivas y reforzadores

Es necesario tomar en cuenta los niveles de sugerencias cognitivas y modalidades de las sugerencias cognitivas que requiere cada estudiante. Así como también el mejor tipo de reforzador para mantenerlos motivados en la terapia. A continuación se presenta el escenario relacionado.



*Figura 20. Escenario y boceto de baja fidelidad del escenario Configurando niveles de sugerencias cognitivas y reforzadores. Configurando los niveles y tipos de recompensas (izquierda). Configurando niveles de sugerencias cognitivas (derecha)*

Escenario configurando niveles de sugerencias cognitivas y reforzadores.

La maestra Ana configura las recompensas (Figura 20 izquierda) que Carlos va a tener durante la terapia de discriminación de objetos. Ana selecciona recompensas audibles e imágenes para motivar a Carlos cada que termine un ensayo. Ana también configura las modalidades de sugerencias cognitivas que Carlos va a recibir de la TAC ubicua, como apoyo para el desarrollo de la terapia (Figura 20 derecha). Ana activa las sugerencias posicionales (e.g., encerrar con un círculo el objeto), y etiquetas

*textuales y audible, como las que la TAC ubicua desplegará en el dispositivo que Carlos usará como “visor” en la terapia cognitiva.*

### 3.2.2. Escenario 2: Utilizando objetos reales con soporte aumentado, y proporcionando guías del estado y progreso en la terapia

Para tratar de remediar los problemas de atención de los niños con autismo durante la terapia de discriminación/identificación de objetos se utiliza soporte visual (Figura 21). Ya que es muy fácil que los niños con autismo pierdan la atención durante la terapia, el soporte visual puede utilizarse para guiar al estudiante para que cuando “regrese” a atender la terapia él sepa qué es lo que sigue por hacer



*Figura 21. Ejemplo de soporte visual que se utiliza en las terapias cognitivas de discriminación/identificación de objetos.*

*Escenario Configurando el objeto de interés, y proporcionando guías del estado y progreso en la terapia*

*La maestra Ana selecciona a Carlos para que realice la terapia discriminando el objeto manzana. Ana presiona el botón titulado como ‘Objeto’ (Figura 22 izquierda), en ese momento se abre la pantalla que contiene los objetos (Figura 22 centro) que se pueden usar en la terapia. Ana selecciona la imagen de la manzana. La TAC ubicua automáticamente vincula el objeto de interés manzana, el cual Carlos aprenderá a discriminar durante la terapia (Figura 22 derecha).*

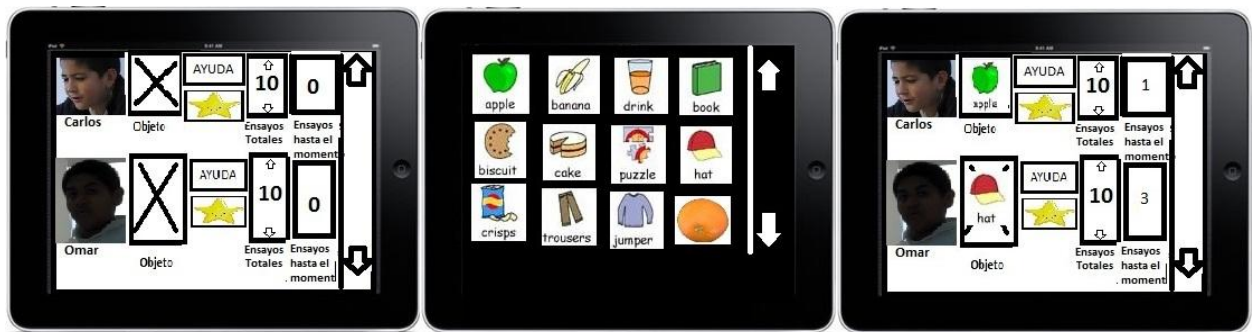


Figura 22. Escenario y boceto de baja fidelidad “Configurando el objeto de interés, ... y proporcionando guías del estado y progreso en la terapia”.

Cuando Carlos recibe el teléfono inteligente para iniciar la terapia, la TAC ubicua envía una alerta de audio, indicándole a Carlos que ya inició un ensayo. Entonces Carlos empieza a ver a través de la cámara del teléfono inteligente, y dirige el teléfono inteligente hacia los objetos que están frente a él (Figura 23). Cuando Carlos encuentra la manzana, la TAC ubicua le proporciona las sugerencias cognitivas que Ana personalizó para él, para ayudarle a Carlos e indicarle cuál es el objeto que debe discriminar.



Figura 23. Escenario y boceto de baja fidelidad “Proporcionando guías del estado y progreso en la terapia”.

### 3.3. Ideas de diseño de TACs ubicuas en apoyo a la atención de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas para identificar objetos

### 3.3.1. Personalización inteligente

En el contexto de esta investigación la personalización es muy importante ya que los problemas cognitivos en el espectro del autismo son muy variantes de persona a persona, de aquí que se deben considerar distintos niveles. Así que las TACs ubicuas que proporcionan soporte en terapias cognitivas supervisadas deberán permitir al supervisor que manualmente especifique el nivel de sugerencia cognitiva que cada estudiante necesite, y también continuamente detectar el progreso o estado de cada estudiante en la terapia para poder “quitar” o “incrementar” el nivel y cantidad de sugerencia cognitiva en tiempo real. Las ventajas de esta personalización inteligente permiten mejorar la personalización manual con algoritmos que continuamente aprendan de los usuarios y automáticamente adapten el nivel y cantidad de sugerencia cognitiva. Además también se debe proveer la funcionalidad de poder manualmente configurar y sobre-escribir la configuración automática, en los casos donde el estudiante no esté siendo constante en el desempeño de la terapia.

### 3.3.2. Sugerencias cognitivas y reforzadores

Para personas con discapacidades cognitivas, el uso de sugerencias cognitivas es muy importante [156]. Para algunas personas estas sugerencias cognitivas representan el soporte básico necesario para poder realizar actividades de la vida diaria. De aquí que es determinante que la sugerencia cognitiva se proporcione en el contexto real donde se necesite y que se pueda tener acceso a ella en ese mismo momento. Por otro lado los reforzadores/recompensas también proporcionan soporte para mantener motivados a algunas personas para realizar una actividad específica.

Los diseñadores de TACs ubicuas deberán considerar proporcionar las sugerencias cognitivas y reforzadores en la escena real y que se tenga acceso a ellas donde la persona con discapacidades cognitivas las necesite. Para que estas sugerencias cognitivas y reforzadores se puedan proporcionar de esta forma, se deberá también considerar la interfaz adecuada que pueda ofrecer los servicios de esta manera (*e.g.*, sugerencias cognitivas sobre una escena real). Algunos trabajos de investigación utilizaron realidad aumentada (RA) para explorar el uso de este tipo de tecnologías en personas con discapacidades cognitivas [146]. Recientemente Chang, Y. et. al. [26] utilizó RA para apoyar a adultos con discapacidad intelectual moderada a desarrollar algunas actividades en su trabajo.

### 3.3.3. Etiquetando y “superponiendo” información sobre objetos físicos reales

Una de las estrategias para proporcionar sugerencias cognitivas con los objetos que se utilizan en las terapias cognitivas es “superponer” información que los niños pudieran utilizar como soporte que les

ayude a identificar el objeto en la terapia cognitiva. Por ejemplo “superponer” las sugerencias cognitivas sobre las tarjetas laminadas y/o objetos que las maestras utilizaban en la terapia. En este sentido la tecnología de realidad aumentada podría ser una solución adecuada. La tecnología de realidad aumentada ha vuelto a tomar fuerza al hablar de etiquetar el mundo [96]. Los teléfonos inteligentes con sus cámaras y una variedad de lectores y sensores que están en manos de millones de personas, y quizá pronto de billones, suena prometedor para definir la experiencia de interacción apropiada con servicios de realidad aumentada.

Así las TACs ubicuas deben considerar el uso de un teléfono inteligente para superponer información digital (*e.g.*, sugerencia cognitiva audible, textual, y/o visual) sobre imágenes reales que captura la cámara. Los usuarios de estas aplicaciones utilizarán un teléfono inteligente como un “visor” para descubrir contenido que los ayude a identificar objetos en un plano visual en el contexto de una terapia cognitiva de discriminación/identificación de objetos. El contenido digital podría tener diferentes modalidades como de anotaciones en texto, sonido, o figuras geométricas predefinidas.

### 3.4. Diseño e implementación de MOBIS

Derivado de los resultados del estudio contextual y de las sesiones de diseño participativo con expertos, se diseñó e implementó MOBIS (Mobile Object Identification System, por sus siglas en inglés) (Figura 24) con el objetivo de apoyar la atención de niños con autismo en la terapia cognitiva de identificación/discriminación de objetos.



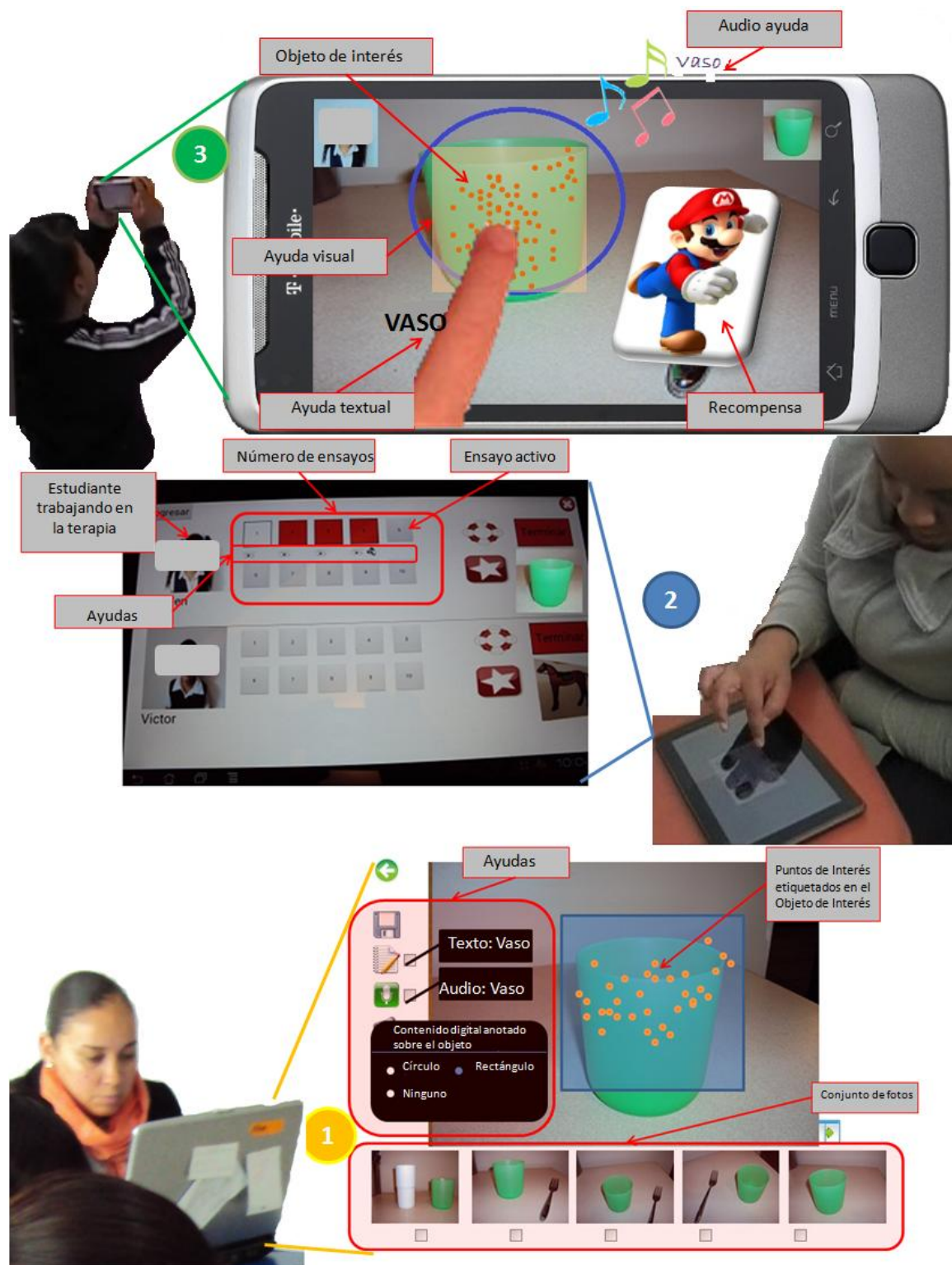


Figura 24. Una maestra generando objetos de interés (abajo), una maestra monitoreando un ensayo (en medio), y un estudiante recibiendo sugerencias cognitivas y recompensas de MOBIS durante una terapia (arriba).



### 3.4.1. Descripción de MOBIS

MOBIS es una TAC ubicua que utiliza tecnología de realidad aumentada que permite “superponer” información digital sobre objetos físicos reales a través del uso de un teléfono inteligente. MOBIS consiste de tres interfaces gráficas de usuario (Figura 24): la primera se ejecuta en un computadora personal de escritorio que se utiliza para crear los objetos de interés que se usarán en las terapias; la segunda se ejecuta en una tableta que las maestras utilizan para configurar y monitorear las terapias; y la tercera se ejecuta en un teléfono inteligente que los estudiantes utilizan como “visor” para descubrir contenido anotado sobre el objeto de interés. MOBIS automáticamente graba las actividades e interacciones de los estudiantes.

En la tableta las maestras, por cada terapia, configuran los niveles de sugerencias cognitivas y reforzadores. En la interfaz donde se configuran los niveles de sugerencias cognitivas se elige el tipo de soporte “superpuesto” (*e.g.*, visual, textual, audible), mismas que equivalen a las sugerencias cognitivas posicionales y verbales que dan las maestras en la terapia tradicional. En esta misma interfaz también se personaliza el nivel de sugerencia cognitiva. En cada uno de los tipos de soporte se selecciona el nivel en el que deberán proporcionarse. Existen 4 niveles que van desde el 0 al 3; el nivel 0 indica que esa sugerencia cognitiva nunca deberá mostrarse en esa terapia; el nivel 1 indica que la sugerencia cognitiva deberá aparecer desde el primer ensayo; el nivel 2 indica que la sugerencia cognitiva deberá aparecer después de que se hayan realizado dos ensayos consecutivos con sugerencia cognitiva física (Figura 24 centro, se indican los ensayos con ayuda física como cuadros de color rojo); y por último el nivel 3 indica que la sugerencia cognitiva deberá aparecer después de que se hayan realizado otro par de ensayos consecutivos con sugerencia cognitiva física. Adicionalmente también en esta interfaz se elige si en la interfaz del teléfono inteligente se desplegará el objeto de interés, como guía para el niño con autismo.

La interfaz de MOBIS en el teléfono inteligente que usan los estudiantes, es muy sencilla. Para hacer la terapia los estudiantes sólo tienen que ver a través de la cámara del dispositivo los objetos que van discriminar/identificar. En esta interfaz se despliegan, además de las sugerencias cognitivas y reforzadores que se personalizan individualmente para cada estudiante, también se despliegan 2 tipos de indicadores del estado y progreso en la terapia. En el extremo superior izquierdo (Figura 24 arriba) se despliega una foto del estudiante que está haciendo la terapia, esto le indica al estudiante que su estado es “en la terapia”. En el extremo superior derecho se pueden desplegar 2 imágenes durante la terapia cognitiva, un semáforo y el objeto de interés. El semáforo se despliega para indicar al estudiante que debe

esperar a que inicie el ensayo, y después ese semáforo cambia a la imagen del objeto de interés, esto indica que el ensayo ya inició.

### 3.4.2. Escenario de uso

Para ejemplificar como se utiliza MOBIS en las terapias de discriminación/identificación de objetos de niños con autismo, a continuación se revisita el escenario que se presentó anteriormente en este Capítulo. En esta ocasión el objeto a discriminar fue un vaso (Figura 24).

*La maestra Ana, utilizando MOBIS en su tableta, selecciona al estudiante Ernesto para que realice la terapia de discriminación de objetos. Posteriormente Ana selecciona el objeto vaso para que Ernesto lo utilice como OI en la terapia. Ana selecciona un mensaje de audio y un círculo como sugerencia cognitiva para apoyar a Ernesto a discriminar un vaso. Después Ana selecciona un video animado de MarioBros como recompensa parcial, y la canción de MarioBros como recompensa final de la terapia, ya que Ernesto le gusta mucho el juego de MarioBross. Finalmente Ana activa el primer ensayo de diez en la terapia. Enseguida Ana le da a Ernesto el teléfono inteligente con el MOBIS ejecutándose, y le pide a Ernesto que encuentre el vaso. Cuando Ernesto toma el teléfono inteligente, MOBIS emite un sonido y hace vibrar el teléfono inteligente, también MOBIS inmediatamente muestra una imagen del vaso en el extremo superior derecho de la pantalla del teléfono inteligente, para indicarle a Ernesto que debe discriminar un vaso e iniciar el primer ensayo. Ernesto ve el tenedor a través de la pantalla y presiona la pantalla, indicando, según Ernesto, que es el objeto de interés. MOBIS, al no corresponder el objeto solicitado y el encontrado, le envía un alerta de sonido como sugerencia cognitiva para indicarle a Ernesto que debe encontrar el vaso. Ana le dice a Ernesto 'Ernesto, ese no es el vaso, toma el vaso!'. Después Ernesto ve el vaso a través de la pantalla y presiona la pantalla. MOBIS encuentra la correspondencia entre el objeto solicitado y el enviado, cuando Ernesto presionó la pantalla, entonces MOBIS muestra la imagen del objeto que capturó MOBIS cuando Ernesto presionó la pantalla. Después MOBIS muestra a Ernesto el video animado de MarioBros bailando como recompensa parcial del ensayo. Ernesto sonríe. Ana recibe una alerta en MOBIS para indicarle que Ernesto terminó el ensayo y encontró el objeto. Ana no captura notas pero presionando el botón que indica que Ernesto realizó el ensayo con sugerencia cognitiva física. Ernesto continúa realizando los nueve ensayos restantes hasta terminar y recibir la recompensa final. Al final del día Ana revisa los datos capturados (e.g., ensayos por terapia, tipo y número de sugerencias cognitivas y recompensas, tiempo de cada ensayo en la terapia, objeto utilizado y fecha) de cada terapia de cada estudiante a través de un reporte generado por MOBIS.*

### 3.4.3. Arquitectura de MOBIS

La arquitectura de MOBIS incluye tres componentes (Figura 25) principales: el *Administrador de Etiquetas*, una extensión del *Sistema de Notificaciones Ambientales (ANS)*[140], y el *Administrador de Terapias*. Las características del hardware requerido para que MOBIS funcione se describen en el Apéndice C.

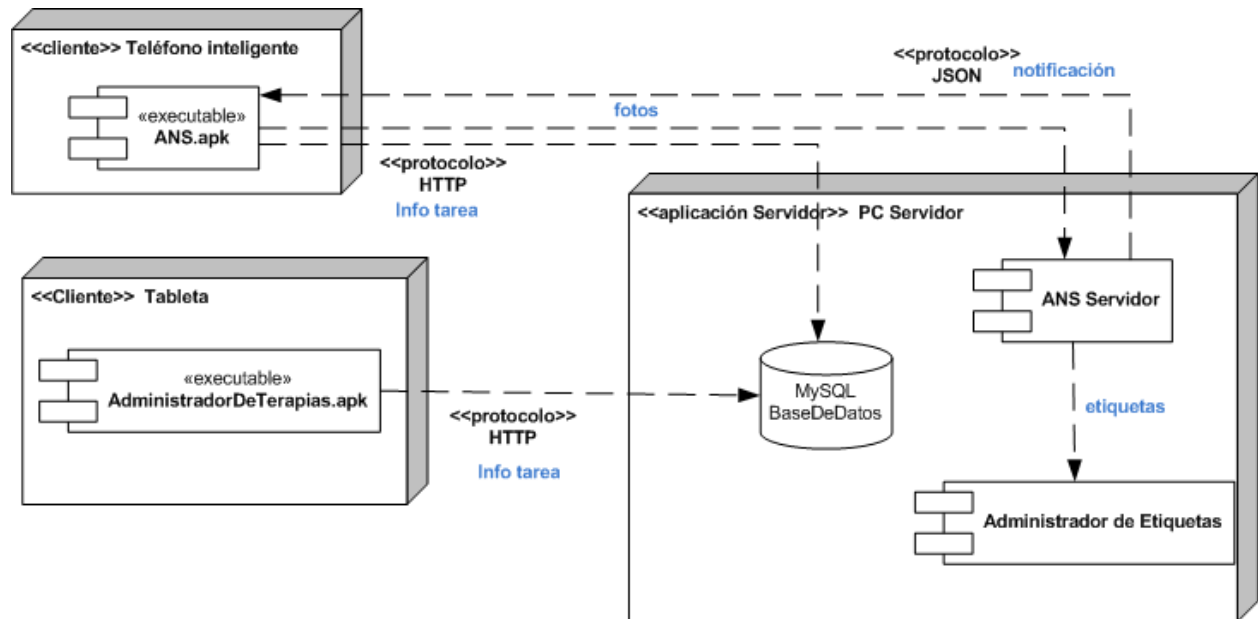


Figura 25. La arquitectura de MOBIS compuesta de tres componentes: el *Administrador de Etiquetas* que se ejecuta en una computadora personal de escritorio, el *Administrador de Terapias* que se ejecuta en una tableta android, y el *ANS* que se ejecuta en un teléfono inteligente android.

### 3.4.3.1. Administrador de etiquetas

El *Administrador de Etiquetas* <<Aplicación Servidor>> crea una “matriz de correspondencia” de los puntos de interés de cada foto, misma que determinará la semejanza entre las fotos. Las maestras usan el *Administrador de Etiquetas* para crear una base de datos de fotos. Las maestras agregan fotos (con distintas perspectivas) de los objetos que utilizan en las terapias, asocian etiquetas a esas fotos, y fotos etiquetadas a las terapias o salones de clases. Primero las maestras necesitan etiquetar las fotos disponibles en la base de datos. Para crear una etiqueta, el *Administrador de Etiquetas* muestra las fotos disponibles en la base de datos; entonces, de un conjunto de fotos donde se muestra un Objeto de Interés (e.g., el objeto que las maestras seleccionan para que el estudiante discrimine, OI), las maestras seleccionan una sola foto (la que contenga el OI en su totalidad; después la maestra delimita el objeto,

dejando solamente los Puntos de Interés (PI) relevantes. El sistema utiliza esos PI para compararlo con los demás conjuntos de características previamente extraídas de las otras fotos del mismo OI. El sistema delimita el OI en esas otras fotos, también el maestro puede corregir la selección del objeto en las fotos mostradas. La etiqueta se creará con una fusión de todos los PI del OI, los que se delimitaron con la primera foto original y los de las fotos semejantes que determinó el sistema. Entonces por cada etiqueta las maestras adjunta contenido digital, como una figura, o un mensaje de audio y/o de texto. MOBIS después mostrará ese contenido digital como una sugerencia cognitiva, superimpuesta sobre el OI.

### 3.4.3.2. *Administrador de terapias*

En el *Administrador de terapias* se configuran las terapias y sus preferencias, se registra el progreso de los estudiantes y se monitorean las terapias en tiempo real. Las maestras utilizan la interfaz gráfica de este subsistema para configurar las terapias y monitorear a los estudiantes.

Las opciones de configuración de terapias (*e.g.*, objetos, cantidad de ensayos, sugerencias cognitivas y el nivel, y recompensas) residen en la base de datos MySQL del lado del Servidor (Figura 25). Cuando la maestra activa la actividad, la <<Aplicación Servidor>> activa al ANS <<Cliente>> que se ejecuta en el teléfono inteligente del estudiante.

### 3.4.3.3. *Sistema de Notificaciones Ambientales (ANS)*

El *Sistema de Notificaciones Ambientales (ANS)* <<Cliente>> superpone contenido digital en la foto que capturó la cámara del teléfono inteligente cuando el estudiante tocó la pantalla. Cada minuto el ANS envía una “petición de actualización” a la <<Aplicación Servidor>> para monitorear posibles cambios en el *Administrador de Etiquetas*. Cuando el estudiante toca la pantalla del teléfono inteligente, se toma una foto que el ANS envía a la <<Aplicación Servidor>>. Cuando la <<Aplicación Servidor>> recibe la foto, hace uso del algoritmo SURF [9] para seleccionar los PI de la foto capturada y los compara con los PI del OI almacenado en la base de datos. La precisión de reconocimiento de objetos es del 90% y el tiempo de desempeño en procesar la foto es de aproximadamente 0.5 segundos, lo cual es suficiente para apoyar las terapias en tiempo real [141]. Después el ANS recibe una notificación de la <<Aplicación Servidor>> alertando al estudiante (*e.g.*, sugerencia cognitiva de audio y/o vibración, dependiendo de lo que configuró la maestra en el *Administrador de Terapias*) que el OI ya se encontró. Después el ANS superpone sobre la foto, en la pantalla del teléfono inteligente, el contenido digital que le envía de la base de datos la <<Aplicación Servidor>>.

El ANS fue originalmente diseñado por Quintana, E. et. al. [139], en esta tesis se extendió su funcionalidad para que pudiera servir como soporte a los niños con autismo en las terapias cognitivas de discriminación/identificación de objetos. En esta tesis agregamos al ANS la funcionalidad para que solamente tratara de hacer la identificación de objetos cuando el estudiante hacía “tap” en la pantalla del teléfono inteligente. Anteriormente lo hacía cada 5 segundos, enviando fotos automáticamente a la <<Aplicación Servidor>>. Adicionalmente se agregó la funcionalidad de que el uso del ANS pudiera estar dentro de una terapia por medio de ensayos. También se agregaron las recompensas, y las dos imágenes en los extremos superiores.

### 3.5. Resumen

En este capítulo se describe un estudio formativo que fue realizado con el objetivo de complementar el entendimiento del problema en el desarrollo de TACs ubicuas que mejoran la atención de niños con autismo en terapias supervisadas. También en este capítulo se presenta el diseño e implementación de un prototipo de TAC ubicua que proporciona soporte a los niños con autismo para identificar objetos. Dentro del estudio se observaron las terapias cognitivas de identificación de objetos y se realizaron entrevistas con las maestras y expertas en autismo. Los resultados del estudio permitieron el desarrollo de algunos escenarios bocetos para realizar sesiones de diseño participativo con las maestras, expertos en autismo y expertos en HCI, que después derivaron requerimientos de diseño que sirvieron para diseñar e implementar un prototipo (MOBIS).

La principal contribución de este capítulo es un cuerpo de datos para entender las terapias cognitivas supervisadas para apoyar a los niños con autismo con sus problemas de identificación de objetos. Adicionalmente las ideas de diseño y un prototipo de TAC ubicua relacionada con el problema que se identificó en el estudio contextual. Además los resultados de este estudio contribuyeron a identificar aspectos interesantes para medir y evaluar TACs ubicuas para mejorar la atención de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas.

## Capítulo 4

### Evaluando el uso de TACs ubicuas en terapias dentro del salón de clases de niños con autismo

En este Capítulo se presenta la evaluación que se realizó con el objetivo de medir el impacto del uso de MOBIS en los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo dentro de la terapia cognitiva de discriminación/identificación de objetos de forma supervisada. La evaluación tuvo una duración de 8 semanas, se realizó en tres condiciones: antes de usar MOBIS, usando MOBIS y después de MOBIS. En la evaluación participaron 12 estudiantes con autismo y 7 maestras. El objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto de MOBIS en la atención y movimientos estereotipados de niños con autismo cuando están en la terapia cognitiva de discriminación/identificación de objetos. Los resultados muestran que MOBIS apoya a los niños con autismo con sus problemas de atención y movimientos estereotipados, cuando están en la terapia cognitiva de discriminación/identificación de objetos. Adicionalmente debido a la mejora en atención sostenida, los niños con autismo necesitaron menos sugerencias cognitivas por parte de la maestra para realizar la terapia cognitiva de discriminación/identificación de objetos. Además, se encontró que MOBIS incitó más emociones positivas en los niños con autismo cuando están en la terapia.

#### 4.1. Metodología de Evaluación

##### 4.1.1. Diseño del estudio sumativo

El despliegue de MOBIS se realizó en tres salones de clase (Figura 26) de Pasitos, de donde se seleccionaron a 12 niños con autismo de baja/mediana funcionalidad y 7 maestras. La edad de los niños oscilaba entre 3 y 6 años de edad ( $m=5.08$ ,  $sd=0.9$ , Tabla 4).

##### 4.1.1.1. Aspectos de ética

Para realizar este estudio de evaluación y debido a los protocolos de privacidad de Pasitos, se generaron documentos para asegurar la confidencialidad de los datos que se iban a capturar. Estos documentos fueron verificados por el equipo de Pasitos.

Se realizaron dos sesiones, una con el personal de Pasitos que participaría en el estudio, y otra con los padres de familia de los estudiantes con autismo que participarían en el estudio. Las sesiones se realizaron con el fin de divulgar la investigación que se realizaría, los protocolos de privacidad y conseguir su autorización. En las sesiones cada uno de los padres de familia y del personal de Pasitos, firmaron el documento de confidencialidad (Apéndice D).

#### 4.1.1.2. Características de los participantes en el estudio

Los estudiantes con autismo que participaron en el estudio fueron parte de los participantes en el estudio formativo. Se seleccionaron a estos 12 estudiantes porque las maestras consideraron que eran los más representativos para estudiar los problemas de manierismos y atención durante terapias cognitivas, y además porque fueron del grupo de los que sus padres autorizaron la participación en el estudio. En la selección de participantes no hubo preferencia por el género. De hecho la selección de participantes con respecto al género concuerda en proporción con la prevalencia de género que es mayor en hombres que en mujeres (*e.g.*, 4 de cada 5 niños con autismo son hombres). En la Tabla 4 se presenta una lista de los participantes del estudio.

*Tabla 4. Participantes del estudio.*

|    | <i>Participante</i> | <i>Edad</i> | <i>Grupo</i> | <i>Funcionalidad</i> |
|----|---------------------|-------------|--------------|----------------------|
| 1  | Emmanuel            | 5           | A            | Mediana              |
| 2  | Rolando             | 4           | A            | Baja                 |
| 3  | Julián              | 5           | A            | Baja                 |
| 4  | Carlos              | 5           | A            | Mediana              |
| 5  | Noel                | 5           | A            | Mediana              |
| 6  | Gilberto            | 5           | A            | Baja                 |
| 7  | Angélica            | 6           | B            | Mediana              |
| 8  | Noemí               | 6           | B            | Mediana              |
| 9  | Alian               | 5           | B            | Mediana              |
| 10 | Ernesto             | 6           | B            | Mediana              |
| 11 | Norma               | 6           | C            | Baja                 |
| 12 | Mario               | 6           | C            | Mediana              |

Se realizaron dos análisis, el primero tomando como unidad de análisis todo el grupo de estudiantes (n=12), y el segundo, un análisis de casos por estudiante. El análisis individual se realizó con el objetivo

de hacer un análisis más profundo de las variables de investigación, de los 12 estudiantes con autismo que participaron en el estudio se seleccionaron 3. Específicamente tres casos que son los más representativos en términos de atención y manierismos: peor, mediano, y mejor caso. A continuación se describen las características de los tres estudiantes con autismo, y en la Tabla 5 se presenta un resumen. En orden de aparición es el peor, mediano y mejor caso.

Mario, es un niño con autismo que tenía 6 años de edad al momento que se hizo el estudio. Dentro del espectro autista, se considera que Mario es de mediana funcionalidad. Mario no tiene desarrollado el lenguaje, y presenta muchos problemas de movimientos estereotipados y de atención cuando está dentro de las terapias cognitivas de discriminación/identificación de objetos. El caso de Mario se consideró el más crítico de falta de atención y renuencia para realizar la terapia.

Rolando, es un niño con autismo que tenía 4 años de edad al momento que se hizo el estudio. Rolando tiene autismo baja funcionalidad, no tiene desarrollado el lenguaje, y por lo general es típico verlo pasivo. Aparentemente, por la expresión de su cara, no presenta emociones y parece siempre estar cansado. Durante las terapias cognitivas las maestras tienen que proporcionar diferentes estímulos para tratar de atraer la atención de Rolando.

Noel, es un niño con autismo que tenía 5 años de edad al momento que se hizo el estudio. Noel tiene autismo de mediana funcionalidad, y si tiene desarrollado el lenguaje pero casi no habla, ocasionalmente pronuncia algunas palabras sólo cuando se le pide responder algo. Noel presenta muchos problemas de movimientos estereotipados lo que afecta su desempeño en la terapia ocasionando falta de atención sostenida.

*Tabla 5. Características de los tres casos que se seleccionaron para el análisis individual.*

| <i>Participante</i> | <i>Edad</i> | <i>Funcionalidad</i> | <i>Nivel de Manierismos</i> | <i>Nivel de problemas de Atención</i> |
|---------------------|-------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Mario               | 6           | Mediana              | Severos                     | Severos                               |
| Rolando             | 4           | Baja                 | Medianos                    | Severos                               |
| Noel                | 5           | Mediana              | Severos                     | Medianos                              |

Según las descripciones de los 3 participantes con autismo todos ellos presentan problemas de atención a la terapia y movimientos estereotipados que afectan su desarrollo cognitivo. Por un lado tenemos a Mario que principalmente tiene problemas tanto de atención a la terapia como de movimientos estereotipados.



Rolando tiene principalmente problemas de atención. Noel a pesar de que si suele poner atención a la terapia, debido a sus problemas de movimientos estereotipados su atención sostenida es muy corta.

#### 4.1.1.3. *Objetivos de la evaluación*

De acuerdo a los resultados del estudio formativo, los objetivos de realizar este estudio sumativo fueron:

1. Evaluar el impacto de uso de MOBIS en los problemas de atención de los estudiantes con autismo cuando estaban en la terapia cognitiva de discriminación/identificación de objetos.
2. Evaluar el impacto de uso de MOBIS en los problemas movimientos estereotipados de los estudiantes con autismo cuando estaban en la terapia cognitiva de discriminación/identificación de objetos.
3. Evaluar el impacto de uso de MOBIS en los problemas de atención sostenida de los estudiantes con autismo cuando estaban en la terapia cognitiva de discriminación/identificación de objetos.

#### 4.1.2. Fases de la evaluación

El diseño de la evaluación se realizó utilizando método de *diseño de sujeto único* [83] (*e.g.*, *single-subject design*, en inglés). Un *diseño de sujeto único* es una metodología científica rigurosa que se utiliza para definir principios básicos de comportamiento a partir de evaluaciones basadas en prácticas [83]. Por lo general un estudio de este tipo incluye sólo un participante, pero típicamente incluye a varios participantes (*e.g.*, 3 a 8) en un sólo estudio, los cuales se tratan como un sólo sujeto. Cada participante es su propia medida de control. En las evaluaciones se verifica el desempeño del participante o grupo de estudio, antes de la intervención, durante la intervención y/o después de la intervención [46]. Un estudio que utiliza este método puede determinar si una intervención fue efectiva [46, 83]. La mejor forma de evaluar los resultados es de forma visual a través de gráficas donde se comparan los datos que se obtienen en las diferentes condiciones en las que realizó el estudio, otra forma de hacerlo es utilizar técnicas estadísticas [83, 84].

El estudio de *diseño de sujeto único* que se realizó consistió de tres fases: A: [antes- MOBIS] pre-despliegue (2 semanas), B: [usando- MOBIS] despliegue (5 semanas) y C: [después- MOBIS] post-despliegue (1 semana).



*Figura 26. Participantes del estudio usando MOBIS durante el estudio de evaluación. Una maestra configurando la terapia (izquierda), y una estudiante usando MOBIS como un “visor” para identificar una jirafa en la pared (derecha).*

#### *A: [antes-MOBIS] pre-despliegue*

Durante la fase de pre-despliegue, las maestras y estudiantes realizaron la terapia de identificación de objetos de manera tradicional, los estudiantes con objetos reales y tarjetas, y las maestras con carpetas. La terapia se realizó uno-a-uno, el estudiante y la maestra sentados frente a frente, con una mesa al medio donde se ponían los objetos y tarjetas que se utilizaban en la terapia. Antes de iniciar con la fase de despliegue se realizaron 4 sesiones de entrenamiento, 2 de ellas para los estudiantes y en las otras 2, se dividió el grupo de maestras en 2, un día para cada grupo. Cada sesión tuvo una duración de dos horas y se realizaron en dos días consecutivos diferentes. El objetivo de cada sesión fue mostrar a los usuarios tanto el teléfono inteligente que iban a usar, como explicarles el uso de MOBIS. Así como también despejar sus dudas respecto al uso y configuración de MOBIS.

#### *B: [usando-MOBIS] despliegue*

Inmediatamente después del entrenamiento se realizó la fase de Despliegue. En esta fase las maestras y los estudiantes utilizaron MOBIS para realizar la terapia de discriminación/identificación de objetos. Las maestras cambiaron las carpetas por tabletas para configurar y monitorear las terapias. Los estudiantes utilizaron el teléfono inteligente como “visor” para realizar la terapia.

#### *C: [después- MOBIS] post-despliegue*

Durante esta última fase, los estudiantes y maestras volvieron a la primera condición del pre-despliegue, donde realizaron la terapia sin la asistencia de algún sistema.

### 4.1.3. Métodos

En esta sub-sección se describen los métodos utilizados para recolectar y analizar los datos.

#### 4.1.3.1. Recolección de datos

Durante las tres fases de la intervención se observaron a los participantes del estudio, tanto maestras como estudiantes, durante las terapias de discriminación/identificación de objetos. Se video grabaron las sesiones, donde el tiempo total de observación fue de 54 horas (pre-despliegue: 27 hrs. 11 min., despliegue: 15 hrs. 18 min., post-despliegue: 12 hrs. 2 min.).

También se audio grabaron entrevistas semi-estructuradas que se aplicaron semanalmente a las maestras. Las entrevistas duraron alrededor de 30 minutos ( $m=0:43:10$   $sd=01:10:05$ ). Se entrevistaron a las maestras como proxies [171] para capturar las necesidades y reacciones de los estudiantes, ya que sólo tres de los estudiantes participantes en el estudio podían pronunciar algunas palabras. Durante las entrevistas se les preguntó a las maestras acerca del impacto de uso de MOBIS en la atención y movimientos estereotipados de los estudiantes, también en la carga de trabajo de las maestras. Al final del estudio las maestras llenaron un cuestionario donde plasmaron sus experiencias con el uso de MOBIS, y también participaron en un grupo focal de una hora.

Las entrevistas (Apéndice A) y los videos se transcribieron para facilitar su análisis.

#### 4.1.3.2. Análisis de datos

Todas las notas, y las transcripciones de las entrevistas y videos se analizaron utilizando métodos mixtos de investigación cualitativa (*e.g.*, Diagramas de Afinidad y Técnicas de teoría fundamentada) y cuantitativa (*e.g.*, Análisis secuencial – LSA, Lag Sequential Analysis), para buscar una evidencia de la eficacia de MOBIS para mejorar la atención y problemas de manierismos de los estudiantes durante la terapia cognitiva<sup>12</sup> dentro del salón de clases de forma supervisada. Durante el despliegue se utilizaron técnicas de diagrama de afinidad<sup>13</sup> para tener un entendimiento del impacto que MOBIS estaba teniendo y de esta manera influenciar las preguntas en las entrevistas posteriores. Al final del estudio complementamos nuestro análisis de diagrama de afinidad con técnicas que se derivan de teoría fundamentada.

---

<sup>12</sup> Por simplicidad de aquí en adelante me referiré a ‘terapia cognitiva’ como a la terapia de discriminación/identificación de objetos que se analizó en este estudio. Únicamente donde requiera enfatizar agregaré el término completo.

<sup>13</sup> Por lo general este tipo de técnicas se utiliza principalmente para diseño, sin embargo ayudó a obtener los temas emergentes de una forma rápida e interactiva, para poder avanzar según la planeación de la intervención. Además complementamos el análisis con técnicas de teoría fundamentada.

Se analizaron los datos de las entrevistas para buscar si en realidad MOBIS estaba contribuyendo con los problemas de atención y movimientos estereotipados de los niños con autismo en la terapia cognitiva. Para este caso particular, la técnica cualitativa que se utilizó para el análisis constó de una constante revisión de la información capturada incluyendo transcripciones de las entrevistas y los grupos focales. El análisis se complementó con una discusión entre los investigadores para validar y refinar las ideas. Después se realizó un esquema de codificación (Apéndice F) enfocado en las actividades de los estudiantes y maestras durante la terapia cognitiva. El esquema de codificación se compuso de 17 categorías, con actividades de los estudiantes y de las maestras en cada categoría. El esquema de codificación se analizó de forma cruzada durante discusiones entre el equipo de investigación para validar y refinar las categorías y propiedades. El esquema de codificación que se creó para la codificación sistemática de los datos (*e.g.*, LSA) incluyó: atención y atención sostenida, movimientos estereotipados, y sugerencias cognitivas y emociones. El código de la variable movimientos estereotipados, se refiere a los manierismos de los estudiantes, se utilizó un código para medir el tipo y tiempo en que el estudiante estaba haciendo manierismos mientras estaba en la terapia cognitiva. La atención se midió en términos del tiempo y veces que el estudiante estaba haciendo la terapia cognitiva. La atención sostenida se midió en términos del tiempo que continuamente los estudiantes estaban atentos a la terapia cognitiva sin la presencia de una interrupción.

Se realizó un análisis cuantitativo con los datos de las observaciones que se realizaron. Para esto los videos de las observaciones se codificaron usando el esquema de codificación que se desarrolló específicamente para este proyecto utilizando análisis secuencial [121]. La confiabilidad del inter-observador (IOA) fue aceptable ( $r=.92$ ). Esta métrica es el grado en el que dos o más observadores reportan los mismos valores observados después de realizar mediciones sobre el mismo evento [177]. Cada video se codificó dos veces utilizando dos perspectivas diferentes: la de las maestras aplicando la terapia y la de los estudiantes tomando la terapia. Los códigos se enfocaron en las actividades de los estudiantes

La codificación se hizo en hojas de cálculo con columnas para hacer marcas de tiempo, describir las actividades de los estudiantes y maestras, el tiempo de atención en la terapia y movimientos estereotipados de los estudiantes, los materiales utilizados, entre otros. Utilizamos otras columnas en la hoja de cálculo para anotar los códigos, para que fuera relativamente fácil hacer cambios en los casos que se actualizara el esquema de codificación.

Finalmente se realizaron pruebas t y t de Wilcoxon [176, 185] para comparar las actividades de los estudiantes, así como el tiempo que los estudiantes estuvieron atentos a la terapia y, analizar el tiempo y cantidad de manierismos, con y sin el uso de MOBIS.

## 4.2. Resultados: Impactando la atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas

MOBIS impactó positivamente tanto en los estudiantes como en las maestras durante las terapias. MOBIS incrementó la atención y mejoró la atención sostenida y problemas de manierismos de los estudiantes durante la terapia. También MOBIS contribuyó a incitar emociones positivas en los estudiantes mientras hacían la terapia cognitiva. Adicionalmente como los estudiantes estuvieron más atentos a la terapia y hubo periodos más largos de atención, esto contribuyó a que necesitaran menos sugerencias cognitivas por parte de las maestras.

### 4.2.1. Uso y Adopción

Los participantes en el estudio encontraron a MOBIS *“útil, emocionante y fácil de usar”*. Los estudiantes rápidamente aprendieron a usar MOBIS, con tan sólo dos sesiones de entrenamiento.

*“[MOBIS] ayudó a los [estudiantes] a hacer la terapia, los mantiene más atentos y motivados. O sea, [los estudiantes] hacen la terapia [sin la necesidad de ayuda]” (Bella, maestra)*

*“Yo estaba muy nerviosa porque pensé que a los estudiantes se les iba a hacer difícil aprender a usarlo [refiriéndose a MOBIS], pero como tú misma viste, la mayoría [de los estudiantes] aprendió como usarlo [refiriéndose a MOBIS] muy rápido” (Adriana, maestra)*

Estos resultados indican que los estudiantes con autismo de baja funcionalidad son capaces de usar TACs ubicuas y un teléfono inteligente como “visor” para descubrir contenido digital durante las terapias cognitivas (Figura 27). A pesar de que las maestras en algunas ocasiones ayudaron a los estudiantes a manipular el teléfono inteligente mientras usaban MOBIS (para ayudar a los estudiantes a enfocar la cámara o a agarrar el teléfono inteligente). Las maestras explicaron que los estudiantes sorprendentemente aprendieron rápidamente (con tres o cuatro sesiones) como manipular el teléfono inteligente.

Además de la forma tradicional de realizar la terapia (e.g., uno-a-uno sentados frente a frente), los estudiantes también usaron MOBIS (Figura 27) para descubrir su ambiente caminando por el salón de clases para identificar objetos pintados en las paredes (e.g., usando MOBIS “fuera del escritorio”). Esta nueva experiencia de uso “móvil” permitió a los estudiantes utilizar MOBIS dentro y fuera del salón de clases (e.g., en los pasillos cerca del salón de clases).



*Figura 27. Una estudiante realizando la terapia de discriminación/identificación de objetos siendo supervisada por su maestra. Sentada frente a la maestra (derecha), y de forma “móvil” descubriendo objetos en su ambiente (izquierda).*

Las maestras percibieron que MOBIS fue útil para los estudiantes durante la terapia porque verdaderamente les ayudó a discriminar e identificar objetos.

*“Mientras [los estudiantes] están escuchando y viendo el objeto al mismo tiempo, ellos pueden aprender más” (Bella, maestra)*

Esto resalta la importancia del uso de las TACs ubicuas en estudiantes con autismo, mejorando los resultados de la terapia con una fácil experiencia de interacción. Los resultados también indican que se puede extender la terapia fuera del escritorio a un ambiente donde los estudiantes viven e interactúan, y aún más importante sin la sugerencia cognitiva de maestras.

#### 4.2.2. Impacto en atención

De acuerdo a lo que se describió en la metodología, la variable de atención se midió en términos del tiempo y veces que el estudiante estaba haciendo la terapia cognitiva. En este sentido se encontró que MOBIS incrementó el tiempo promedio de atención de los estudiantes en la terapia un 65% (antes-MOBIS: 00:21:25 (15%); usando-MOBIS: 01:01:52 (80%); y después-MOBIS: 00:15:37 (26%),

$p=0.003$ , Figura 28). Los estudiantes estuvieron más motivados para hacer la terapia cuando usaron MOBIS, particularmente cuando usaron MOBIS “fuera del escritorio” para descubrir objetos en el ambiente.

*“Los estudiantes ahora disfrutan la terapia [refiriéndose al uso de MOBIS]. Antes [del uso de MOBIS] estaban muy ansiosos pero ahora ellos son más proactivos y atentos en la terapia”*  
(Angelina, maestra)

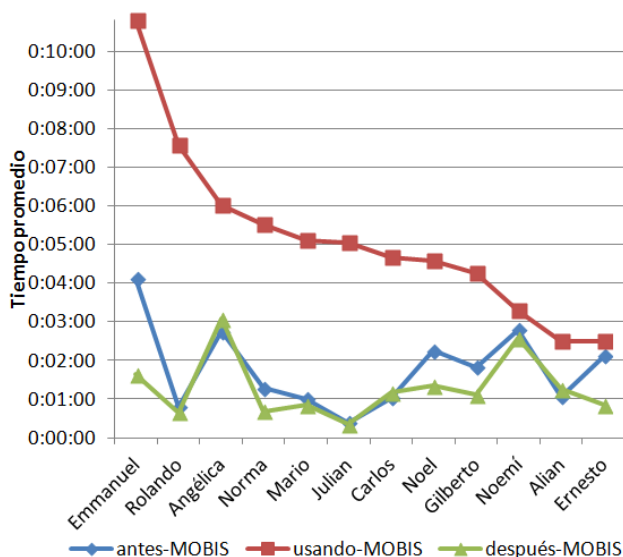


Figura 28. Distribución por estudiante comparando el tiempo promedio total de atención, antes, durante y después de usar MOBIS.

En la Figura 28 se aprecia con la línea roja que en promedio todos los estudiantes estuvieron más atentos en la terapia cognitiva cuando usaron MOBIS. Los casos de Noemí y Ernesto son especiales porque eran un poco más funcionales que el resto de los participantes en el estudio, es por eso que no hay mucha diferencia entre el tiempo promedio de atención entre las tres fases. Probablemente ésta ‘poca diferencia’ se deba a que los niños con autismo de alta funcionalidad no ‘necesiten’ el uso de una TAC ubicua que los asista en la terapia, ya que es una actividad que pueden realizar sin apoyo (Figura 32). Sin embargo al igual que en el resto de los casos, se observa en la Figura 28 que sí hubo una mejora en el tiempo promedio de atención. El caso de Emmanuel donde el tiempo promedio de atención es casi el doble que el resto de los participantes se debió a que las sesiones en la fase de despliegue duraron más tiempo que con los demás participantes. Lo anterior fue porque las maestras encontraron un valor adicional de utilizar MOBIS con este caso, particularmente al ver que Emmanuel sí lograba poner atención y disminuir manierismos cuando usaba MOBIS. También en la Figura 28 se aprecia que el tiempo promedio de

atención después de usar MOBIS, en algunos estudiantes (*e.g.*, 5 de 12), bajó en relación a antes de usar MOBIS. Se esperaba que, como en la mayoría de los casos, este resultado sería muy similar en esas dos fases, sin embargo esta diferencia se puede atribuir a la inclinación que tienen los niños por seguir una estructura y rutina específicas. Dado que los niños con autismo se acostumbran a hacer las cosas de cierta manera, como, hacer la terapia con un teléfono inteligente, al realizar la fase después-MOBIS el cambio en la rutina pudo impactar en la forma en que realizaban la terapia.

En lugar de distraer a los estudiantes e incrementar los errores durante la terapia, MOBIS los ayudó a estar más atentos a las personas y los objetos, estos eran los principales problemas que las maestras encontraron antes de usar MOBIS.

#### 4.2.2.1. Atención sostenida

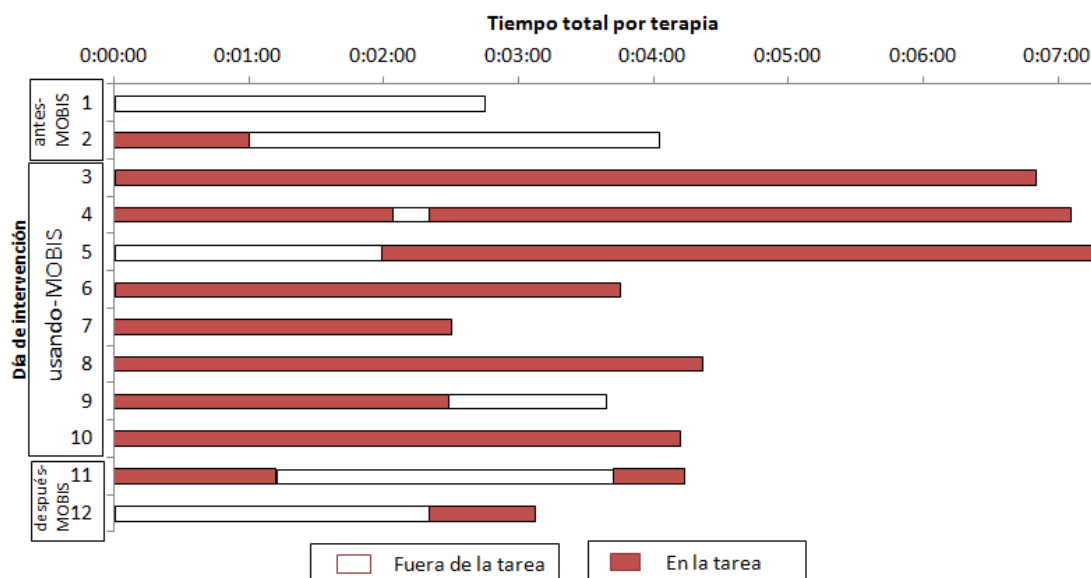
Para realizar un análisis más detallado de la atención de los estudiantes en la terapia cognitiva, se analizó el tiempo total de atención sostenida de los estudiantes por terapia cognitiva. De esta forma, además de saber que los estudiantes estaban más veces atentos también se podría averiguar si pasaban más tiempo continuamente atentos.

Encontramos que MOBIS mejoró la atención sostenida promedio de los estudiantes durante la terapia un 20% (antes-MOBIS: 44%; usando-MOBIS: 64%; y después-MOBIS: 36%,  $p=0.0005$ , Figura 29).

*“Antes teníamos niños que les puedes hablar y seguir hablando y el niño en otra cosa. Y ahorita por el sonido, por lo visual, por todas las cosas ahorita el niño está más atento.” (Belinda, maestra)*

Se realizó un análisis de la atención sostenida durante la terapia por cada uno de los estudiantes que participaron en el estudio. En todos los casos se observó un patrón incremental de la atención sostenida mientras transcurrían los días del estudio. En las Figuras 29, 30 y 31 se presentan los tres casos que se introdujeron en la metodología, donde se observan los periodos de atención (coloreados en rojo), y cómo este comportamiento va transcurriendo a lo largo de los días en los que se llevó a cabo la intervención.





*Figura 29. Distribución del tiempo de atención sostenida que Mario tuvo durante la terapia cognitiva en el transcurso de los días del estudio.*

El caso de Mario (Figura 29) es un ejemplo de un estudiante que antes del uso de MOBIS era muy difícil que se mantuviera atento en la terapia por más de un minuto. Esta falta de atención provocaba que las maestras optaran por terminar la terapia con Mario. Como se aprecia en la Figura 29, una vez que Mario utilizó MOBIS, su tiempo de atención sostenida en la terapia aumentó desde el primer día que usó MOBIS. Mario fue capaz de concentrarse en la terapia por más de un minuto, de hecho por toda la terapia, es decir logró terminar la terapia. Después de usar MOBIS el tiempo de atención volvió a disminuir, pero fue mayor que antes de haber usado MOBIS. Esto demuestra que es importante utilizar las TACs ubicuas en terapias cognitivas supervisadas para poder mantener la atención sostenida de estudiantes con autismo.

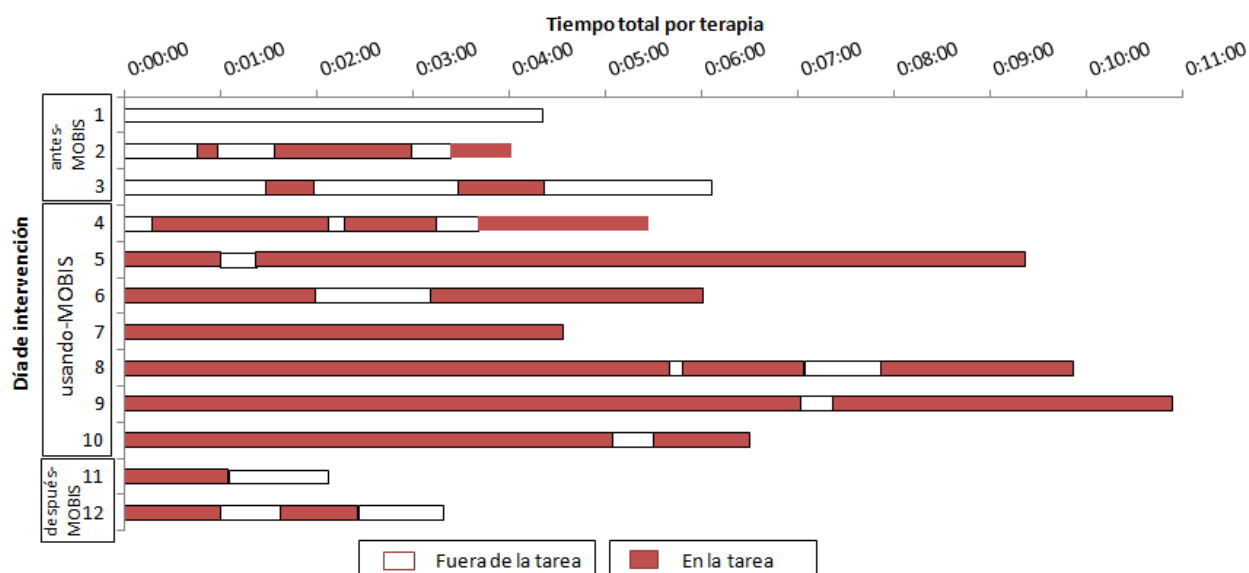


Figura 30. Distribución del tiempo de atención sostenida que Rolando tuvo durante la terapia cognitiva en el transcurso de los días del estudio.

En el caso de Rolando en la Figura 30 se aprecia como en la fase de pre-despliegue sus periodos de atención eran muy cortos y con periodos intermedios en “fuera de la tarea” de por lo menos un minuto. Después cuando usó MOBIS prácticamente se obtuvo lo opuesto, de hecho sus periodos de atención sostenida le permitieron terminar la terapia. Posteriormente cuando dejó de usar MOBIS, en la fase de post-despliegue, Rolando volvió a la primera condición, de hecho las maestras optaron por reducir el tiempo de sus terapias cognitivas porque Rolando seguía teniendo dificultades para estar atento en la terapia cognitiva. Es interesante ver como en el caso de Rolando la terapia cognitiva llegó a durar casi el doble de lo que duraba antes de la fase de despliegue. Lo anterior sucedió porque como las maestras vieron que Rolando estaba más atento a la terapia cognitiva y eran periodos más largos, entonces aprovecharon para realizar más ensayos y practicar con otros objetos.

*“Y pues si te fijas Rolando es el niño más lento y aún así estaba atento a la terapia” (Nadia, maestra)*

El caso de Noel (Figura 31) es un ejemplo de un estudiante que antes del uso de MOBIS sí ponía atención en la terapia pero ésta era muy fragmentada, y el promedio de atención sostenida era de aproximadamente un minuto. Como se aprecia en la Figura 31, una vez que Noel utilizó MOBIS, su tiempo de atención sostenida en la terapia aumentó considerablemente hasta completar terapias con atención sostenida completa. Después del despliegue el tiempo de atención se volvió a fragmentar sin embargo el tiempo de

atención sostenida siguió siendo mayor que antes de utilizar MOBIS. El caso de Noel, que es el mejor caso en términos de los resultados, fue interesante porque fue el estudiante que más veces realizó la terapia cognitiva de manera “móvil”, y fue capaz de hacerlo sin las sugerencias cognitivas físicas de las maestras. Durante la fase de despliegue se observó a Noel entusiasmado por realizar la terapia cognitiva de manera “móvil”, y cuando se regresó a la primera condición en la fase de post-despliegue vimos que Noel ya no se veía entusiasmado por hacer la terapia cognitiva. Lo anterior quizá pueda tener una influencia en los periodos de Noel “fuera de la terapia”.

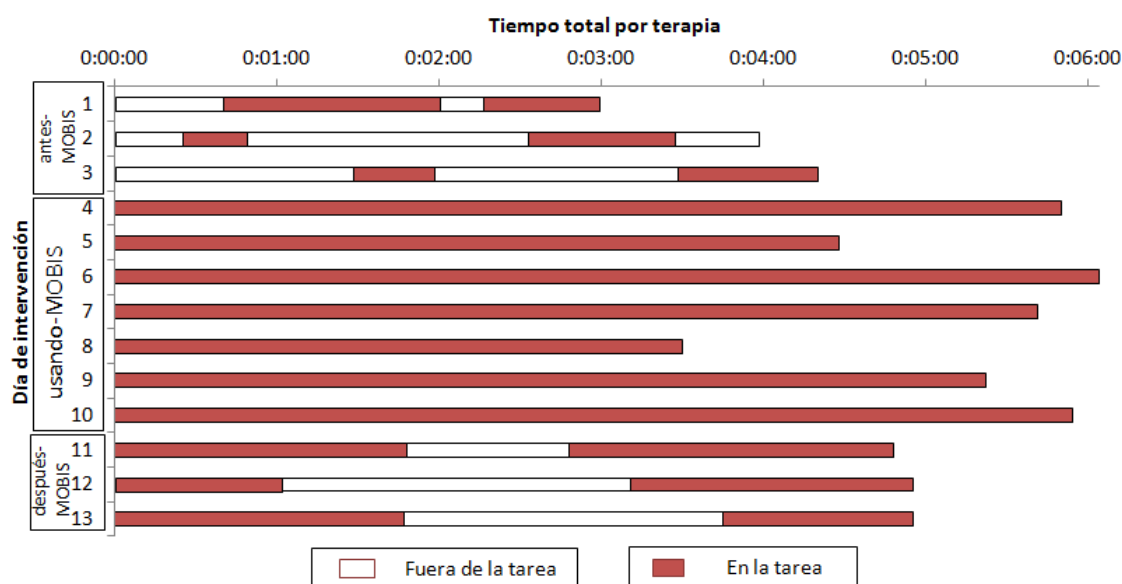


Figura 31. Distribución del tiempo de atención sostenida que Noel tuvo durante la terapia cognitiva en el transcurso de los días del estudio.

En general, MOBIS llamó la atención de los estudiantes de una manera sencilla y eficaz, proporcionando estímulos sutiles (*e.g.*, sugerencias cognitivas en modalidades visuales y audibles). Estos resultados resaltan la importancia de la imitación de las prácticas actuales para el manejo de la atención (*e.g.*, el uso de sugerencias cognitivas y recompensas), como características en el diseño de TACs ubicuas en terapias cognitivas en situaciones supervisadas.

En conjunto, estos resultados demuestran que los estudiantes aumentaron su atención durante las terapias y además fue mayor su atención sostenida. Este tipo de herramientas también podrían ser útiles para las escuelas regulares con estudiantes típicos, ya que también experimentan problemas de atención en situaciones supervisadas.

### 4.2.3. Movimientos estereotipados

Como se vio en el estudio formativo y en la literatura que se presentó en los primeros dos Capítulos de esta tesis, los movimientos estereotipados de los niños con autismo también afectan los problemas de atención en las terapias cognitivas. De aquí que se evaluó el impacto de MOSOCO en los movimientos estereotipados de niños con autismo.

Con el uso de MOBIS se observó que los estudiantes redujeron 59% el tiempo promedio exhibiendo movimientos estereotipados (*e.g.*, manierismos) durante la terapia (antes-MOBIS: 62%; usando-MOBIS: 3%; y después-MOBIS: 16%,  $n=19$ ;  $p<0.05$ ;  $9<46$ ; prueba de Wilcoxon, Figura 32).

*“Sí! Los estudiantes ahora son más pacientes, ya no se frustran haciendo la terapia. Ya no se la pasan moviéndose o moviendo las manos, ...en general hubo menos manierismos” (Adriana, maestra)*

*“por ejemplo Mario, con Mario batallo mucho para que trabaje, regularmente me hace un berrinche y así, y ayer lo noté muy interesado, hasta no se quería levantar por seguir trabajando, hasta quiso hacer berrinche por no quererse levantar de trabajar” (Ana, maestra)*

Este cambio positivo es importante porque incrementa las posibilidades de que los niños con autismo los acepten en grupos sociales de niños típicos donde no es común este tipo de movimientos estereotipados.

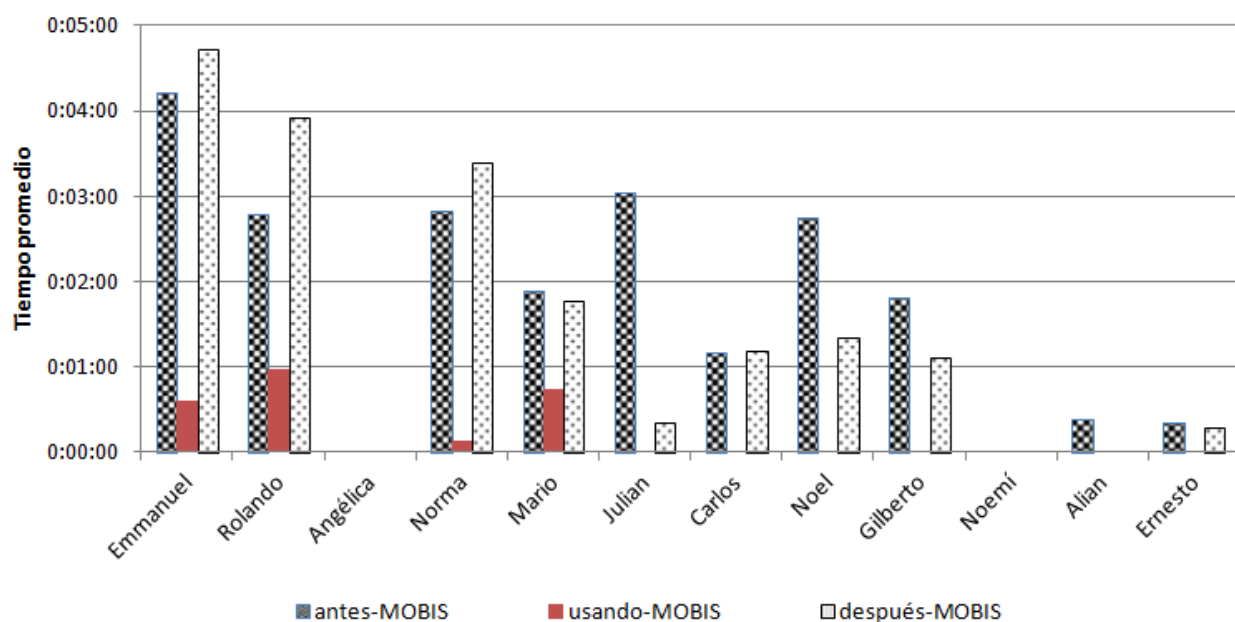


Figura 32. Tiempo promedio total por estudiante realizando movimientos estereotipados.

En la figura 32 se aprecia el tiempo promedio de manierismos que tuvieron cada uno de los estudiantes que participaron en el estudio, durante las tres fases. En todos los casos se observa que estuvieron menos tiempo haciendo manierismos cuando usaron MOBIS (barra oscura sólida). Sólo hay dos casos especiales (de Angélica y Noemí) que no presentan manierismos en ninguna de las fases, esto se debe a que la funcionalidad de estas estudiantes era mayor a los del resto de los participantes. Comparando el tiempo de manierismos antes y después de usar MOBIS, en la mayoría de los casos el comportamiento es el mismo, sólo en 3 casos (Julian, Noel y Gilberto) se observó que el tiempo promedio de manierismos en la fase de post-despliegue fue menor en comparación a la fase de pre-despliegue. Esto es una evidencia de que el uso de TACs ubicuas en terapias cognitivas supervisadas es importante para facilitar y mejorar el tiempo de atención en la terapia cognitiva sin interrupciones.

#### 4.2.4. Otros Resultados

Además del impacto en los problemas de movimientos estereotipados y en la atención sostenida, MOBIS también impactó en otros aspectos interesantes de los problemas detectados en el desempeño de la terapia cognitiva. Dichos aspectos se presentan a continuación.

##### 4.2.4.1. Sugerencias cognitivas

Durante el uso de MOBIS se observó que los estudiantes recibieron menos sugerencias cognitivas físicas 63% en promedio por parte de las maestras para realizar la terapia cognitiva (antes-MOBIS: 80%; usando-MOBIS: 17%; y después-MOBIS: 38%,  $n=18$ ;  $p<0.05$ ;  $0<40$ ; prueba de Wilcoxon, Figura 33). Lo anterior se debió a que los estudiantes estuvieron más atentos a la terapia cognitiva.

*“ya no tenemos que estar detrás del niño, para decirle o estarle diciendo las cosas para que las haga” (Belinda, maestra)*

*“Ya no tengo que estar moviéndolo para que haga las cosas” (Angelina, maestro)*

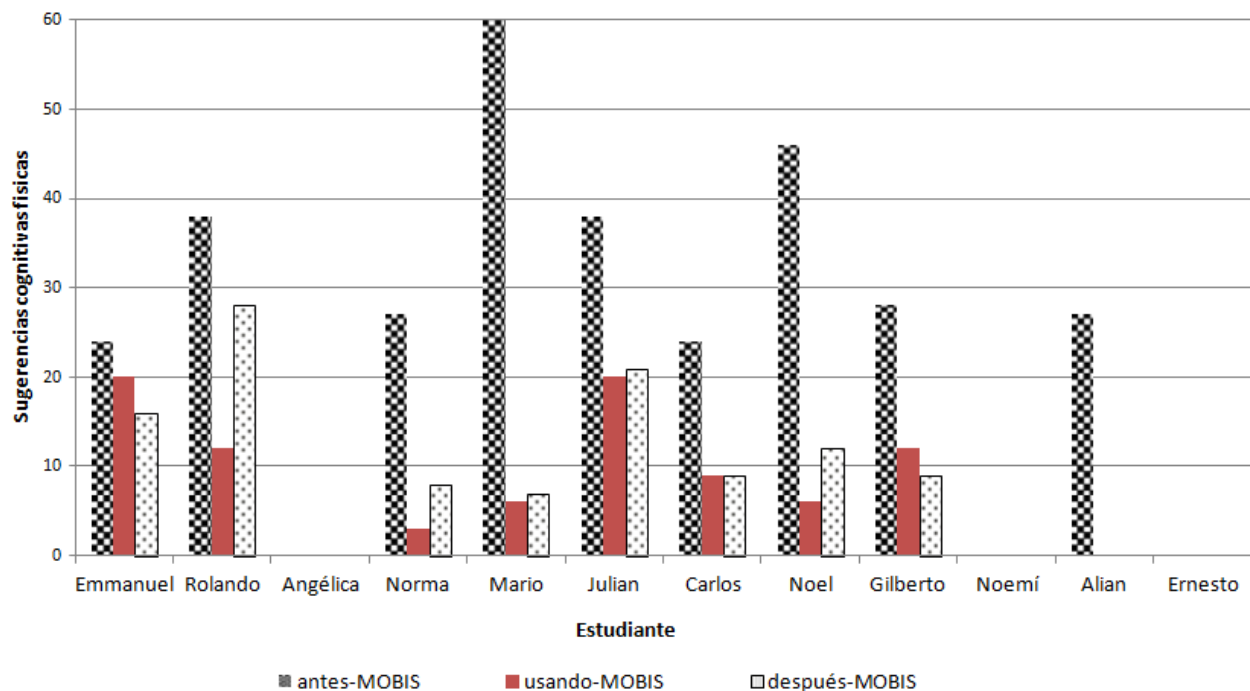


Figura 33. Cantidad total de sugerencias cognitivas físicas que los estudiantes recibieron durante las tres fases de la intervención.

Las maestras coincidieron en que el hecho de reducir las sugerencias cognitivas físicas contribuía a un desempeño un tanto autónomo en los estudiantes y una de las razones principales es que mejoraron su atención. El objetivo principal de las terapias de niños con autismo es hacer que dependan menos de un cuidador [100]. Lo anterior resalta la importancia del uso de TACs ubicuas en niños con autismo.

En la Figura 33 se aprecia con la línea azul que en la fase de pre-despliegue los estudiantes recibieron más sugerencia cognitiva física que cuando usaron MOBIS (barra oscura sólida). Incluso en la fase de post-despliegue recibieron menos sugerencia cognitiva física que en la fase de pre-despliegue. Este resultado es importante porque el uso de MOBIS en algunos casos tuvo un efecto un tanto de “sanar” ya que los estudiantes recibieron menos sugerencia cognitiva en la fase de post-despliegue en comparación a la fase de pre-despliegue, a pesar de que en las dos fases no usaron MOBIS.

#### 4.2.4.2. Emociones

MOBIS incitó un 24% más emociones positivas (e.g., feliz) en los estudiantes mientras realizaban la terapia cognitiva que las que tenían antes de haber usado MOBIS (antes-MOBIS: 2%; usando-MOBIS: 26%; y después-MOBIS: 2%,  $p=0.004$ , Figura 34).

“Ya ves Rolando, que siempre esta como triste, hasta se sonreía cuando escuchaba los sonidos y veía las animaciones” (Angélica, maestra)

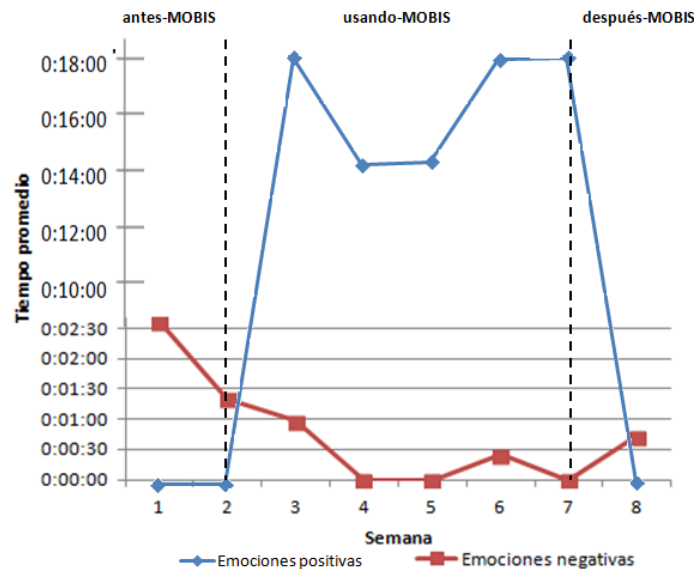


Figura 34. Distribución semanal del tiempo promedio total que los estudiantes tenían emociones positivas y negativas a lo largo de cada una de las 8 semanas de la intervención

Además de que MOBIS provocó emociones positivas entre los estudiantes, MOBIS les enseñó habilidades de comportamiento positivas (e.g., tolerantes). Por ejemplo los estudiantes estaban más conscientes de que había otro estudiante haciendo la terapia, esto los motivó a ser un poco más tolerantes y a estar más alerta de lo que ocurre en su salón de clases, viendo a sus compañeros hacer la terapia y esperando turno. Este resultado al igual que el de manierismos también contribuye a que los estudiantes con autismo los acepten más en grupos de niños típicos ya que los enseña a ser tolerantes.

### 4.3. Discusión

En general el uso de MOBIS impactó positivamente los problemas de atención de niños con autismo en la terapia cognitiva supervisada de discriminación/identificación de objetos. Adicionalmente este impacto permitió que los estudiantes necesitaran menos sugerencias cognitivas por parte de las maestras. Además el uso de MOBIS provocó que los estudiantes estuvieran más animados para hacer la

terapia cognitiva, lo cual promovió que presentaran emociones positivas mientras hacían la terapia cognitiva.

Es interesante ver que los resultados de impacto en mejora de atención, particularmente la atención sostenida, son significativos. De acuerdo al análisis detallado de atención sostenida en los 3 casos de los estudiantes seleccionados (*e.g.*, Mario, Rolando, y Noel), en las gráficas de las Figuras 29, 30 y 31 se pueden ver diferentes comportamientos. Por ejemplo en los casos de Rolando y Noel durante la fase de pre-despliegue iniciaron sus sesiones de terapia cognitiva “fuera de la tarea”, una vez que usaron MOBIS las iniciaron “en la tarea” y este comportamiento se mantuvo durante la fase final de post-despliegue. Lo que pudiera hacer pensar que el uso de MOSOCO tuvo un efecto un tanto “sanador”, sin embargo como se observa en las Figuras los periodos de atención sostenida iban disminuyendo. Lo anterior sugiere futuras investigaciones para implementar por ejemplo un estudio con la misma metodología de *diseño de sujeto único* pero tipo ABAB, donde después de la fase de post-despliegue (*e.g.*, que corresponde a la segunda A) existe un periodo de espera y después se realiza un segundo despliegue. De esta manera quizá se podría explorar si se pudieran tener los mismos resultados que en el primer despliegue cuando existe un periodo de espera de por medio.

Otro aspecto interesante fue que debido a que los estudiantes estaban más atentos en la terapia cognitiva en la fase de despliegue, no necesitaron la misma cantidad de sugerencias cognitivas que las que necesitaron en la fase de pre-despliegue. Esto de alguna manera implica un comportamiento un tanto autónomo al realizar la terapia. Esto sugiere explorar si el soporte que MOBIS proporciona a los niños con autismo para identificar objetos les pudiera servir también fuera de un ambiente controlado, por ejemplo para usarlo en sus casas. Esta idea concuerda con las necesidades de generalización de habilidades [60, 100] que son de mucha importancia para los niños con autismo.

Es necesario resaltar que MOBIS se usó de dos formas: (1) tradicional, donde los estudiantes estaban sentados y realizaban la terapia frente a la supervisión de la maestra; (2) “móvil”, donde los estudiantes realizaban la terapia con la supervisión de la maestra buscando objetos en su ambiente (*e.g.*, dibujos en la paredes de su salón). En ambos casos la terapia se hacía con la supervisión de la maestra. Primero se dio el primer uso y después las maestras propusieron el segundo, y fue cuando se realizó la terapia de forma “móvil”. También es importante decir que cuando iniciaron usando MOBIS de la forma tradicional, las maestras estiraban su mano solicitando al estudiante el objeto solicitado, pero después la maestras se dieron cuenta que MOBIS le ayudaba al estudiante a identificar/discriminar el objeto (*e.g.*, la maestras veían lo que el estudiante hacía y además recibían notificaciones en su tableta cuando el estudiante



identificaba el objeto), y que no era necesario que los estudiantes le entregaran el objeto. Con base en esto las maestras les decían a los estudiantes que ya no le entregaran el objeto. A pesar de que los estudiantes no requerían entregar el objeto, los estudiantes “tocaban” el objeto a través de la pantalla, y de esa forma se “calculaba” si la imagen capturada en el momento de tocar la pantalla era el solicitado por la maestra. Este uso se acentuó más cuando los estudiantes empezaron a usar MOBIS en forma móvil, ya que así podían realizar la terapia con objetos que estaban representados en una pintura en la pared. Debido a que las maestras supervisaban en todo momento las acciones de los estudiantes durante la terapia mientras usaban MOBIS (*e.g.*, en cualquiera de las dos modalidades de uso) y que los estudiantes también “tocaban” el objeto solicitado, se mantiene la equivalencia de la terapia cuando se hace con MOBIS tanto de la forma tradicional como de la forma “móvil”.

La novedad de MOBIS tuvo un claro impacto en la atención de los estudiantes. En la fase de entrenamiento los estudiantes experimentaron el efecto novedad del teléfono inteligente, exploraron el artefacto mientras hacían la terapia, durante este tiempo las maestras esperaron pacientes a que el efecto pasara. Después cuando inició la fase de despliegue los estudiantes ya no exploraron el teléfono y solamente se dedicaron a hacer la terapia. En el estudio de Franken, et. al. [54] se dice que mientras el individuo se vuelve familiar con el estímulo, el efecto novedad se desvanece, quizá esta sea la razón por la que los estudiantes dejaron de explorar el teléfono y se dedicaron a hacer la terapia. Sin embargo no es claro si este efecto se disipó en las 5 semanas de la intervención. Adicionalmente existen preguntas abiertas en relación a cuánto es el tiempo y cómo deba medirse el efecto novedad en niños con autismo.

## 4.4. Resumen

En este capítulo se presentó la evaluación de una TAC ubicua derivada del estudio formativo que se realizó en Pasitos, donde se demuestra la efectividad de MOBIS para mejorar la atención y problemas de manierismos de niños con autismo en situaciones supervisadas. También se presentó un análisis de otros impactos de uso de MOBIS.

La principal contribución de este capítulo es la intervención que se realizó con el fin de evaluar en un ambiente real el impacto de uso de MOBIS en terapias cognitivas supervisadas de niños con autismo. El despliegue de MOBIS muestra una evidencia de la eficacia del uso de TACs ubicuas en terapias supervisadas para mejorar la atención de niños con autismo y sus problemas de movimientos estereotipados en nuestro contexto de estudio. Estos resultados también demuestran que las decisiones de

diseño seleccionadas son adecuadas para implementar TACs ubicuas que apoyan la atención de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas, como la de identificación/discriminación de objetos. Los hallazgos en esta tesis pueden ayudar entender como diseñar e implementar mejores TACs ubicuas adecuadas para usarse en terapias cognitivas de niños con autismo. Así como también desarrollar más y mejores algoritmos para implementar tecnología que apoye este tipo de escenarios e interacciones entre las personas y la tecnología.

El uso de MOBIS “fuera del escritorio”, que se observó en la fase de despliegue y en algunas de las impresiones de las maestras (*e.g.*, en las entrevistas) respecto al potencial de MOBIS de contribuir a la independencia de los niños con autismo, inspiró el desarrollo de un análisis adicional de un estudio que se realizó previamente. En ese segundo estudio se exploraría el uso de una TAC ubicua para apoyar a los niños con autismo a mejorar sus problemas de atención en situaciones reales donde no existe la ayuda de un supervisor. De aquí que el siguiente Capítulo 5 presenta el segundo estudio.

## Capítulo 5

### MOSOCO: Un sistema ubicuo que proporciona soporte a niños con autismo para interactuar socialmente en situaciones donde no hay un supervisor

En este Capítulo se describe un segundo estudio formativo y el diseño de un segundo prototipo para entender los problemas de atención y manierismos de niños con autismo pero ahora en situaciones no supervisadas. El estudio contextual se realizó en tres escuelas regulares de educación primaria del condado de Orange, en California, USA, que utilizan la terapia denominada Social Compass, una terapia que enseña a los niños con autismo habilidades sociales apropiadas. El objetivo del estudio contextual fue entender los problemas de atención y estrategias que los niños enfrentan al interactuar socialmente en situaciones de la vida real. Se describe la metodología del estudio, y los resultados que se obtuvieron, mismos que ayudaron a diseñar escenarios de uso y prototipos de baja fidelidad de TACs ubicuas para mejorar la atención sostenida de niños con autismo en terapias cognitivas no supervisadas. También se describe el diseño e implementación de MOSOCO, un sistema ubicuo para apoyar a los niños con autismo con sus problemas de atención practicando sus lecciones de interacción social y utilizándolas en situaciones de la vida real no supervisadas (Mobile Social Compass, por sus siglas en inglés).

#### 5.1. Entendiendo los problemas de atención en las interacciones sociales de niños con autismo en situaciones no supervisadas

El objetivo de este segundo estudio contextual fue entender los problemas de atención que los niños con autismo enfrentan al interactuar socialmente en situaciones no supervisadas por un supervisor<sup>14</sup>, así como también las estrategias que utilizan para enfrentar estos problemas. También el objetivo fue entender la terapia de interacción social que estaban utilizando y los materiales que se utilizan en ella. Adicionalmente se caracterizaron el tipo de interacciones sociales de los niños con autismo con el objetivo de entender los detalles de los problemas de atención al interactuar socialmente.

##### 5.1.1. Metodología

---

<sup>14</sup>Por simplicidad en la lectura, cuando me refiero a un supervisor se trata de la persona encargada del cuidado de niños con autismo. Estos incluyen cuidadores, padres, maestros, terapeutas, y psicólogos.

Para completar nuestro entendimiento del problema en la literatura, realizamos un estudio contextual, de donde identificamos problemas de atención y estrategias de los estudiantes<sup>15</sup> durante sus interacciones sociales en situaciones donde no contaban con un supervisor (*e.g.*, durante los recreos/recesos escolares). De los resultados que iba arrojando el estudio contextual, iniciamos un diseño participativo para realizar una propuesta de uso de tecnología que imitaba la estrategia actual para enfrentar los problemas que se identificaron. Para concluir esta etapa, realizamos unos escenarios y bocetos de la TAC ubicua propuesta. Estos escenarios y bocetos se probaron con los participantes del estudio en la fase de ‘Desarrollo y Pruebas iniciales’.

#### *5.1.1.1. Características de los informantes*

En esta sub-sección se describe las características de los informantes que participaron en el estudio que se realizó en escuelas primarias públicas del condado de Orange en California, USA.

##### *Escuelas primarias regulares*

Para realizar este estudio formativo se estableció una colaboración con la universidad de UCI en Irvine Ca., específicamente con la Dra. Gillian Hayes, investigadora y profesora de tiempo completo, de la escuela de Informática y Ciencias de la Computación. A través de esta colaboración se realizó otra colaboración con LouAnne Boyd la creadora de la terapia para práctica de habilidades sociales que se estudio en esta tesis [20]. A través de LouAnne se logró tener acceso a las escuelas primarias regulares en la que se realizó el estudio.

El estudio contextual se realizó en tres escuelas públicas regulares (*e.g.*, de estudiantes neurotípicos) que ya utilizaban Social Compass para apoyar a los niños con autismo con sus problemas de atención en las interacciones sociales. En estas escuelas primarias donde se realizó el estudio, los estudiantes con autismo están integrados en diferentes grupos donde la mayoría de los estudiantes son neurotípicos. En cada grupo de aproximadamente 25 estudiantes existe 1 estudiante con autismo por cada 3 neurotípicos. Los estudiantes con autismo acuden a los salones de clase regulares como todos los estudiantes. Sin embargo, dependiendo de las necesidades de los estudiantes con autismo, las maestras apartan un periodo de tiempo para que los estudiantes con autismo asistan a terapias especializadas que los ayuden a integrarse mejor con sus compañeros neurotípicos. Estas terapias se llevan a cabo en otro salón de clases pero dentro de la misma escuela. Algunas veces los estudiantes neurotípicos se integran a estas terapias especiales de los estudiantes con autismo para practicar situaciones específicas. Todos los estudiantes cuentan con 15

---

<sup>15</sup> Por simplicidad me refiero como estudiante a un niño como autismo

minutos de recreo/receso en el que salen del salón de clases y pueden ir a tomar sus alimentos y/o jugar en el patio. Durante este periodo los estudiantes pueden hacer cualquier actividad y no cuentan con la supervisión de un supervisor.

### *Informantes*

Los informantes que participaron en el estudio incluyen 20 estudiantes, 6 con autismo y 14 neurotípicos, de entre 8 y 10 años de edad.

### **Estudiantes con autismo**

Los niños con autismo que asisten a las escuelas primarias regulares donde hicimos el estudio, son niños con alto nivel de funcionalidad, y todos son verbales. Todos los estudiantes tienen dificultades para interactuar socialmente tanto con sus compañeros con autismo como con los neurotípicos. Algunos estudiantes necesitan de una maestra que los siga “como sombra” durante los recreos. De los 20 estudiantes, 6 eran con autismo y del sexo masculino. El reclutamiento de los participantes en el estudio fue aleatorio y también dirigido por las maestras. No existió preferencia por el género. Adicionalmente existe evidencia en la literatura [102] de que la prevalencia de autismo es mayor en hombres que en mujeres.

La forma de interactuar de los estudiantes con autismo por lo general es pasiva, es decir, sólo escuchan y/o observan lo que sus compañeros neurotípicos les comunican, ya sea verbal o visualmente. En la mayoría de los casos los estudiantes con autismo presentan interacciones muy cortas, y/o sin la necesidad de hablar (*e.g.*, interacción física como un juego de deporte).

### **Estudiantes neurotípicos**

Son estudiantes que no están dentro del espectro de autismo. Participaron 14 estudiantes típicos, 5 de ellos mujeres. En la mayoría de los casos prefieren evadir interactuar con sus compañeros con autismo.

#### ***5.1.1.2. Recolección de datos***

Se videograbaron a 20 estudiantes con autismo (entre 8 y 10 años, 2 niñas) durante sus 15 minutos de recreo (Figura 35). Utilizamos técnicas de observación móvil estructurada [121]. Esto es, se siguió a los estudiantes como si fuéramos su sombra y se grabaron sus acciones en el momento y en el lugar que las ejecutaban. El tiempo total de observación fue de aproximadamente 15 horas.



*Figura 35. Niños con autismo durante sus recreos en el estudio contextual. Niño que no responde preguntas (izquierda), Niño que camina alrededor del patio y con una maestra que lo sigue como sombra (centro), y Niño con autismo solo jugando en el columpio (derecha).*

Para complementar el estudio observacional se realizaron 4 entrevistas semi-estructuradas (Apéndice A), 3 de ellas con maestros y una con el coordinador de autismo. Además para mejorar el entendimiento de los problemas y estrategias, tomé el entrenamiento en la terapia que estaban utilizando. Las entrevistas se grabaron y después se transcribieron para su análisis posterior. Los temas que se abordaron en las entrevistas incluyen: problemas para interactuar socialmente, y estrategias y materiales que utilizaban. Estos temas se estudiaron con el objetivo de entender cuáles eran los problemas de atención de los estudiantes cuando interactuaban socialmente y no tenían el apoyo de un supervisor, también para conocer las estrategias que utilizaban para enfrentar estos problemas.

### *5.1.1.3. Análisis de datos*

Se utilizaron Diagramas de Afinidad [108] y Técnicas de Teoría fundamentada [31] para analizar los datos que se recolectaron, al igual que en el estudio anteriormente presentado en el Capítulo 3. Se agruparon citas obtenidas de las entrevistas y observaciones.

## *5.1.2. Resultados*

Como resultado del análisis de los datos del estudio contextual se obtuvo un diagrama de afinidad con los temas emergentes principales: terapia Social Compass, y problemas de atención y estrategias de los niños con autismo al interactuar socialmente cuando no tienen supervisión de algún maestro, los cuales se describen a continuación.

### *5.1.2.1. Terapia Social Compass*

*Social Compass* es una intervención conductual y educativa basada en el uso de historias y herramientas visuales que, como una brújula, "dirigen al niño en la dirección correcta" [19] durante una

interacción social. Esta terapia se introdujo en el salón de clases de varias escuelas en Irvine, California y se ha probado con más de 1000 alumnos demostrando resultados exitosos [20]. La mayoría de los estudiantes inscritos en la Intervención de Social Compass se diagnostican como de alto funcionamiento de acuerdo a las recomendaciones de *Rao et al.* de intervenciones para el desarrollo de habilidades sociales que se centran en el desarrollo de habilidades generalizables en esta población [143].

### *Módulos*

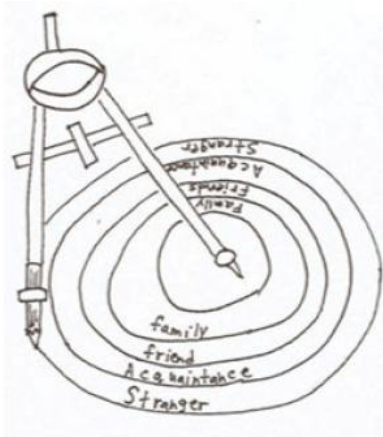
Social Compass consta de 26 lecciones divididas en 4 módulos: Habilidades No Verbales (Nonverbal Communication); Emociones (Emotions); Habilidades de Nosotros (“We” skills); y Resolución de problemas sociales (Social Problem Solving). Cada lección está compuesta de 8 pasos. Social Compass a través de sus 4 módulos hace la analogía de una brújula, dirigiendo al niño en la dirección correcta [27]. Los detalles de la técnica y contenido de Social Compass pueden consultarse en el Apéndice E.

### *Una lección prototipo*

Para entender mejor la terapia de Social Compass, aquí se presenta un ejemplo de la lección: *Espacio y Proximidad*. El maestro empieza escribiendo en el pizarrón las instrucciones para iniciar la terapia. Después todo el grupo sigue las instrucciones. Durante los 8 pasos de la lección el maestro dirige a los estudiantes proporcionándoles sugerencias cognitivas (*e.g.*, así como las usadas en la terapia cognitiva de discriminación de objetos descrita en el Capítulo 3) para tratar de mantenerlos atentos a la terapia.

*Paso 1. El objetivo.* Los maestros presentan el formato de la terapia a los estudiantes, el objetivo de la lección y su importancia en el desarrollo de habilidades sociales. Para esta lección, los estudiantes practican cómo situarse a una distancia apropiada entre ellos y otras personas para interactuar.

*Paso 2. El soporte visual.* El maestro presenta el soporte visual relacionado con la lección, misma que representa los puntos clave y está relacionada con el objetivo de la lección. Un ejemplo de soporte visual es el compás que dibuja círculos concéntricos para ilustrar las fronteras espaciales adecuadas a familia, amigos, conocidos, y extraños (Figura 36 izquierda). Durante este paso el maestro explica cada figura y discute la distancia física entre ellos y otras personas, que normalmente se determina por la relación social que hay entre ellos.



| Habilidad                                                                      | Ensayo 1 | Ensayo 2 | Ensayo 3 | Ensayo 4 |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Puede imitar el modelo de proximidad                                           | Familia  | Extraño  | Amigo    | Conocido |
| Muestra una apropiada distancia de su compañero dependiendo su relación social |          |          |          |          |

Figura 36. Herramientas que se utilizan en la terapia de Social Compass, el compás como soporte visual de proximidad (izquierda), y la hoja de autoevaluación (derecha).

**Paso 3. La historia social.** Los maestros y los estudiantes leen una historia social y la discuten para asegurar que la comprenden. La historia de esta lección se trata de un niño que se acerca mucho a un bebé que no conoce. El niño reconoce el error, e inmediatamente se disculpa, y desde ese momento mantiene a una distancia apropiada con el bebé. Después de leer la historia, el maestro hace unas preguntas a los estudiantes para asegurar que comprendieron la historia, los estudiantes contestan en grupo, como lluvia de ideas:

- ¿De quién se trata la historia? Spencer
- ¿Cuál es el problema? Se acercó mucho a un bebé que no conocía.
- ¿Qué aprendió a hacer Spencer? Responder inmediatamente (disculparse) y verificar su proximidad.
- **Resumen.** Spencer se acerca mucho a un bebé y el bebé llora. Spencer aprende a mantener su distancia.

**Paso 4. Modelado.** El maestro usa objetos físicos o su propio cuerpo para hacer la demostración de la habilidad. Para esta lección el maestro, usa su cuerpo para mostrar que tan cerca podría estar de un miembro de su familia (a medio brazo de distancia), un amigo (medio o un brazo de distancia), un conocido (1 brazo), o un extraño (2 brazos).

**Paso 5. Ensayo.** El maestro y los alumnos se paran y forman un círculo y trabajan en pares para modelar la historia. Para esta lección, cada estudiante usa una tarjeta como clave para mostrar la relación que



existe entre él y su compañero, como familia, amigo, conocido, o extraño. Los estudiantes practican alternadamente.

*Paso 6. Ensayo por roles.* Cada estudiante elige un compañero para modelar la habilidad social de la lección frente a todo el grupo. En esta lección, cada estudiante debería modelar todos los roles de los 4 escenarios de la historia, mientras que los otros estudiantes proporcionan retroalimentación en forma de “señal de aprobación” cuando lo hacen bien o “señal de desaprobación” cuando lo hacen mal.

*Paso 7. Refuerzo y Retroalimentación.* Después de la sesión *ensayo por roles*, los estudiantes se califican ellos mismos en la hoja de autoevaluación (Figura 36 derecha). La calificación es en escala del 1 al 3, donde 3 es la mejor calificación.

*Paso 8. Generalización.* El maestro proporciona más instrucciones según proceda. Al final de la lección el maestro proporciona a los estudiantes una hoja con instrucciones y escenarios para practicar la habilidad social fuera del salón de clases.

#### *Seis lecciones básicas*

De acuerdo con Social Compass, las mínimas habilidades sociales que se requieren para una “interacción social básica y completa”, son seis: contacto visual, espacio y proximidad, iniciar una interacción, hacer preguntas, compartir intereses, y terminar una interacción [20].

A pesar de que esta intervención ha mostrado resultados positivos, todavía existen preguntas abiertas para entender como los niños con autismo pueden utilizar estas habilidades que recientemente aprendieron, fuera del salón de clases, sin la intervención de un supervisor. De hecho, esta intervención actualmente carece de soporte y herramientas para que los niños con autismo puedan utilizar fuera del salón de clases.

### *5.1.2.2. Problemas de los niños con autismo durante las interacciones sociales no supervisadas*

#### *5.1.2.2.1. Problemas de atención durante las interacciones sociales y encuentros*

Los individuos con autismo presentan problemas en lenguaje tanto expresivo como receptivo [2]. De manera similar también se observó que los estudiantes tienen dificultades de atención en las interacciones pasivas (*e.g.*, físicas) y proactivas (*e.g.*, verbales), que es para estas últimas para lo que

Social Compass fue explícitamente diseñado. La caracterización de las interacciones de los niños con autismo que se observaron en el estudio se presenta a continuación. Este análisis difiere de la literatura de interacciones informales en que una interacción informal es espontánea y la inicia una persona que está consciente de lo que sucede alrededor para encontrar el momento oportuno de interactuar [170]. Esta consciencia permite a los usuarios poner más o poner menos atención a una situación, por medio de un sistema ya sea reduciendo el número de elementos que puede controlar o dándole más autonomía [136]. En el caso de este estudio se busca lograr que se dé una interacción verbal y mantenerla.

Las *interacciones pasivas* son aquéllas situaciones en donde el niño está principalmente recibiendo instrucciones o comunicación y permanece intencionalmente inactivo, adoptando así un comportamiento como “de espera”. Entre estas interacciones, se encuentran los momentos en los que el niño está viendo<sup>16</sup> algo o a alguien, cuando “lo dejan afuera” (*e.g.*, lo excluyen de un grupo o no lo dejaron entrar) o cuando está recibiendo instrucciones. Específicamente, este tipo de interacciones se refiere a cuando el niño está observando la ejecución de una interacción pero no está participando en ella (Figura 37a). Si el niño ya no está poniendo atención y deja de estar en un grupo, se considera como “dejándolo fuera”. “Recibiendo instrucciones” se refiere a una interacción donde el supervisor guía al niño, pero el niño no participa activamente ante las instrucciones, en ocasiones el supervisor mueve el cuerpo del niño (*e.g.*, manos, cabeza, o todo el cuerpo) para obligarlo a interactuar. Se observó que los niños frecuentemente pierden la atención por lo que desvían la mirada o se van del lugar donde están recibiendo una instrucción, o donde están viendo algo. Constantemente van y vienen, sólo ponen atención por periodos muy cortos.

---

<sup>16</sup> Se considera que un niño con autismo interactúa pasivamente porque él elige estar viendo esa interacción, en lugar de que en otro caso, un cuidador mueva físicamente la cabeza del niño para obligarlo a que vea algo.



*Figura 37. Los niños durante un día de observación. (a) Tres niños con autismo en interacciones pasivas, (b) Niños con autismo en interacciones físicas, (c) Niños con autismo en una interacción verbal proactiva.*

En contraste las *interacciones proactivas* son aquellas donde se requiere que el niño sobresalga y esté atento de manera sostenida en una situación social. Estas interacciones incluyen hacer preguntas (Figura 37c), compartir información, hacer elogios, mantenerse atentos en una conversación, estar atento en una interacción social, o negociar necesidades. Por ejemplo un niño está atento en una interacción verbal cuando se une a un juego (*e.g.*, ajedrez, Figura 37b) y se mantiene atento en la interacción jugando hasta que el juego termina.

En las observaciones del estudio contextual, se encontró que los niños con autismo que están en una interacción pasiva se mantienen solitarios. Sin embargo aunque un niño con autismo esté atento a una interacción proactiva, es difícil que mantenga su atención sostenida, es decir continuamente salta entre modos pasivos y proactivos de interacción [174], en oposición a mantenerse atentos por periodos prolongados (*e.g.*, atención sostenida).

#### 5.1.2.2.2. Interacción efectiva

En una interacción social, los errores sociales y la proximidad son pistas clave que pueden causar que los niños con autismo:

- Mantengan un espacio de proximidad adecuado

- Estén atentos y puedan dar una respuesta instantánea en el contexto de una conversación,
- Se mantengan atentos a la interacción y eviten rupturas, e
- Identifiquen compañeros potenciales para interactuar

Tomando en cuenta estas pistas clave, los niños con autismo pueden estar atentos para anticipar situaciones sociales, verlas como oportunidades en lugar de amenazas, e influenciar sus interacciones de manera constructiva en lugar de solamente reaccionar ante algo, pasivamente. Entonces definimos *interacción efectiva* como aquella donde se cuenta con estrategias para evitar errores sociales. Estas estrategias son pistas sociales que pueden proporcionar una indicación adecuada de interacciones potenciales para promover interacciones proactivas, y abrir la posibilidad a que se cuente con atención sostenida dados diferentes contextos sociales.

#### *El rol de la ubicación basada en proximidad e interacciones inmediatas*

La proximidad física de otros niños frecuentemente indica una interacción social potencial. Por ejemplo muchas interacciones se inician cuando los niños dejan el aula para ir al patio de recreo. En este momento, los niños se colocan muy próximos entre sí, a menudo caminando en parejas. Los niños hacen planes informales para realizar actividades en el recreo. Por lo tanto, si una interacción se logra durante este tiempo, los estudiantes implicados a menudo seguirán interactuando durante el recreo. Por ejemplo, durante un día de observación:

*“Cuando Steve estaba caminando hacia el patio agarró la pelota. Su amigo Scott le preguntó si podían jugar juntos. Ese día durante el receso ellos dos se la pasaron todo el tiempo jugando juntos”*

Sin embargo algunas veces los niños con autismo pierden su atención causando una ruptura (e.g., error social) en una interacción. Por ejemplo en el estudio:

*“Mientras que Mike (niño con autismo) estaba jugando con la pelota, un niño que estaba cerca de él gritó, como consecuencia Mike se asustó y se fue corriendo al baño. Ian (niño neurotípico) no pudo terminar su interacción con Mike lo que le causó confusión, y le preguntó a otros niños acerca del comportamiento de Mike. Ese día Mike no regresó al patio y pasó el resto del recreo caminando alrededor del cerco de la escuela”*

#### *El rol de la relación social en actividades e interacciones basadas en proximidad*

Además de seleccionar un compañero para interactuar basándose en proximidad, los niños con autismo –así como los neurotípicos- toman estas decisiones basándose en su relación social y preferencias comunes (*e.g.*, escoger jugar ajedrez con un compañero al que también le guste jugar). Esta relación social próxima puede promover que los niños con autismo se mantengan atentos a la interacción y por periodos más prolongados.

*Proximidad social* describe el nivel de cercanía con un familiar, amigo, conocido o extraño. En este caso el nivel de cercanía determina tanto la proximidad física como el tipo de información que el niño puede compartir. En el estudio los niños con autismo utilizaron esta información para detectar a compañeros potenciales para interactuar y entender una forma apropiada de acercarse a ellos.

*Proximidad de actividad* describe la correspondencia entre las preferencias de un niño y las actividades que están ejecutando otros niños. En este caso, el nivel de cercanía en proximidad de actividad permite la selección del grupo o individuo cuyas actividades podrían ser más interesantes o deseables para unirse. Por supuesto que estas preferencias son dinámicas a través del tiempo y pueden variar durante el día, haciendo que la descripción de este tipo de proximidad sea difícil. En las observaciones del estudio se encontró que los maestros interpretan las preferencias de actividades por localización física, conociendo por ejemplo que un estudiante que le gusta jugar ajedrez se mantendrá cerca de las mesas donde otros niños están jugando ajedrez.

Para los niños con autismo es difícil recordar tanto la proximidad social como la proximidad de actividad. Es decir no recuerdan que tipo de relación tienen con sus compañeros y cuáles son los intereses que comparten. Esta información le podría servir de ayuda a los niños con autismo para poder tener una interacción social y ayudarlo a mantenerse atento, porque podría saber por ejemplo de qué tema hablar. Por otro lado a los niños con autismo les es difícil unirse a grupos y aunque se mantengan próximos a la actividad que les interesa es difícil que se integren o que los que ya están jugando los integren. Si los niños con autismo contaran con la información de proximidad de actividad (*e.g.*, intereses en común) y relación social (*e.g.*, amigos, conocido, desconocido) también esto les podría ayudar a tener nuevos compañeros con los cuales interactuar. Adicionalmente el conocer esta información les ayudaría a tener temas de conversación y mantener una proximidad adecuada, que potencialmente les ayuda a mantenerse atentos en una interacción social.

Tanto la proximidad de actividad como la relación social facilitan una interacción exitosa con una persona. Además esto puede ayudar a identificar un compañero potencial para interactuar.

### *Interacción efectiva para detectar errores sociales*

Durante una interacción, los niños con autismo pueden utilizar un lenguaje corporal inadecuado y con ello hacer que otros niños se sientan incómodos, y como consecuencia interrumpen o terminen una interacción. Este uso inapropiado de lenguaje corporal o habilidades no-verbales lo llamamos un error social. Los errores sociales observados incluyen: usar un tono inapropiado de voz (gritar), no hacer contacto visual o hacerlo por mucho tiempo (dar un vistazo), invadir espacio personal, e interrumpir o terminar una interacción. Estos errores sociales provocan que el niño con autismo deje de estar atento a una interacción, y genere confusión y rechazo de otros estudiantes. Por ejemplo durante las observaciones:

*“Mientras que Sam estaba jugando a la pelota con Meg, accidentalmente le pegó a Leslie cuando fue por la pelota. Sam no se disculpó con Leslie, por lo que ella se confundió”*

En las observaciones los maestros frecuentemente siguen a los estudiantes para ayudarlos a interactuar y mantenerlos atentos (e.g., que tengan una interacción completa) ofreciéndoles instrucciones adicionales (Figura 35 centro) y evitando los errores sociales o identificándolos antes de que causen algún incidente. Cuando un incidente ocurre, frecuentemente derivado de varios errores sociales, los otros niños (neurotípicos) comúnmente responden con burlas, risas hacia el estudiante que cometió el error social. Este tipo de incidentes pueden hacer que los niños con autismo se sientan desplazados en los contextos sociales de las escuelas y de esta forma pierden su atención en las interacciones sociales. La consciencia de errores sociales potenciales –actualmente proporcionados por los maestros- permite que los estudiantes con autismo se mantengan atentos a las interacciones y se les facilite su unión a grupos y realicen interacciones proactivas.

#### 5.1.2.2.3. Problemas de movimientos estereotipados en interacciones sociales

Los individuos con autismo presentan problemas de movimientos estereotipados, también conocidos como manierismos [2]. De manera similar también se observó que los estudiantes tienen dificultades de atención en las interacciones pasivas (e.g., físicas) y proactivas (e.g., verbales), derivado de sus problemas de manierismos. Los niños neurotípicos comúnmente suelen rechazar a niños con autismo porque no entienden o tienen miedo cuando ven que un niño con autismo está realizando movimientos estereotipados.

En las observaciones del estudio contextual, se encontró que cuando los niños con autismo están presentando movimientos estereotipados, los niños neurotípicos que están cerca y ven prefieren alejarse

del niño con autismo. En otras ocasiones cuando el niño con autismo ya estaba en una interacción social y presentaba movimientos estereotipados entonces el niño neurotípico con el que estaba interactuando se confundía y prefería alejarse; en otras ocasiones también se observó que el mismo niño con autismo se alejaba. En el estudio observamos que los niños con autismo parecía que no podían controlar esos movimientos estereotipados, ya que cuando los niños neurotípicos terminaban alejándose, también el niño con autismo quedaba confundido de que lo hubieran dejado solo.

Las dificultades que presentan los niños con autismo para interactuar socialmente descritas en esta subsección resaltan la importancia de apoyar los problemas de atención, movimientos estereotipados, y errores sociales de los niños con autismo. Estos problemas obstaculizan las interacciones sociales de los niños con autismo en situaciones donde no tienen un supervisor que los ayude.

## 5.2. Diseñando para mejorar la atención en interacciones sociales de niños con autismo

En esta sección se presentan unos escenarios de uso que muestran la factibilidad y aplicabilidad de diseño de TACs ubicuas en apoyo a la atención de niños con autismo en interacciones sociales. Estos escenarios de diseño se derivaron de los resultados del estudio contextual y se mejoraron a través de sesiones de diseño participativo (Apéndice B) con maestros y especialistas de niños con autismo ( $n=1$ ,  $t=01:29:21$ , Figura 38), así como también con los propios niños con autismo ( $n=3$ ,  $t=01:57:27$ ,  $m=00:39:09$ ,  $sd=0:03:37$ ). Al final de la sesiones se aplicó un cuestionario para recoger sus impresiones acerca de la propuesta de diseño y los escenarios, y además para conocer su experiencia de uso de tecnología.



*Figura 38. Sesiones de diseño participativo. Sesión maestros (izquierda), y sesión con estudiantes con autismo (derecha).*

### 5.2.1. Escenarios de interacción

Los escenarios de interacción proporcionan medios para imaginar cómo solucionar los hallazgos encontrados en el estudio contextual y como éstos se pueden utilizar para el desarrollo de TACs ubicuas para apoyar los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo al interactuar socialmente en situaciones donde no existe un supervisor.

#### *5.2.1.1. Escenario 1: Interacción efectiva para mejorar la atención y promover interacciones proactivas y encuentros.*

Este escenario ilustra como un niño con autismo usando su TAC ubicua puede utilizar los soportes visuales *compás de proximidad* y *compartir intereses* de la intervención de social compass para identificar compañeros potenciales para comunicarse (e.g., tomando en cuenta la proximidad), y expandir intereses (e.g., compartiendo intereses comunes).

*David es un niño con autismo de 9 años a quien le gusta jugar ajedrez y basquetbol. Mientras David caminaba alrededor del patio, recibe una alerta de la TAC ubicua notificándole que otro niño cerca de él está jugando ajedrez. David consulta su TAC ubicua y ve que los compañeros que están jugando ajedrez están en el patio. David se dirige al patio y mientras David se acerca su TAC ubicua le sugiere, mostrándole el soporte visual aumentado del compás (Figura 39a), interactuar con su amigo Alex (e.g., compás verde en Figura 39a) y otro niño que David no conoce (e.g., compás rojo en Figura 39a), ya que ambos están jugando ajedrez. El soporte visual aumentado (e.g., compás) corresponde al soporte visual que David aprendió cuando tomaba la terapia de Social Compass en clase con la maestra. David también aprende a través del uso de un soporte visual en su TAC ubicua que el nombre del extraño es Ethan, y que comparten intereses de basquetbol. Cuando David llega al patio, la TAC ubicua le sugiere a David que le dé a Alex un consejo para el juego, también le sugiere compartir sus intereses de basquetbol con Ethan. Ethan y David se dan cuenta que a los dos les gustan los Lakers y Kobe Bryant. Después el sistema le sugiere a David que capture en su TAC ubicua que comparte intereses con Ethan del basquetbol.*





Figura 39. El prototipo de la TAC ubicua. (a) Un niño con autismo atento utilizando el sistema para detectar relaciones sociales por proximidad. (b) La TAC ubicua notificando al niño de un error social.

#### 5.2.1.2. Escenario 2: Detectando y evitando errores sociales

Este escenario ilustra como la TAC ubicua detecta errores sociales y proporciona guías a los niños con autismo, incluyendo pistas sociales, para estar atentos ante estas situaciones y saber qué hacer si ocurre un incidente.

*Mike, un niño con autismo de 8 años, está caminando por el patio de recreo y ve que Juan está jugando con una pelota. Mike quiere jugar pelota pero no conoce a Juan. Mike se acerca con Juan y trata de jalarle la pelota. Como Mike se acercó mucho a un extraño entonces su TAC ubicua detecta que ocurrió un error social y alerta a Mike con una “señal de desaprobación” (Figura 39b), como soporte visual aumentado en la escena real, porque cometió un error y está muy cerca de Juan (Figura 39b). Mike inmediatamente se disculpa con Juan siguiendo la pista social que le proporcionó su TAC ubicua. Juan le pregunta a Mike si quiere jugar, Mike dice que sí y empieza a jugar con Juan.*

El resultado de las sesiones de diseño participativo derivaron las ideas de diseño para el desarrollo de TACs ubicuas que apoyen la atención sostenida de niños con autismo en interacciones sociales en situaciones no supervisadas.

#### 5.2.2. Ideas de diseño de TACs ubicuas en apoyo a los problemas de atención de de niños con autismo al interactuar socialmente

Utilizando los resultados del estudio contextual, los escenarios anteriores, y las experiencias del primer estudio que se presentó en el Capítulo 3, en esta sección se describen un conjunto de ideas de

diseño para la implementación de TACs ubicuas que mejoren la atención de niños con autismo al utilizar terapias cognitivas no supervisadas para mejorar sus interacciones sociales.

#### *5.2.2.1. Detectando proximidad de actividad y relación social*

Los niños con autismo pueden usar la proximidad de las relaciones o de la actividad para detectar compañeros potenciales y para seleccionar el tipo y cantidad adecuada de información que puede compartir. Entonces las TACs ubicuas que apoyen los problemas de atención en las interacciones sociales en situaciones no supervisadas deben de poder descubrir y sugerir compañeros potenciales para interactuar, así como las aplicaciones “friend finder” [11]. En contraste con aplicaciones previas propuestas en la literatura, este servicio debe tomar en cuenta tanto la actividad como la proximidad en relaciones sociales. Por ejemplo como se muestra en el primer escenario, David decide unirse a Ethan y a Alex porque está consciente que están jugando ajedrez, y esta actividad corresponde a los intereses de David. La relevancia de la actividad de Ethan y Alex con los intereses de David, invita a David a iniciar una interacción proactiva.

Adicionalmente conocer las relaciones con otros permite saber a los niños con autismo quien es la mejor persona con la cual iniciar una interacción. Por ejemplo en el primer escenario, David empieza una interacción con su amigo Alex. Para inferir, tanto un compañero potencial para interactuar como su contexto (*e.g.*, actividad, localización y proximidad), los desarrolladores deben seleccionar enfoques para identificar que información sensor, la tecnología apropiada para sensor, y una forma de modelar diferentes niveles de actividad y relaciones de proximidad. Este aspecto de sensor también sería interesante explorarlo en la terapia cognitiva de identificación/discriminación de objetos, por ejemplo para verificar la atención del estudiante mientras se realiza la terapia pero en situaciones no supervisadas. En este caso la TAC ubicua debería sensor cuando el estudiante deja el dispositivo o cuando el estudiante cambia de ubicación.

#### *5.2.2.2. Historias con soporte visual y pistas sociales, interactivas y “superpuestas”*

Es frecuente que los niños con autismo aprendan a interactuar socialmente utilizando historias sociales [68] y soporte visual, ya que el “estilo” de procesamiento de los niños con autismo es visual [67]. Entonces, una TAC ubicua que apoye a los niños con autismo a estar atentos en la interacción, debe poder proporcionar sugerencias cognitivas sociales relacionadas con las historias y ligarlas a una imagen representativa. Se argumenta que esa historia debería representar el contexto real en donde la interacción

se está dando como una figura dimensional que dibuje la misma escena que el niño físicamente ve, así como lo hace la tecnología de realidad aumentada. Esta figura debe ser interactiva y “superponerse” con sugerencias cognitivas sociales que representen una habilidad social relevante a esa interacción, así como lo hace el soporte visual con el que cuenta Social Compass. Por ejemplo en el primer escenario, Mike detecta su relación social con Ethan y Alex, y la proximidad espacial adecuada con cada uno, utilizando una foto aumentada con el soporte visual de Social Compass (Figura 39a). En este caso el niño con autismo podrá ver meta-datos invisibles en una situación social que puede utilizar como una sugerencia cognitiva que lo guíe para mantenerse atento cuando interactúe con otros. Estas escenas imitan las historias sociales que Social compass utiliza, y deben de proporcionar pistas verbales que ayuden al niño a estar atentos para contestar rápido y mantenerlo en la interacción, dada una situación social en particular. Por ejemplo en el segundo escenario, el sistema detecta un error social por proximidad y sugiere a Mike que se disculpe con Juan. Entonces una sugerencia cognitiva social debe ayudar a un niño con autismo a estar atento a su interacción social, y ésta debe incluir:

- Una historia social de la vida real enmarcando el contexto de una interacción social,
- Un conjunto de frases predefinidas para diferentes contextos sociales, para dar sugerencias cognitivas para promover el estar atentos en la interacción y que se den respuestas rápidas.
- Retroalimentación para calificar y reportar el comportamiento del niño, y
- Sugerecias cognitivas sociales para darle al niño direcciones sociales que le ayuden a mantenerse atento en la interacción

Esta funcionalidad también requiere de un modelo de representación de un contexto, permitiendo la representación de pistas sociales a diferentes niveles de granularidad, dependiendo el contexto de la interacción. Esta forma de proporcionar sugerencias cognitivas visuales y verbales aumentadas en el contexto de interacción (*e.g.*, interacción social e interacción con los objetos de la terapia) también se exploró y formó parte de las ideas de diseño que se obtuvieron en el caso de estudio anterior. En el caso de la terapia de discriminación de objetos las sugerencias cognitivas incluyeron: (1) la historia real corresponde a la escena de la terapia que el estudiante ve a través de la cámara del teléfono inteligente; (2) El conjunto de frases predefinidas que actúan como sugerencias son las figuras geométricas que encierran al objeto de interés, la reproducción en audio del nombre del objeto, el despliegue del nombre del objeto, los sonidos, alertas y vibraciones; y (3) la retroalimentación para calificar son las recompensas por ensayos y las notas que la maestra puede capturar al final de cada ensayo. Esto resalta la importancia de utilizar sugerencias cognitivas en terapias para mantener la atención de niños con autismo tanto en situaciones supervisadas como las no supervisadas.

### 5.2.2.3. *Proporcionando consciencia ante los errores sociales*

Estar consciente de los errores sociales potenciales puede ayudar a evitar desatender una interacción y provocar incidentes cuando se interactúa con otros. Entonces las TACs ubicuas deben poder detectar estos errores sociales y notificar al usuario cuando estos ocurran, proporcionándole pistas sociales e instrucciones para recuperarse de ellos y que le permitan seguir estando atentos a la interacción. Por ejemplo en el segundo escenario, el sistema muestra “señal de desaprobación” a Mike cuando invade el espacio de Juan, mientras le proporciona una pista social, una frase de disculpa: “Ups!, Estuve muy cerca, perdón”. Entonces una aplicación debe ser capaz de sensar e influenciar una interacción social sin interferir con las actividades del niño y sus interacciones actuales. Esta idea de diseño también formó parte de las ideas de diseño que se obtuvieron en el caso de estudio anterior. Esta idea de diseño se exploró con las alertas de sonido que MOBIS daba cuando el objeto identificado no era el objeto solicitado por la maestra en la terapia cognitiva. Esta detección de errores permitió a los niños con autismo mantener su atención en la terapia porque les daba una idea de que no era el objeto solicitado y debían continuar. Esto también resalta la importancia de utilizar detección de errores y de retroalimentar al niño con autismo para mantener su atención en la terapia cognitiva.

## 5.3. Diseño e implementación de MOSOCO

Derivado de los resultados del estudio formativo y de las sesiones de diseño participativo con expertos, y tomando en cuenta las ideas de diseño, se diseñó e implementó MOSOCO (Figura 40), para brindar soporte a niños con autismo en terapias cognitivas no supervisadas por maestros –particularmente en apoyo a las interacciones sociales.



Figura 40. El sistema MOSOCO

### 5.3.1. Descripción de MOSOCO

MOSOCO [47] consiste de una interfaz gráfica de usuario (Figura 40) que se ejecuta en un teléfono inteligente que los estudiantes utilizan como “visor” para interactuar mientras siguen los seis pasos básicos de la lección de Social Compass. Los detalles del hardware que se requieren para poder utilizar MOSOCO se describen en el Apéndice C.

Se utilizaron las 6 lecciones básicas y se construyó una guía visual de interacción (IVS- Interaction Visual Schedule por sus siglas en inglés) que secuencialmente brinda soporte paso a paso en una interacción social (Figura 41).



Figura 41. IVS la guía visual de interacción. Paso 1: contacto visual, Paso 2: espacio y proximidad, Paso 3: iniciar una interacción, Paso 4: hacer preguntas, Paso 5: compartir intereses, and Paso 6: terminar una interacción.

Para los símbolos que se incluyen en el IVS, decidimos mantener los mismos que se utilizan en la terapia de Social Compass porque eran los que los estudiantes ya estaban acostumbrados a usar y ellos ya sabían a lo que se referían. Además, fueron los íconos seleccionados por las maestras que participaron en el diseño de SocialCompass. El IVS guía al niño con autismo en una interacción social “básica y completa” desde el inicio hasta el final. Cada uno de los pasos en el IVS proporciona un objetivo común (*i.e.*, terminar el IVS) a los estudiantes durante una interacción social. Primero el estudiante debe aprender (1) cómo hacer un “contacto visual” adecuado cuando se interactúa socialmente, encontrando un balance entre dar un vistazo y fijar la mirada en los ojos de compañero. Entonces (2), los estudiantes deben revisar su “espacio y proximidad”, manteniendo una distancia apropiada entre ellos y su compañero. Después (3) el estudiante debe “iniciar una interacción” o demostrar un interés de interactuar con su compañero. Enseguida, el estudiante puede (4) “hacer preguntas” y “compartir intereses” (5) con su compañero. Esto ayuda a los estudiantes a conocer a sus compañeros e incrementar las probabilidades de establecer relaciones sociales. Finalmente, un estudiante debe (6) “terminar una interacción” apropiadamente. El IVS de MOSOCO proporciona un sentido de progreso ya que va coloreándose el soporte visual uno por uno, sólo el paso activo permanece coloreado y los demás permanecen blanco y negro (Figura 41).

MOSOCO proporciona a los estudiantes una experiencia interactiva para motivarlos a estar atentos en una interacción social a hacer contacto visual, mantener una proximidad adecuada, responder a interacciones que ya se iniciaron, compartir intereses con compañeros, terminar una conversación e identificar compañeros potenciales para interactuar. MOSOCO se ejecuta en un teléfono inteligente android conectado inalámbricamente a un servidor. MOSOCO utiliza la cámara del teléfono para aumentar una situación social de la vida real con soporte visual –imitando la terapia de Social Compass que aumenta las historias sociales con soporte visual en papel.

Para mejorar los problemas de atención en las interacciones sociales de niños con autismo MOSOCO se diseñó con funciones individuales y grupales, aumentando las habilidades sociales, necesidades y capacidades individuales de los estudiantes, y permitiendo sincronizar las interacciones grupales y experiencias compartidas. Las funciones individuales incluyen: un identificador único para cada estudiante que utilizó MOSOCO, visualización del progreso del estudiante utilizando estrellas que se puedan ganar por cada paso en la interacción, un reporte individual de las interacciones, y sugerencias cognitivas (*e.g.*, sugerencias por hacer –DO’s- y sugerencias de qué no hacer-DONT’s- cuando se está interactuando). Las funciones colaborativas y grupales incluyen: la guía de interacción visual (IVS), una sugerencia de compañero potencial para interactuar (PIP, Potential Interaction Partner por sus siglas en inglés- un estudiante que podría interactuar con otro estudiante utilizando el dispositivo), y una lista de

los estudiantes que se conectaron (una lista de de los perfiles de los estudiantes, incluyendo foto e intereses personales).

Al principio cuando los estudiantes empiezan a usar MOSOCO, el sistema le indica encontrar al PIP que le sugiere el sistema. MOSOCO sugiere el PIP mostrando la foto y nombre del compañero (Figura 42). Cuando el sistema detecta que el usuario está cerca del PIP sugerido, se les invita a los dos estudiantes a interactuar y sus IVSs se sincronizan indicando que deberían iniciar una interacción. También manualmente los estudiantes pueden escoger al compañero con el cual quieren interactuar.

Una vez que se activa el IVS de MOSOCO, el primer soporte visual, el contacto visual, se colorea, y los siguientes 5 pasos se deshabilitan. En ese momento se envía una sugerencia cognitiva de un DO (“sonríe si te miran”) que hacer y uno para no hacer DONT (“no voltees para otro lado”) a través de MOSOCO. Estas sugerencias cognitivas imitan las prácticas que las maestras siguen durante la terapia de Social Compass (Figura 35). MOSOCO monitorea que cada paso de la interacción se complete, así como las maestras le hacen cuando implementan la terapia en salón de clases. Si MOSOCO infiere que no se ha logrado el contacto visual, se genera una alerta notificando que ocurrió un error social por lo que activa una sugerencia cognitiva de qué hacer por medio de un DO para recuperarse del error (*e.g.*, “ve los ojos de tu compañero”). Algunos errores comunes que ocurrieron durante las observaciones incluyen el uso de un tono inapropiado de voz (*e.g.*, gritar), no hacer contacto visual, invadir espacio personal, o interrumpir o terminar inapropiadamente una interacción (*e.g.*, es común que los estudiantes con autismo terminen una interacción sin despedirse). Una vez que MOSOCO detecta que se realizó apropiadamente el contacto visual, se emite una alerta y se apaga el soporte visual de contacto visual. Inmediatamente después se colorea el segundo soporte visual que es el de proximidad. Los estudiantes continúan el proceso a través de los pasos del IVS hasta que se termina la interacción (paso básico 6). Durante una interacción sostenida exitosa los estudiantes interactúan verbalmente de manera continua (Figura 42). Las interacciones verbales incluyen actividades como hacer preguntas, aprendiendo los intereses de los demás y capturando intereses comunes. Las interacciones físicas incluyen aquellas que tradicionalmente se realizan en el recreo como jugar a la pelota, la cuerda o juegos de mesa.

Después de cada interacción, los estudiantes llenan un reporte donde ellos califican sus propias interacciones en los seis pasos del IVS. Los estudiantes seleccionan en MOSOCO con una “señal de aprobación” o “señal de desaprobación” para calificar que tanta atención tuvieron en una interacción, al igual que cuando llevan la terapia de Social Compass. Si MOSOCO no detectó ningún error social durante la interacción, ellos ganan más estrellas, basándose en las veces que cada uno de los estudiantes

que interactuaron, calificaron un paso de la interacción con “señal de aprobación”. De esta manera se fomenta el espíritu de ayudarse unos a otros para mejorar sus problemas de atención mientras practican sus habilidades sociales y se mantienen continuamente “enganchados” en una interacción. Finalmente, después de la interacción y de la autoevaluación, MOSOCO sugiere otros PIP a cada uno, para darles la oportunidad de interactuar y conocer a otros compañeros.

Los estudiantes, al recibir esta información a través de un teléfono inteligente, obtienen la sugerencia cognitiva adecuada y personalizada que necesitan para mantenerse atentos cuando practican sus habilidades sociales, similar al tipo de sugerencia cognitiva que las maestras les dan. Todas las interacciones se registran en la base de datos, para que automáticamente se generen reportes de los estudiantes, con el objetivo de apoyar a las terapeutas a analizar el progreso de los estudiantes “a posteriori”.

### 5.3.2. Escenario de uso

Para ejemplificar el uso de MOSOCO, a continuación se revisita el escenario 1: *Interacción efectiva para mejorar la atención y promover interacciones proactivas y encuentros.*

*Para empezar a usar MOSOCO, David, un estudiante de 9 años de edad con autismo, toma MOSOCO y empieza a configurar su perfil. David introduce sus intereses personales indicando que le gusta jugar ajedrez y basquetbol. Después MOSOCO le envía una sugerencia a David para que busque a su compañero neurotípico Ethan, con quien según ambos perfiles, tiene mayor coincidencia, ya que a los dos les gusta el basquetbol (Figura 42). Ethan por su parte, también recibe una sugerencia donde se le indica que busque a su PIP David.*

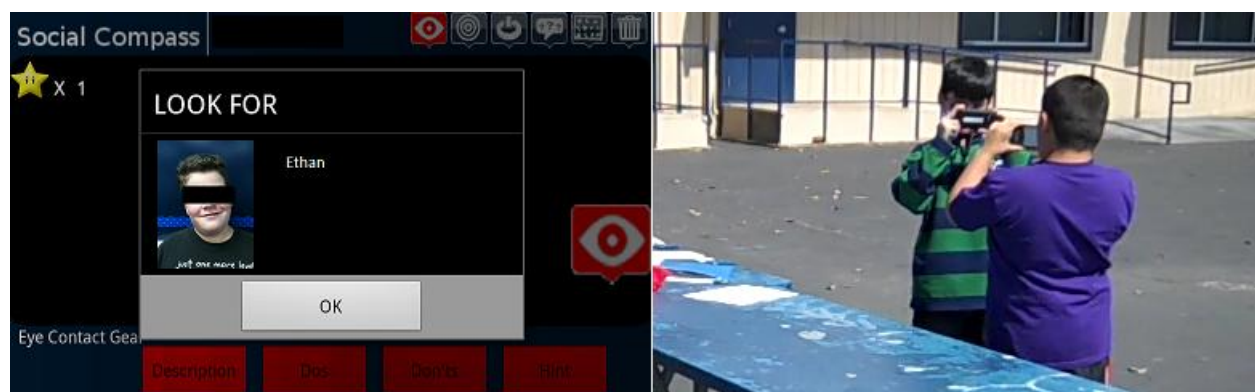


Figura 42. MOSOCO sugiriendo a David que Ethan sea su PIP (izquierda). Dos estudiantes haciendo “contacto visual” (derecha).



Cuando Ethan y David se encuentran, sus IVS's se sincronizan y el primer icono de IVS de MOSOCO se ilumina, sugiriéndoles que hagan “contacto visual”. Inmediatamente MOSOCO muestra una sugerencia de que debería hacer “DO” (“sonríe si te ve”) y que no debería de hacer “DONT” (“no voltees a los lados”), de acuerdo al primer paso en el que están (“haciendo contacto visual”). Cuando MOSOCO infiere que David e Ethan ya hicieron contacto visual apropiadamente, MOSOCO genera una sugerencia emitiendo un sonido e inmediatamente se colorea el segundo paso (“espacio y proximidad”) y se apaga el primero. Después David e Ethan verifican su proximidad basándose en el tipo de relación que actualmente tienen: David e Ethan son conocidos. Cuando ambos alcanzan la proximidad adecuada, la cual se detecta a través de un algoritmo GPS para la detección de proximidad, MOSOCO les envía una sugerencia preguntando si les gustaría cambiar su relación de conocidos a amigos. David e Ethan rechazan la sugerencia, ya que aun no se conocen y van iniciando la interacción. Después el siguiente paso en el IVS (“iniciar”) se colorea, indicando que es momento de iniciar una interacción. MOSOCO genera una sugerencia diciéndole a David que dé la bienvenida (“Di: Hola”) a Ethan (Figura 43).

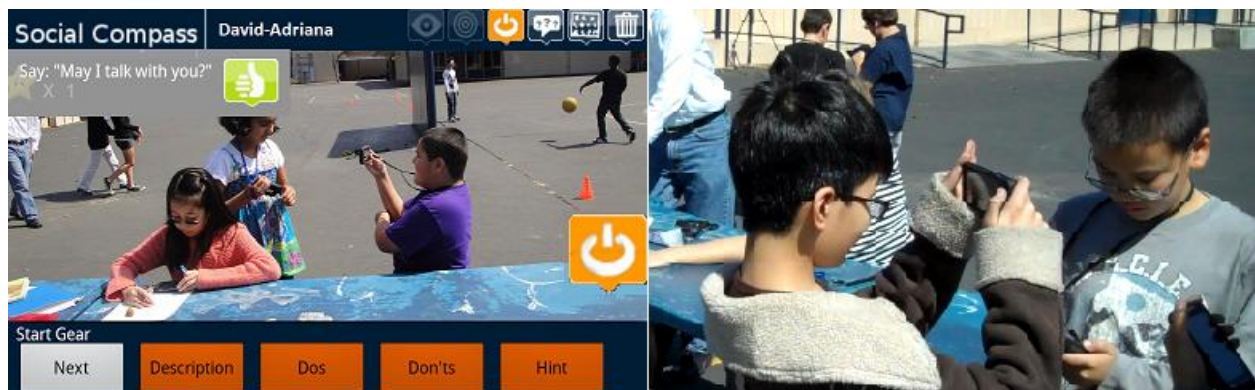


Figura 43. MOSOCO sugiriendo a David decir “Puedo platicar contigo?” en una interacción (izquierda). Estudiantes iniciando una conversación (derecha).

David le dice “Hola!” a Ethan y ella contesta también diciendo “Hola!”. Enseguida se activa (colorea) el siguiente paso en el IVS, indicando que es momento de “Hacer preguntas”. David sigue la sugerencia de MOSOCO y le pregunta a Ethan “¿Cuál es tu deportista favorito?” (Figura 44). Ethan le dice a David que su deportista favorito es Kobe Bryant porque a él le gusta el basquetbol.

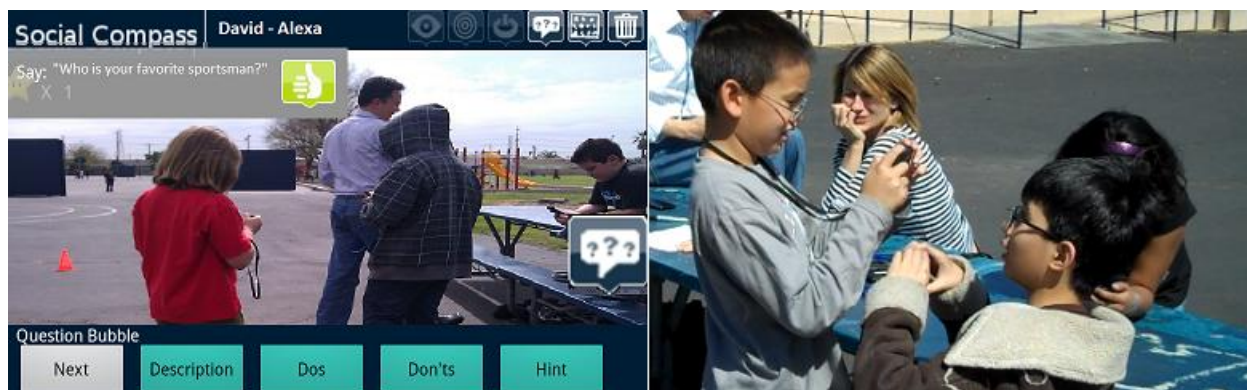


Figura 44. MOSOCO sugiriendo a David preguntar “¿Cuál es tu deportista favorito?” (izquierda).  
David e Ethan conversando (derecha).

Después MOSOCO colorea el siguiente paso en el IVS indicando que es tiempo de “compartir intereses”, entonces Ethan le explica a David que su equipo favorito son los Lakers. David le dice a Jason que el fin de semana pasado acaba de ir a ver un juego de ellos. David e Ethan continúan compartiendo intereses, y David va aprendiendo de Ethan. Finalmente ellos “terminan la interacción” (Figura 45) guiados por el ícono del “bote de basura” en el IVS. David utiliza la sugerencia “DO” para terminar la interacción con Ethan, diciendo “Nos vemos!”.

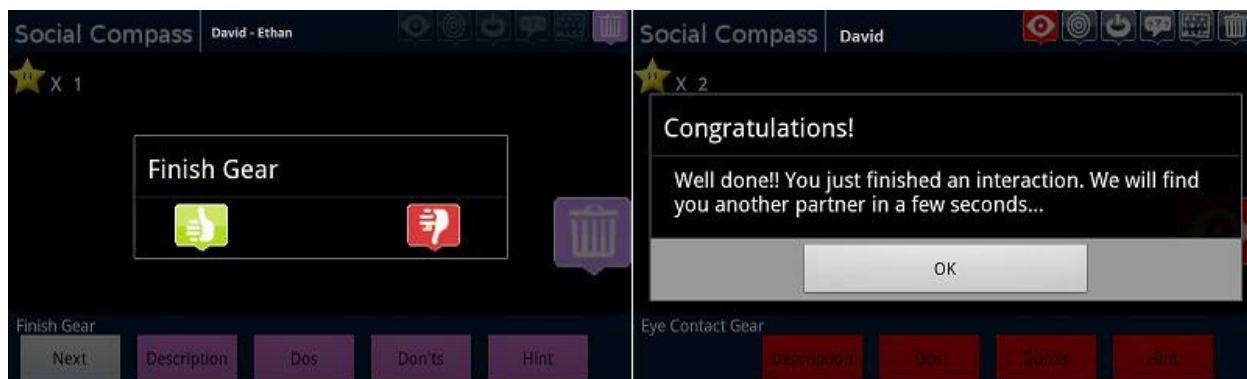


Figura 45. David calificando su interacción con Ethan (izquierda). MOSOCO felicitando a David (derecha).

David e Ethan auto-califican cada uno de los pasos de su interacción (Figura 45). Debido a que cuatro de las calificaciones de David e Ethan coinciden, cada uno de ellos gana cuatro estrellas como recompensa. Finalmente MOSOCO genera una nueva sugerencia cognitiva a los dos para que busque un nuevo PIP.

### 5.3.3. Arquitectura de MOSOCO

La arquitectura de MOSOCO incluye dos componentes (Figura 46) principales: el *Administrador IVS*, y el MOSOCO.

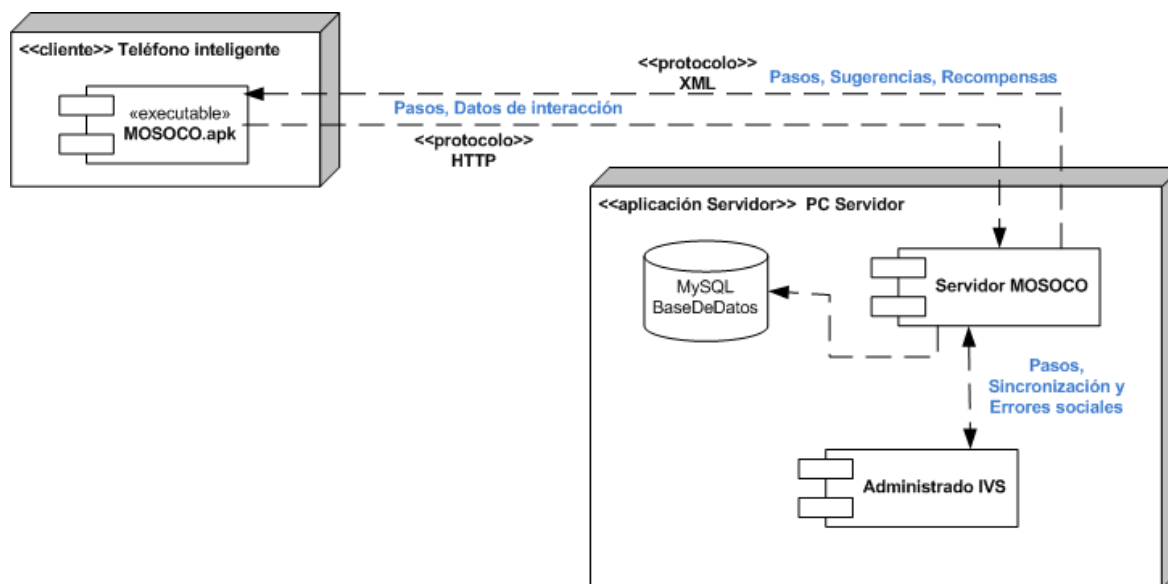


Figura 46. La arquitectura de MOSOCO compuesta de dos componentes: el *Administrador IVS* que se ejecuta en una computadora personal de escritorio, y el *MOSOCO.apk* que se ejecuta en un teléfono inteligente android

#### 5.3.3.1. Administrador IVS

El *Administrador IVS* que reside en la PC Servidor, se encarga de identificar el contexto de la interacción social. Específicamente lo que hace es detectar en qué paso del IVS se encuentra la interacción. Esto lo hace de dos formas, a través de algoritmos de manera automática o manual porque el usuario lo indica en MOSOCO (e.g., cuando el estudiante dice que ya terminó un paso). En el paso 1 (e.g., contacto visual) el *Administrador IVS* detecta el contacto visual a través del uso de un algoritmo de visión para la detección visual. En el paso 2 (e.g., para detectar proximidad entre dos estudiantes interactuando) el *Administrador IVS* calcula la proximidad adecuada, la cual se detecta a través de un algoritmo GPS para la detección de proximidad. Los siguientes 4 pasos el estudiante manualmente indica cuando terminó el paso, presionando el botón ‘Next’ para ir al siguiente paso.

También el *Administrador IVS* se encarga de verificar que la interacción se mantenga dando entre los estudiantes que sincronizaron su IVS. Esto lo hace utilizando el algoritmo GPS de detección de proximidad. Cada que se inicia un paso del IVS, el algoritmo GPS verifica que los PIPs que están

interactuando sean los que inicialmente sincronizaron su IVS. Si este estado cambió entonces el *Administrador IVS* envía una alerta a MOSOCO.

Además cuando se detecta un error de interacción el *Administrador IVS* envía una alerta a MOSOCO. Por ejemplo cuando no se realiza el contacto visual (*e.g.*, después de 10 segundos de haber sincronizado los IVS) o si la proximidad no es la correcta (*e.g.*, según la relación social actual de los PIPs).

### 5.3.3.2. Cliente MOSOCO

MOSOCO que reside en el Cliente, recibe las alertas que el *Administrador IVS* le envía. A estas alertas las acompañan datos que determinaran las acciones que MOSOCO hará. MOSOCO muestra sugerencias cognitivas visuales y audibles al estudiante para sugerirle que hacer en cada paso del IVS. Estas sugerencias cognitivas se las envía el Servidor MOSOCO de acuerdo lo que está previamente almacenado en la Base de Datos. Las sugerencias cognitivas visuales las muestra en forma de los DO's y DONT's que son las pistas de cosas que le indican qué debe decir o no decir, o hacer o no hacer cuando está interactuando. Todas las posibles sugerencias cognitivas así como los perfiles de los usuarios, residen en la base de datos que está en la PC Servidor. Las sugerencias cognitivas audibles las proporciona MOSOCO en forma de sonidos de alerta para llamar la atención del estudiante hacia MOSOCO y que el estudiante vuelva a atender la interacción y vea lo que debe hacer (*e.g.*, las sugerencias cognitivas visuales). En el paso 1, cuando MOSOCO recibe la alerta del *Administrador IVS* de que ya pasaron 10 segundos y no se ha registrado el contacto visual (*e.g.*, ocurrió un error social, MOSOCO muestra una sugerencia cognitiva por medio de un DO por ejemplo, “ve los ojos de tu compañero”).

MOSOCO también recibe las notificaciones del *Administrador IVS* para iluminar el paso en el IVS activo y desactivar el resto de los pasos inactivos. Además en el extremo inferior derecho de la pantalla en MOSOCO, MOSOCO debe mostrar el icono del paso que se encuentra activo, por ejemplo si va iniciando la interacción debe mostrar el ‘icono del ojo’ que corresponde al contacto visual.

## 5.4. Resumen

En este capítulo se describe un estudio formativo que fue realizado con el objetivo de complementar el entendimiento del problema en el desarrollo de TACs ubicuas que mejoran la atención de niños con autismo en terapias no supervisadas (*e.g.*, para interactuar socialmente en situaciones de la vida real). También en este capítulo se presenta el diseño e implementación de un prototipo que apoya a

los niños con autismo a desarrollar sus habilidades de interacción social. Dentro del estudio se observaron las interacciones de niños con autismo y se aplicaron entrevistas con las maestras, expertas en autismo, y estudiantes. Los resultados del estudio permitieron el desarrollo de algunos escenarios y bocetos de una TAC ubicua para apoyar a los niños con autismo a estar atentos en interacciones sociales no supervisadas. Posteriormente se realizaron sesiones de diseño participativo con las maestras, expertos en autismo y expertos en HCI, que después derivaron las ideas de diseño que sirvieron para diseñar e implementar un prototipo de TAC ubicua (MOSOCO).

La principal contribución de este capítulo es un cuerpo de datos para entender las terapias cognitivas para apoyar a los niños con autismo a interactuar socialmente en situaciones no supervisadas. Adicionalmente las ideas de diseño y un prototipo de TAC ubicua relacionada con el problema que se identificó en el estudio contextual. Además los resultados de este estudio contribuyeron a identificar aspectos interesantes para medir y evaluar TACs ubicuas para mejorar la atención de niños con autismo en situaciones no supervisadas. Los hallazgos en este Capítulo resaltan la importancia de incluir las ideas de diseño que se identificaron y evaluaron en el caso de estudio que se hizo en Pasitos, cuando se diseñan TACs ubicuas de soporte a niños con autismo también en terapias cognitivas no supervisadas.

## Capítulo 6

### Evaluando el uso de TACs ubicuas en terapias de niños con autismo en situaciones no supervisadas

En este Capítulo se describe la evaluación que se realizó con el objetivo de medir el impacto de uso de MOSOCO (ver Capítulo 5) en niños con autismo particularmente para mejorar los problemas de atención y movimientos estereotipados al utilizar sus habilidades sociales en situaciones no supervisadas. También se presentan los resultados de la evaluación que se hizo en una escuela primaria pública en Fullerton, California. La evaluación tuvo una duración de 7 semanas, se realizó en tres condiciones: antes de usar MOSOCO, usando MOSOCO y después de MOSOCO. En la evaluación participaron 12 estudiantes, 3 con autismo y 9 neurotípicos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto de MOSOCO en la atención y movimientos estereotipados de niños con autismo al interactuar socialmente, particularmente se evaluó el tiempo de atención, atención sostenida, y movimientos estereotipados, así como la calidad en las interacciones. Los resultados muestran que MOSOCO apoya a los niños con autismo con sus problemas de atención y movimientos estereotipados, y de esta manera lograron interactuar más y por periodos más prolongados de tiempo (*e.g.* atención sostenida) cuando se encuentran en situaciones de la vida real no supervisadas por un cuidador. Además, se encontró que MOSOCO apoya a los niños con autismo a tener menos errores sociales cuando interactúan verbalmente, y les dio la oportunidad de aprender mejor la terapia y aumentar su confianza para interactuar socialmente sin supervisión.

#### 6.1. Metodología de evaluación

##### 6.1.1. Diseño del estudio sumativo

El despliegue de MOSOCO se realizó en una de las escuelas primaria pública donde se hizo el estudio formativo (Figura 47), durante el horario regular de recreo. Todos los estudiantes involucrados en el estudio tenían entre 8 y 11 años de edad ( $m=10.08$ ,  $sd=0.90$ ). El reclutamiento de los participantes en el estudio fue aleatorio y también dirigido por las maestras. De este grupo se seleccionaron tres estudiantes con autismo de alta funcionalidad que tenían escasas habilidades sociales; por cada uno de ellos se invitaron a tres estudiantes neurotípicos, que hacían las veces de sus PIPs ( $n=12$ ). Esta proporción de

estudiantes (3 neurotípicos por 1 niño con autismo) imita la distribución de la población de estudiantes en escuelas primarias regulares del sur de California.

#### *6.1.1.1. Características de los participantes en el estudio*

Los estudiantes con autismo que participaron en el estudio fueron parte de los participantes en el estudio formativo. Los tres estudiantes con autismo que participaron en el estudio tenían diferentes características y dificultades para interactuar socialmente, debido a sus problemas de atención y movimientos estereotipados. Los tres estudiantes del sexo masculino. No existió preferencia por el género, sin embargo coincide con la evidencia en la literatura [102] de que la prevalencia de autismo es mayor en hombres que en mujeres.

Jason, es un niño con autismo que tenía 11 años de edad al momento que se hizo el estudio. Jason es de alta funcionalidad en el espectro autista y demuestra mínimas habilidades sociales. Las interacciones de Jason son principalmente físicas, por ejemplo le gusta jugar deportes, interacciones donde no se necesita hablar (*e.g.*, interacciones verbales). Jason es tímido y no se interesa por mantener una interacción verbal con otros estudiantes.

Luis, es un niño con autismo que tenía 10 años de edad al momento que se hizo el estudio. Luis es de alta funcionalidad y le gusta interactuar verbalmente pero sus habilidades sociales son muy pobres. Luis es muy altisonante e intrusivo cuando se acerca a sus compañeros para interactuar, lo que da como consecuencia que lo rechacen y/o que sea víctima de burlas.

Ethan es un niño con autismo que tenía 10 años de edad al momento que se hizo el estudio. Ethan es de alta funcionalidad y tiene muy pocas habilidades sociales. Ethan siempre evade las interacciones sociales, ya sean físicas o verbales, y tiene muchos problemas de movimientos estereotipados.

Según las descripciones de los 3 participantes con autismo la mayoría de ellos prefieren interactuar de forma pasiva, es decir, sólo escuchan y/o observan lo que sus compañeros neurotípicos les comunican, ya sea verbal o visualmente. En la mayoría de los casos los estudiantes con autismo presentan interacciones muy cortas, y/o sin la necesidad de hablar (*e.g.*, interacción física como un juego de deporte). Por un lado tenemos a Jason que prefiere interacciones donde no necesita hablar, Louis le gustan mucho las interacciones verbales pero no sabe cómo llevarlas a cabo, y finalmente Ethan que no le gusta interactuar y tiene muchos problemas de manierismos.

#### 6.1.1.2. Aspectos de ética

Para realizar este estudio de evaluación se continuó con la colaboración en UCI, Irvine que se describió en el Capítulo anterior. Para realizar este tipo de estudios en USA, la universidad cuenta con protocolos estrictos de ética que se deben seguir como medida de seguridad para la confidencialidad de los datos y personas que participan en el estudio.

El IRB<sup>17</sup>, del departamento de servicios de salud y humanos del gobierno de estados unidos, es un comité de evaluación de aspectos de ética que esté formalmente designado a aprobar, monitorear, y revisar investigación biomédica y de comportamiento donde están involucrados los humanos. El IRB realiza un análisis de los riesgos y beneficios del estudio que se propone y ellos determinan si el estudio puede hacerse o no, o si debe modificarse. Los estudios que IRB hace involucran también tiempo, lo que también puede afectar la planeación de este tipo de estudios.

Para poder tener el derecho de realizar estos tipos de estudios y de tener acceso a los datos, cada uno de los investigadores que participará y tendrá acceso a los datos debe de presentar una evaluación que determina si el investigador está capacitado y conoce las reglas del IRB para realizar los estudios. En este caso a mi me evaluó el IRB. Adicionalmente se deben generar los documentos, que se les llaman IRB, de reclutamiento y consentimiento (Apéndice D) que se les entregará y firmarán (*i.e.*, si así lo desean) cada uno de los sujetos que serán los informantes del estudio. En estos documentos se debe describir el estudio, los investigadores responsables, los propósitos, requerimientos, riesgos, beneficios, consecuencias, y lineamientos de confidencialidad. Estos documentos los revisa el comité IRB y son parte de la evaluación que determinará la aceptación o rechazo para realizar el estudio.

#### 6.1.1.3. Objetivos de la evaluación

De acuerdo a los resultados del estudio formativo, los objetivos de realizar este estudio sumativo fueron:

4. Evaluar el impacto de uso de MOSOCO en los problemas de atención de los estudiantes con autismo cuando interactuaban socialmente en situaciones donde no contaban con un supervisor de apoyo.

---

<sup>17</sup> <http://www.hhs.gov/ohrp/assurances/irb/>



5. Evaluar el impacto de uso de MOSOCO en los problemas movimientos estereotipados de los estudiantes con autismo cuando interactuaban socialmente en situaciones donde no contaban con un supervisor de apoyo.
6. Evaluar el impacto de uso de MOSOCO en los problemas de atención sostenida de los estudiantes con autismo cuando interactuaban socialmente en situaciones donde no contaban con un supervisor de apoyo.

### 6.1.2. Fases de la evaluación

El diseño de la evaluación se realizó utilizando método de *diseño de sujeto único* [83] (e.g., *single-subject design*, en inglés), que también se utilizó en el estudio que se hizo en Pasitos.

El estudio de *diseño de sujeto único* que se realizó consistió de tres fases: A: [antes-MOSOCO] pre-despliegue (3 semanas), B: [usando-MOSOCO] despliegue (3 semanas) y C: [después-MOSOCO] post-despliegue (1 semana).



Figura 47. Participantes del estudio usando MOSOCO durante el receso. Aprendiendo como compartir intereses usando MOSOCO (izquierda), y dos estudiantes haciendo contacto visual (derecha).

#### A: [antes-MOSOCO] pre-despliegue

Esta fase se dividió en dos sesiones de recreo por día. En la primera sesión los estudiantes recibieron un entrenamiento de 15 minutos dentro del salón de clases que consistió en instrucciones directas de entrenadores especialistas que utilizaban los materiales en papel de Social Compass. En la segunda sesión de 15 minutos, todos los participantes del estudio salieron al patio de recreo y se observó como interactuaban.

Para cumplir con las reglas de la escuela y el código de ética de investigación de la universidad de UCI, los participantes en el estudio fueron apartados a una área privada del patio durante los recreos de Social

Compass (*e.g.*, aproximadamente 25 minutos por día). El área privada (150x50 pies) se rodeó con conos anaranjados para separarla del resto del patio de recreo. Los estudiantes contaron con los elementos disponibles en un patio de recreo (*e.g.*, árbol, pared, y bancas), y juegos y objetos que comúnmente están disponibles para que los estudiantes usen durante el recreo (*i.e.*, cuerda, juegos de mesa, y pelotas).

Al término de esta fase, antes de iniciar con el despliegue de MOSOCO se realizaron 2 sesiones de entrenamiento con todos los participantes en el estudio. El objetivo de cada sesión fue mostrar a los usuarios tanto los teléfonos inteligentes que iban a usar, como explicarles el uso del sistema MOSOCO. Así como también despejar sus dudas respecto al uso y configuración de MOSOCO. Cada sesión tuvo una duración de 20 minutos y se realizaron en dos días consecutivos.

#### *B: [usando-MOSOCO] despliegue*

Esta fase se dividió en dos sesiones de recreo por día. En la primera sesión los estudiantes recibieron un entrenamiento de 15 minutos que consistió en mostrarles como seguir uno de los seis pasos de la lección de social compass utilizando MOSOCO. En la segunda sesión, se les permitió utilizar el sistema libremente y se observó cómo usaban MOSOCO durante sus recreos regulares confinados en el área de recreo de social compass.

#### *C: [después-MOSOCO] post-despliegue*

Finalmente durante el post-despliegue, MOSOCO se retiró. Se observó como interactuaban los estudiantes en los recreos sin el uso de MOSOCO.

### 6.1.3. Métodos

En esta sub-sección se describen los métodos utilizados para recolectar y analizar los datos.

#### *6.1.3.1. Recolección de datos*

La recolección de datos consistió en entrevistas semi-estructuradas y observación participativa. Para captar el mayor detalle posible de las interacciones de los participantes durante el recreo, se instalaron 6 cámaras en 6 diferentes lugares del área privada donde se realizó el estudio (Figura 48), y se video-grabaron las sesiones de las 3 fases del estudio. Al inicio de la sesiones de observación en el patio de recreo, se delimitaba el área con los conos anaranjados y se ubicaban las 6 cámaras. El tiempo total de observación fue de 11 horas (pre-despliegue: 4 hrs. 3 min., despliegue: 4 hrs. 37 min., post-despliegue: 2 hrs. 12 min.).



*Figura 48. Área confinada donde se realizó la evaluación.*

Además, se realizaron 3 entrevistas semanales, la cuales se audiograbaron. Las entrevistas fueron presenciales y semi-estructuradas. Para realizar las entrevistas se dividieron los 12 estudiantes en 3 grupos (*i.e.*,  $g1 = 5$  neurotípicos,  $g2 = 4$  neurotípicos,  $g3 = 3$  con autismo). En general las entrevistas duraron entre 15 y 30 minutos, de acuerdo con las restricciones de tiempo que la escuela dispuso para hablar con los estudiantes.

Durante el pre-despliegue, se les preguntó a los estudiantes acerca de rutinas diarias y en general de cómo interactuaban durante el recreo. Durante el despliegue, se les preguntó a los estudiantes cuál fue su experiencia con el uso del sistema durante la semana, comentarios acerca de cómo MOSOCO impactó sus interacciones y grupos sociales, y que aspectos encontraron interesantes, sorprendentes o diferentes. Al final del estudio las maestras y los estudiantes contestaron un cuestionario donde se les preguntó acerca de sus experiencias con MOSOCO, también participaron en un grupo focal que tuvo una duración de 60 minutos. A diferencia de las entrevistas semanales grupales, en la última entrevista estuvieron todos los estudiantes juntos. Las entrevistas (Apéndice A) y los videos se transcribieron.

### **6.1.3.2. Análisis de datos**

Todas las notas, las transcripciones de las entrevistas y videos se analizaron utilizando métodos mixtos de investigación cualitativa (*e.g.*, Diagramas de Afinidad y Técnicas de teoría fundamentada) y cuantitativa (*e.g.*, Análisis secuencial – LSA, Lag Sequential Analysis). Durante el despliegue se utilizaron técnicas de diagrama de afinidad para tener un entendimiento del impacto que MOSOCO estaba teniendo y de esta manera influenciar las preguntas en las entrevistas posteriores. Al final del estudio se complementó el análisis de diagrama de afinidad con técnicas que se derivan de teoría fundamentada. El

esquema de codificación que se creó para la codificación sistemática de los datos (*e.g.*, LSA) incluyó: atención y atención sostenida, tipos de interacciones (*e.g.*, verbales y físicas), manierismos, y errores sociales. Manierismos, se refiere a los movimientos estereotipados de los estudiantes con autismo, se utilizó un código para medir el tipo y tiempo en que el estudiante estaba haciendo manierismos mientras interactuaba socialmente. El código para los errores sociales se utilizó para saber si estos continuaban, cambiaban, o desaparecían, antes y después de usar MOSOCO. La atención se midió en términos de la cantidad y duración de interacciones, tanto físicas como verbales. Lo anterior se pudo observar en las videograbaciones y en los logs del sistema, de tal forma que al final del día los números de interacciones deberían coincidir. Las interacciones físicas son juegos de deporte o recreativos donde no es necesario hablar mucho. Por otro lado las interacciones verbales, que son el objetivo de la terapia de Social Compass y de MOSOCO, son aquellas donde se requiere conversar. La atención sostenida se midió como el tiempo que continuamente estaban interactuando verbalmente sin la presencia de una interrupción.

Al principio se analizaron los datos de las entrevistas para buscar si MOSOCO en realidad apoyaba las necesidades de los estudiantes. Se utilizó código abierto [165] y análisis de afinidad [104] para identificar los temas emergentes de los datos de las entrevistas, en particular en relación al uso del sistema y los problemas de atención, movimientos estereotipados, y calidad de interacciones. Para detallar el análisis de estos datos se utilizaron las mismas estrategias que en el estudio que se realizó en Pasitos. Después se desarrolló un esquema de codificación (Apéndice F) que se enfocó en las experiencias de los estudiantes. El esquema de codificación se analizó entre los investigadores participantes en el estudio para validar y refinar las categorías y las propiedades.

Se realizó un análisis cuantitativo de las videograbaciones de las observaciones que se realizaron para estimar el tiempo en que los estudiantes pasaban atentos en diferentes interacciones y en grupos sociales, también por la cantidad de errores sociales. Utilizando el esquema de codificación que se creó específicamente para este estudio. Se utilizó el mismo método de análisis que en el estudio que se hizo en Pasitos.

Adicionalmente también se hizo un análisis individual de las experiencias de los tres estudiantes con autismo que participaron en el estudio a través de las tres fases de la evaluación. Estos resultados permitieron hacer un análisis comparativo del impacto del uso de MOSOCO en cada uno de los estudiantes con autismo, y de esta manera determinar las variaciones y las probabilidades de generalización interna de los resultados.

Dos investigadores utilizaron el esquema de codificación para codificar los videos y obtener el tiempo de atención en la interacción, manierismos y errores sociales. La confiabilidad de inter-observador (IOA) fue aceptable ( $r=0.941$ ). Para cada participante y bajo cada condición se calculó:

- Estadísticas totales y descriptivas (*i.e.*, promedio y desviación estándar) de las variables de atención, tipos de interacciones, manierismos, y errores sociales
- Tiempo promedio en atención sostenida y errores sociales

Finalmente se realizaron pruebas t y t de Wilcoxon [176, 185] para comparar el tiempo en atención sostenida en interacciones de los estudiantes, sus manierismos y errores sociales, usando y sin usar MOSOCO. Los datos presentaron una distribución normal.

## 6.2. Resultados: Impacto en las interacciones sociales de niños con autismo

MOSOCO impactó positivamente en las interacciones de los estudiantes, incrementando la atención, particularmente la atención sostenida de los estudiantes, mejoró los problemas de movimientos estereotipados y errores sociales. Adicionalmente mejoró la calidad de las interacciones de los estudiantes con autismo.

### 6.2.1. Uso y Adopción

En general los estudiantes recibieron positivamente el uso de MOSOCO, les fue “útil y divertido”. Los estudiantes estuvieron emocionados utilizando el sistema, y aprendieron a utilizar el sistema con un entrenamiento mínimo en menos de una hora. Al inicio de cada sesión, casi siempre corrían al área donde estaban guardados los teléfonos inteligentes para empezar a usarlos.

*“Es muy divertido...Estaba muy cómodo... Estaba siempre esperando esta parte del día para empezar a utilizarlo [refiriéndose a MOSOCO]” (s10, estudiante con autismo)<sup>18</sup>*

*“Estuvo bien, muy bien, realmente impresionante” (s11, estudiante con autismo)*

---

<sup>18</sup> Las citas de los participantes se tradujeron del inglés al español, y algunas se tuvieron que ajustar para que coincidieran con la gramática del idioma español

Los estudiantes estaban más interesados en usar MOSOCO que en utilizar los elementos para jugar disponibles en el patio.

*“Me gusta que puedes ganar estrellas. [Eso] fue divertido” (s1, estudiante neurotípico)*

*“...Estoy más interesado en el teléfono y [MOSOCO], porque puedo aprender muchas cosas diferentes” (s1, estudiante neurotípico)*

La principal motivación por usar MOSOCO fue aprender y practicar habilidades sociales, todos los estudiantes dijeron que habían aprendido las lecciones de Social Compass. Cuando se les preguntó específicamente que es lo que habían aprendido, los estudiantes dijeron que los seis pasos básicos de una interacción social -refiriéndose a los pasos básicos que indica la terapia de Social Compass, como “contacto visual” o la de “empezar o terminar una interacción”.

*“Aprendí, porque no sabía que tan lejos o cerca [de otra persona] tenía que estar al interactuar” (s4, estudiante neurotípico)*

*“Yo aprendí como terminar [una interacción propiamente]” (s12, estudiante con autismo)*

*“[MOSOCO] me ayudó como hacer contacto visual y hacer preguntas” (s10, estudiante con autismo)*

Todos los estudiantes dijeron que les gustaría usar MOSOCO fuera de la escuela en su vida diaria, en lugar de sólo en las áreas restringidas del estudio.

*“Me gustaría usarlo [refiriéndose a MOSOCO] otra vez. Sí! Yo creo que sería útil para niños que aún están aprendiendo [la terapia de Social Compass]” (s4, estudiante neurotípico)*

Durante las tres semanas de la fase de despliegue los estudiantes se hicieron hábiles para utilizar el teléfono inteligente y en el uso de MOSOCO. Esto permitió que los estudiantes exploraran los usos tanto del teléfono inteligente como de MOSOCO, algunas veces evadiendo las lecciones de la terapia. Por ejemplo, al final de la tercer semana, los estudiantes empezaron a saltarse algunos pasos de la terapia, haciendo que las interacciones verbales fueran más cortas con el objetivo de ganar más estrellas (e.g., las recompensas) para competir con sus compañeros.

*“...Le presiono ok ok ok y después empiezo a ganar más estrellas, y yo así como ¡wow!” (s5, estudiante neurotípico)*

Durante las entrevistas, los estudiantes dieron sugerencias para tratar de apegarse mejor a las lecciones.

*“Para realmente ir con la persona que sugiere MOSOCO, sería interesante que MOSOCO tuviera funciones más interesantes, como un componente de reconocimiento facial” (s3, estudiante neurotípico)*

*“Encontrar juegos que sean apropiados- que estén combinados con la terapia de social compass. Oh! Y de repente ganar puntos o algo así? Hacerlo [refiriéndose a MOSOCO] más tipo juego” (s7, estudiante neurotípico)*

A pesar de que se escondieron todos los botones del teléfono inteligente, el s5 cerró la aplicación de MOSOCO y entró a otras aplicaciones que estaban instaladas en el teléfono inteligente. Sin embargo después s5 aprovechó para enseñar a sus compañeros lo que aprendió como escuchar música, seleccionar tonos, tomar fotos, y algunos juegos con el GPS.

*“Bueno, encontré esta aplicación que decía Prueba GPS. Así que la usé. Está divertida, también te dice tu velocidad” (s6, estudiante neurotípico)*

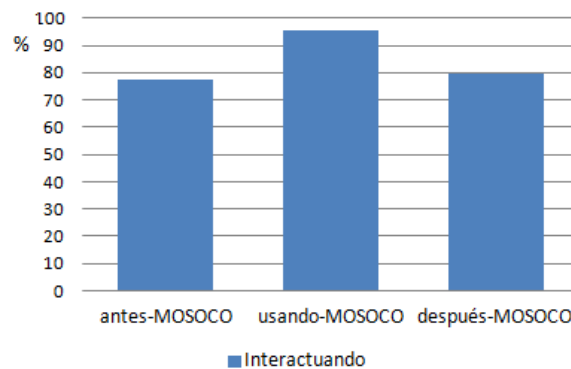
*“Yo sólo pasé el tiempo solo escuchando los tonos” (s3, estudiante neurotípico)*

Los resultados muestran que las TACs ubicuas fueron fáciles de usar y útiles para los estudiantes fuera del salón de clase en un ambiente no supervisado. MOSOCO les ayudó a aprender las lecciones de Social Compass, lo que les apoyó para poder poner atención a los pasos (e.g., los seis pasos básicos para una interacción completa) de una interacción social. De hecho también MOSOCO motivó a los estudiantes a proponer mejoras al diseño de MOSOCO, mismas que podrían contribuir a que mejorara la atención de los estudiantes hacia la interacción social.

### 6.2.2. Impacto en atención

De acuerdo a lo que se describió en metodología, la variable de atención hacia las interacciones sociales se midió en términos de la cantidad y tiempo que duraban los estudiantes con autismo interactuando. Particularmente para medir la atención sostenida en las interacciones sociales de los estudiantes con autismo, se midió el tiempo de atención sostenida en las interacciones verbales. Lo anterior concuerda con el objetivo de la terapia en la cual se inspiró el desarrollo de MOSOCO, que es el motivar las interacciones verbales.

Se encontró que MOSOCO incrementó un 18% el número de interacciones de los estudiantes con autismo mientras usaban MOSOCO (antes- MOSOCO: 77%; usando- MOSOCO: 95%; y después- MOSOCO: 79%,  $p=0.04$ , Figura 49). Los estudiantes estuvieron más motivados para hacer la terapia cuando usaron MOSOCO.



*Figura 49. Porcentaje de interacciones de los estudiantes con autismo en las tres fases del estudio.*

Con el uso de MOSOCO observamos que a los estudiantes con autismo se les facilitó tener interacciones sociales cuando, a pesar de que se reporta que a los niños con autismo se les dificulta iniciar una conversación [81], leer el idioma corporal [15] o unirse a grupos de niños jugando [110].

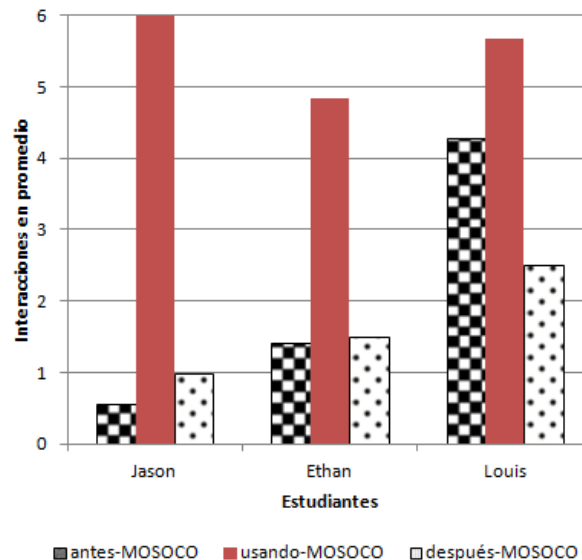
*“[MOSOCO] me ayudó a jugar con otros.” (s12, estudiante con autismo)*

#### 6.2.2.1. Atención sostenida

Por otro lado se realizó un análisis para determinar el impacto de MOSOCO en las interacciones verbales de niños con autismo, con el objetivo de explorar el principal propósito de la terapia en la cual se inspiró MOSOCO.

Encontramos que los estudiantes con autismo incrementaron 39% su atención sostenida al interactuar verbalmente cuando usaron MOSOCO (antes-MOSOCO: 46%; usando-MOSOCO: 85%; después-MOSOCO: 37%,  $p=0.03$ ).





*Figura 50. Distribución por estudiante con autismo de la cantidad de interacciones verbales promedio durante el estudio.*

En la Figura 50 se observa el impacto de uso de MOSOCO en la atención sostenida de niños con autismo en las interacciones verbales sostenidas. En todos los casos se observó un patrón incremental entre las dos primeras fases. Como se observa en la Figura 50 el caso de Louis disminuyó sus interacciones verbales entre la fase de antes-MOSOCO y la de después-MOSOCO, esto se debe al perfil inicial de Louis y a lo que aprendió con la terapia. Louis es un niño con autismo que le gusta interactuar verbalmente, la mayor parte del tiempo busca un compañero con el cuál platicarle de sus intereses, por lo que durante la fase de antes-MOSOCO parecía un tanto intrusivo lo que le ocasionaba cometer errores sociales (Figura 55) y no sostener una interacción (Figura 52). Cuando Louis usó la terapia cognitiva, se dio cuenta como no ser intrusivo, por lo que a pesar de disminuir sus interacciones (Figura 50), éstas fueron más sostenidas (Figura 52) y con menos errores sociales (Figura 55).

De acuerdo al análisis individual de cada uno de los tres estudiantes con autismo que participaron en el estudio, se realizó un análisis del tiempo de atención sostenida de interacciones verbales. En las Figuras de la 51 a la 53 (e.g., una Figura para cada caso), en el eje de las 'y' se presentan la distribución de los días de la intervención, y en el eje de las 'x' está la distribución del tiempo de recreo.

Como se visualiza en la Figura 51, durante los primeros días de la intervención, antes de usar MOSOCO, Jason casi no tuvo interacciones verbales. Únicamente en un día realizó una interacción verbal sostenida de aproximadamente un minuto. Posteriormente cuando usó MOSOCO, le ayudó a interactuar

verbalmente. Sus interacciones estuvieron fragmentadas, pero sin embargo logró mantener una interacción por al menos 21 minutos continuos. Después de usar MOSOCO se volvieron a observar periodos largos sin interacción verbal, como antes de usar MOSOCO. Sin embargo durante esta última fase hubo periodos sostenidos de atención a la interacción de hasta 6 minutos.

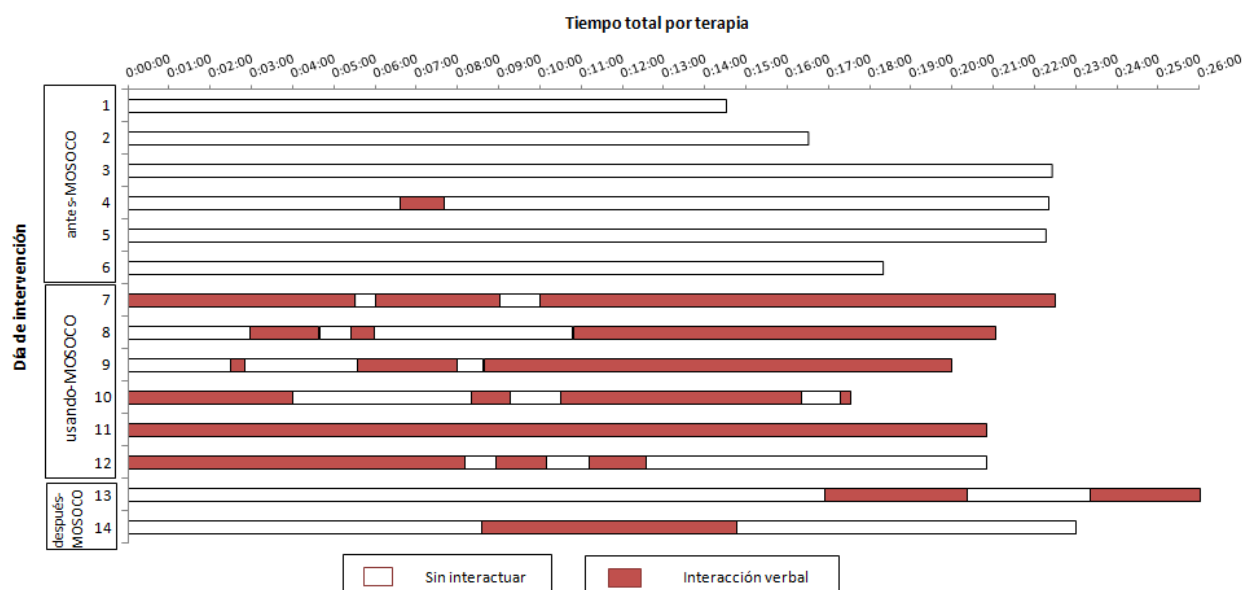


Figura 51. Distribución del tiempo en interacciones verbales de Jason en cada una de los días de la intervención.

El caso de Louis es un poco diferente. En la Figura 52 se observa que Louis si interactuaba verbalmente desde antes de usar MOSOCO, sin embargo el tiempo sin interactuar era mayor que el de interacción. Cuando empezó a usar MOSOCO, Louis comenzó a incrementar gradualmente el tiempo de interacción sostenida. En la tercera fase Louis mejoró y mantuvo el comportamiento de atención sostenida en la interacción, incluso se logró mantener un día completo interactuando verbalmente sin interrupción. Esto quizá pueda deberse a que MOSOCO le dio más confianza para interactuar, y que quizá sus compañeros neurotípicos fueron más tolerantes con él.

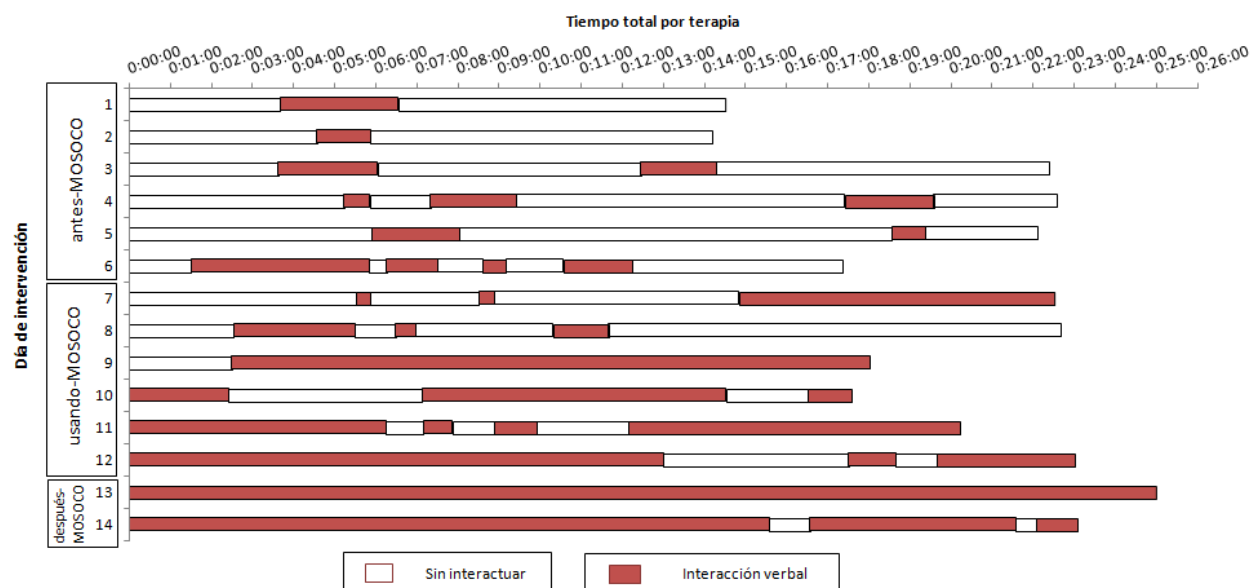


Figura 52. Distribución del tiempo en interacciones verbales de Louis en cada una de los días de la intervención.

El caso de Ethan también es interesante porque como se aprecia en la Figura 53 él no interactuaba verbalmente. De hecho en la fase de pre-despliegue se observó que todas sus interacciones verbales fueron pasivas, Ethan nunca intentó iniciar una interacción. Posteriormente cuando Ethan usó MOSOCO, empezó a interactuar verbalmente, de hecho con periodos importantes de atención sostenida en la interacción verbal. Algo muy interesante fue que Ethan, en la fase de post-despliegue continuó interactuando verbalmente y con periodos largos de interacción sostenida. Esto podría deberse a que MOSOCO también le ayudó a conocer a sus compañeros y sus compañeros a él, lo que le dio confianza para poder seguir acercándose a ellos.

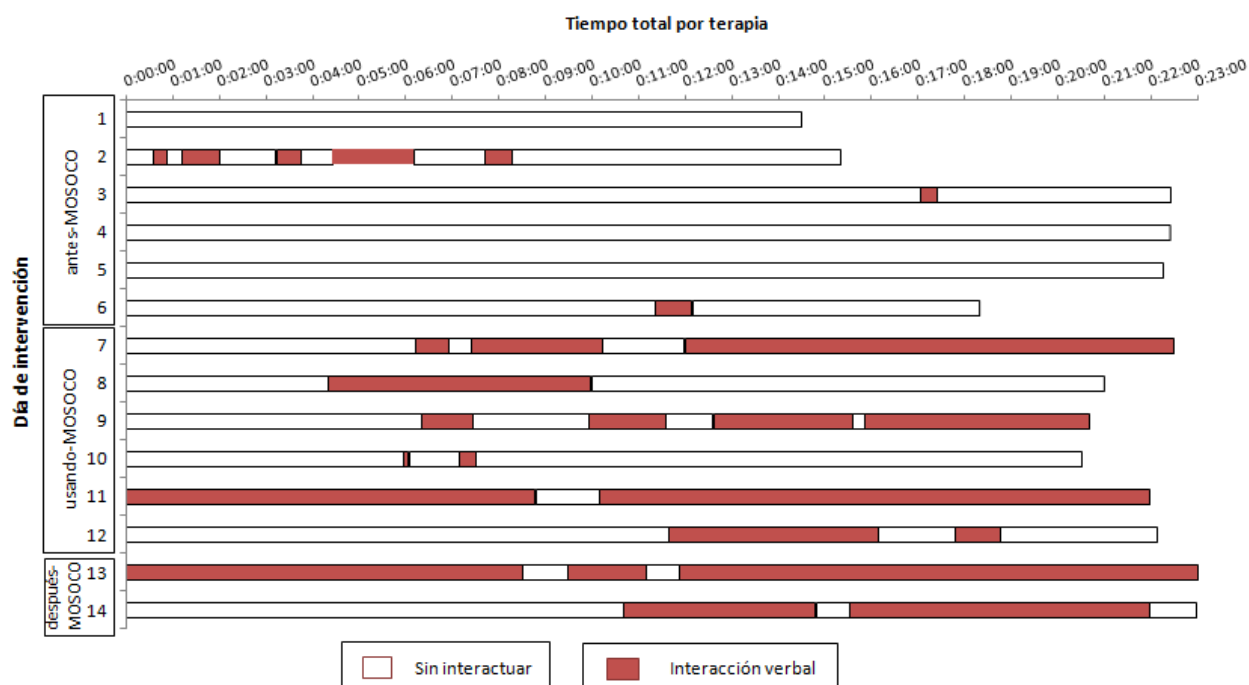


Figura 53. Distribución del tiempo en interacciones verbales de Ethan en cada una de los días de la intervención.

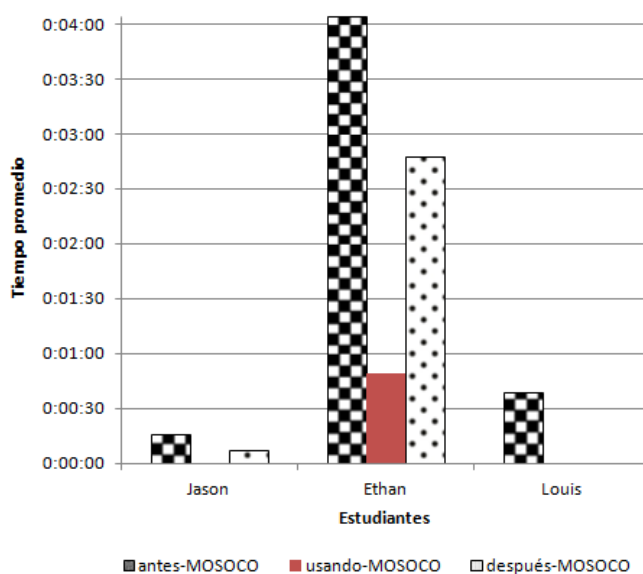
En las Figuras 52 y 53 se puede apreciar que al paso de los días de la intervención (*e.g.*, en las 3 fases) Louis y Ethan fueron incrementando el tiempo de atención sostenida –ya que incrementaban el tiempo en mantener una interacción. Lo anterior podría atribuirse primero al hecho de que a ambos les guste interactuar verbalmente, y que mientras más hacían la terapia desde la forma tradicional hasta con MOSOCO, ellos fueron aprendiendo y lograron mantener sus habilidades aun después del uso de la tecnología. Esto pueden ser indicios de que el uso de TACs ubicuas como apoyo a niños con autismo para interactuar socialmente puede llegar a tener un efecto un tanto “sanador” que conlleve a posteriormente no necesitar la TAC ubicua. En el caso de Jason (Figura 51) no fue así, porque Jason prefiere interactuar físicamente, sin embargo también vemos en la Figura 51 que el comportamiento fue mejor que en la fase de antes-MOSOCO.

Estos resultados dan evidencia de la utilidad de las TACs ubicuas para los estudiantes con autismo, ya que pueden contribuir a mejorar su atención cuando están interactuando y particularmente a que sus periodos de interacción verbal sean más prolongados.

### 6.2.3. Impacto en los movimientos estereotipados

Como se vio en el estudio formativo y en la literatura que se presentó en los primeros dos Capítulos de esta tesis, los movimientos estereotipados de los niños con autismo también afectan las interacciones sociales. De aquí que se evaluó el impacto de MOSOCO en los movimientos estereotipados de niños con autismo al momento de interactuar verbalmente.

Se encontró que los movimientos estereotipados (*e.g.*, mover las manos y la cabeza, gritar o brincar) de los estudiantes con autismo cuando interactúan con otros estudiantes también fueron un 57% menor cuando usaron MOSOCO (antes-MOSOCO: 59%; usando-MOSOCO: 2%; después-MOSOCO: 25%;  $n=8$ ;  $p<0.05$ ;  $0<4$ ; prueba de Wilcoxon).



*Figura 54. Distribución del tiempo promedio en que los participantes con autismo presentaron movimientos estereotipados mientras interactuaban verbalmente.*

Esta gran diferencia entre las fases (Figura 54) muestra una evidencia de que las TACs ubicuas pueden ayudar a los niños con autismo a tener menos manierismo mientras interactúan verbalmente en situaciones donde no cuentan con un cuidador. Por ejemplo el caso de Ethan, quien fue el que más presentaba este tipo de problemas, muestra la importancia de las TACs en situaciones no supervisadas.

#### 6.2.4. Otros resultados

Además del impacto en los problemas de movimientos estereotipados y en la atención sostenida hacia las interacciones verbales que permitió a los niños con autismo tener más interacciones, MOSOCO

también impactó en otros aspectos interesantes de las interacciones sociales. Dichos aspectos de presentan a continuación.

#### 6.2.4.1. Apoyo con errores sociales

Tanto los estudiantes neurotípicos y con autismo expresaron que MOSOCO les ayudó a mejorar la calidad de sus interacciones promoviendo que tuvieran menos errores sociales en sus interacciones.

*“Yo aprendí porque no sabía que tan lejos [de otra persona] se supone que debes estar” (s2, estudiante neurotípico)*

*“[MOSOCO] me dice que encuentre a alguien, y luego yo encuentro a esa persona, luego escucho el sonido de alerta y me dice que haga contacto visual, me refiero a comunicación visual. Sí debes comunicarte también con los ojos de la otra persona” (s4, estudiante neurotípico)*

La cantidad de errores sociales de los estudiantes con autismo disminuyó en promedio un 50% usando MOSOCO (antes-MOSOCO: 88%; usando-MOSOCO: 38%; después-MOSOCO: 60%,  $p=.003$ , Figura 55). Esta reducción se puede atribuir a que los estudiantes estaban más conscientes y mejoraron su habilidad para identificar errores sociales usando las sugerencias que MOSOCO les daba.

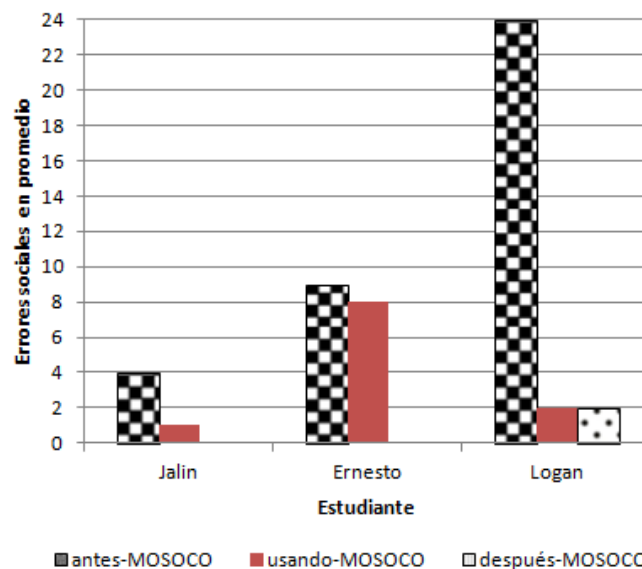


Figura 55. Distribución de la cantidad de errores sociales en promedio en interacciones verbales de los participantes con autismo.

*“Como algunas veces antes de Social Compass, cuando estaba haciendo contacto visual, volteaba para otro lado, pero después de la lección sé que mis ojos deben estar en MOSOCO” (s5, estudiante neurotípico)*

*“Primero tu dirías ‘hola’ y después tú te irías sin terminar una conversación. Ahora tú ya sabes cómo terminar una interacción...” (s10, estudiante con autismo)*

Un factor que ayudó a que los estudiantes con autismo tuvieran menos errores sociales fue que MOSOCO motivó a que los estudiantes neurotípicos fueran más tolerantes y permisivos con los errores sociales de sus compañeros con autismo. Lo anterior se puede deber a que los niños neurotípicos se dieron cuenta que ellos también estaban cometiendo errores y estaban aprendiendo, lo que puede ser la razón por la que fueron más tolerantes con sus compañeros con autismo. Los estudiantes neurotípicos fueron pacientes cuando había un error social y ya no se burlaron ni se reían de los estudiantes con autismo como lo hacían antes de usar MOSOCO.

#### 6.2.4.2. Aprendizaje y confianza

Los estudiantes sintieron más confianza para interactuar cuando usaron MOSOCO, ayudándoles a saber qué hacer o qué no hacer durante una interacción.

*“Sí se me olvida algo; sólo lo uso [refiriéndose a MOSOCO] y lo veo” (s12, estudiante con autismo)*

MOSOCO puede ayudar a los estudiantes a aprender por repetición, así como cualquiera de las terapias diseñadas para niños con autismo (e.g., discrete trial training [159] y el rote learning [101]).

*“Me ayudó a practicar y a practicar” (s10, estudiante con autismo)*

*“Para recrear” (s11, estudiante con autismo)*

Después de muchas repeticiones los estudiantes lograron llegar a la meta de la lección, y también aprendieron a utilizar la lección en una situación en particular.

*“[MOSOCO] te ayuda, porque si se te olvida poner algo en tu cerebro, entonces el te recuerda” (s10, estudiante con autismo).*

Estos resultados indican que MOSOCO ayudó tanto a los estudiantes con autismo y los neurotípicos a mejorar la calidad de sus interacciones teniendo menos errores sociales, así como también los motivó a interactuar y aprender los seis pasos básicos de una interacción social completa.

## 6.3. Discusión

En general el uso de MOSOCO impactó positivamente las interacciones de cada uno de los estudiantes.

Es importante aclarar que el uso de MOSOCO se refiere a hacer la terapia, ya que por medio de MOSOCO se practican los 6 pasos básicos para una interacción social completa, según la terapia de SocialCompass. También es importante resaltar que al igual que en el estudio de MOBIS, los estudiantes también estuvieron afectados al inicio del estudio y en una parte de la fase de despliegue por el efecto novedad. Sin embargo se observó y se verificó en los logs de uso del dispositivo y del sistema, que cuando este efecto terminó, los estudiantes regresaron a usar MOSOCO. El efecto de descubrir las aplicaciones en el teléfono inteligente durante la fase de despliegue tuvo un efecto positivo en el estudio. Lo que esto ocasionó fue que una vez que los estudiantes entendían el uso de lo que habían descubierto, lo llevaban a compartir con sus demás compañeros, esto ocasionó incrementar los temas para interactuar y los intereses en común cuando interactuaban con MOSOCO. Y al igual que en un inicio, cuando este efecto de novedad pasó los estudiantes volvieron a usar MOSOCO. Esto se pudo verificar a través de las observaciones y de los logs del sistema.

El beneficio que tenían todos los estudiantes que participaron en el estudio (*e.g.*, neurotípicos y con autismo) fue las recompensas que MOSOCO les proporcionaba. Por otro lado todos los estudiantes sintieron que aprendieron algo más para desarrollar una interacción social, es decir todos estaban en condiciones similares. En este caso tanto para estudiantes con autismo como para los estudiantes neurotípicos el beneficio y la motivación fue la misma, por lo que no se observó una disparidad entre quien recibe el beneficio y quien, como dice Grudin [71], hace un trabajo adicional que soporte al primero. Adicionalmente la forma no supervisada en que todos los participantes en el estudio hacían la terapia, les permitía decidir libremente con quien interactuar. Sin embargo es importante considerar que *“la mejor solución es tratar de asegurarse que todos se benefician directamente del uso del sistema”* [71]. De hecho el beneficio mayor para los niños neurotípicos fue la labor social que hicieron. En USA los niños mayores de 6 años tienen que hacer labores sociales que directamente afectan su CV, en relación a



actividades voluntarias y servicio comunitario. A los estudiantes que participaron en el proyecto se les dieron las horas que invirtieron en el estudio como servicio comunitario.

Por otro lado, es interesante ver que en la mayoría de las variables y de los casos de los niños con autismo, los resultados del post-despliegue fueron similares a los del pre-despliegue. Esto resalta la importancia de seguir utilizando una TAC ubicua como la de MOSOCO porque es la que les puede ayudar con los problemas como los que aquí se muestran en terapias no supervisadas. Sin embargo también hay casos que muestran lo contrario como por ejemplo el caso de atención sostenida de Ethan en el post-despliegue, se mantuvo interactuando verbalmente con sus compañeros, a pesar de que al inicio del estudio, su perfil y las observaciones en el pre-despliegue que se hicieron de Ethan decían que no interactuaba socialmente. Todo esto haría pensar que Ethan, al no tener MOSOCO, volvería a tener los resultados que en el pre-despliegue, sin embargo fue lo contrario. Esto sugiere explorar con otro estudio de *diseño de sujeto único* pero con espacio de tiempo (*e.g.*, una semana) entre cada una de las fases (*e.g.*, estudio tipo ABAB).

Los resultados iniciales indican que MOSOCO puede ser mejor para brindar soporte en las conversaciones (*e.g.*, interacciones verbales) que en las interacciones físicas, que es en sí el objetivo de la terapia de social compass. Los estudiantes resaltaron que después de usar MOSOCO conocieron mejor a sus compañeros, sus intereses y lo que les desagrada. Adicionalmente observamos que las conversaciones que los estudiantes con autismo tuvieron durante el despliegue fueron más detalladas y variadas que en el pre-despliegue. Un efecto que se podría deber en parte a que el grupo de estudiantes pasaron más tiempo juntos debido al estudio. Sin embargo dentro de la selección de los participantes hubo estudiantes neurotípicos que ya se conocían y siempre jugaban exclusivamente juntos, y a pesar de eso ampliaron su grupo de “amigos” y sí optaron por interactuar con sus compañeros con autismo. Lo anterior se pudo deber a la idea de diseño de *personalización inteligente y detección de proximidad* que sugería un PIP para interactuar y temas de conversación.

Las decisiones de diseño que se incluyeron en MOSOCO contribuyeron a que los estudiantes con autismo estuvieran más atentos cuando interactuaban socialmente y que tuvieran más interacciones, por ejemplo:

- a) La personalización inteligente, contribuyó a que los niveles de sugerencias cognitivas y el tipo de recompensas, se ajustaran de acuerdo al desempeño del estudiante durante la terapia.
- b) Etiquetar y “superponer” información sobre objetos físicos reales, contribuyó a que los estudiantes pudieran obtener las sugerencias cognitivas en la escena real aunque no contaran con

un cuidador de guía. Imitando así las prácticas de las maestras que proporcionan sugerencias en la escena real.

- c) Sugerencias cognitivas y reforzadores, estos estímulos proporcionaron pistas para que ayudara a los niños con autismo a interactuar socialmente, incluyendo los DO's y DONT's, la vibración del teléfono, las alertas auditivas, las imágenes, y los videos. Este tipo de sugerencias cognitivas son los que las maestras proporcionan durante las terapias tradicionales. Esto contribuyó a dar pistas para que el tiempo de atención fuera más sostenido.
- d) Detectar proximidad de actividad y relación social, contribuyó a incrementar el número de interacciones, a que se pudiera sugerir un PIP afín y sugerir temas de conversación.
- e) Proporcionar consciencia del desempeño, contribuyó a proporcionar una guía que le ayude, en este caso, a interactuar socialmente. Lo anterior ayuda a aumentar la atención en la interacción y reducir manierismos, ya que ayuda procesar la información en una interacción social y no preocuparse recordar que debe hacer.

Una de las características de los niños con autismo es que son solitarios y casi no tienen amigos [2]. En este sentido sería interesante explorar si el hecho de que los niños con autismo mejoraron sus problemas de atención al interactuar socialmente, podría generar que expandieran/crearan una red de amigos/conocidos con los cuáles interactúen frecuentemente. De esta manera se tendría que observar con qué compañeros interactúan los niños con autismo y por cuánto tiempo.

## 6.4. Resumen

En este capítulo se presentó la evaluación de una TAC ubicua derivada del segundo estudio formativo, donde se demuestra la efectividad de MOSOCO para mejorar la atención y los problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo en situaciones no supervisadas. También se presentó un análisis de otros impactos de uso de MOSOCO.

La principal contribución de este capítulo es la intervención que se realizó con el fin de evaluar en un ambiente real el impacto de uso de MOSOCO en terapias cognitivas no supervisadas de niños con autismo. El despliegue de MOSOCO demuestra que el uso de TACs ubicuas en terapias no supervisadas mejora la atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo, en nuestro contexto de estudio, al interactuar verbalmente. En este Capítulo se presentan dos de las principales contribuciones de esta tesis que son: el mostrar una evidencia de la eficacia de las TACs ubicuas para mejorar la atención

y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas en situaciones no supervisadas; y que las decisiones de diseño que se encontraron son de utilidad cuando se diseñan e implementan TACs ubicuas para apoyar a los niños con autismo en terapias cognitivas no supervisadas.

## Capítulo 7

### Discusión, conclusiones y trabajo a futuro

En esta tesis se presentó la factibilidad y aplicabilidad de las TACs ubicuas para mejorar la atención y problemas de manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas. En este capítulo se discuten implicaciones de diseño que se identificaron a lo largo del desarrollo de estas tesis, se presenta un resumen de las contribuciones del presente trabajo de investigación, y se describen las oportunidades de investigación como trabajo a futuro derivado de esta tesis. Finalmente se presentan las conclusiones de la tesis.

#### 7.1. Discusión

En esta subsección se discuten algunos temas que se identificaron durante el desarrollo de esta tesis.

##### 7.1.1. Implicaciones de diseño para desarrollar TACs ubicuas que apoyen la atención y problemas de manierismos de niños con autismo

Las lecciones aprendidas de este trabajo de investigación incluyen ideas que pueden utilizarse para poder diseñar e implementar TACs ubicuas que apoyen a niños con autismo en terapias cognitivas, y que a su vez puedan tener un impacto positivo en la atención y problemas de manierismos de niños con autismo. Estas ideas pueden ayudar a investigadores a desarrollar TACs ubicuas que permitan apoyar a niños con autismo en sus terapias cognitivas y poder explorar su impacto y/o el uso de diferentes dispositivos. Las ideas de diseño se derivaron de los dos estudios formativos que se realizaron en esta tesis y que se presentaron en los Capítulos 3 y 5. Estas ideas incluyen:

###### 7.1.1.1. Personalización inteligente

*Descripción y objetivos:* La personalización de TACs ubicuas es muy importante, ya que por ejemplo el espectro autista es muy variante de persona a persona, de aquí que se deben considerar distintos niveles de configuración.

*Soporte:* De hecho, otros investigadores ya habían notado la importancia de personalizar TACs ubicuas de uso para niños con autismo como uno de los retos cuando se diseña tecnología ubicua para niños con autismo [76, 94]. Por ejemplo en vSked cuando se usaron avatars para representar a cada estudiante con autismo en una clase. Cada niño con autismo personalizó su avatar y esto les permitió sentirse asociados al grupo, despertando un sentido de trabajo en grupo. En el caso de este trabajo de tesis por ejemplo en MOBIS la personalización se hizo en la terapia cognitiva, para adaptarla a las necesidades (*e.g.*, tipo y cantidad de sugerencias cognitivas y recompensas, objeto de interés) de los estudiantes con autismo. Por ejemplo en el estudio sumativo de MOBIS en una ocasión una maestra decidió dejar los parámetros de recompensas que estaban considerados por defecto, y como recompensa final había un video de la película de Toy Story. Cuando el estudiante con autismo terminó su terapia cognitiva y vio el video, inmediatamente soltó el dispositivo y se tapó los ojos. En ese momento la maestra se dio cuenta de las preferencias del estudiante y decidió mejor cambiar las recompensa. Esto demuestra que es importante tomar en cuenta las preferencias de cada uno de los estudiantes con autismo porque por ejemplo en este caso pudo haber sido determinante para que el estudiante continuara realizando la terapia. Por otro lado en MOSOCO la personalización que se hizo fue en el perfil de los estudiantes, específicamente en las preferencias de gustos (*e.g.*, hobbies, deportes, películas, materias, etc.) que podrían motivar una interacción verbal. En principio se consideraron las preferencias de gustos como el criterio primario para sugerir PIPs para interactuar. Pero después se pensó que esto podría hacer que los PIPs siempre fueran los mismos, así que se cambió de criterio y esto se consideró secundario. Sin embargo esta personalización sirvió para sugerir temas de conversación entre los estudiantes, lo que también contribuyó a incrementar el tiempo de atención sostenida en la interacción social.

De esta manera vemos que las TACs ubicuas que proporcionan soporte en terapias cognitivas deberán permitir al maestro (supervisor) que manualmente especifique por ejemplo el nivel de sugerencia cognitiva que cada niño necesite. También las TACs ubicuas necesitan continuamente detectar el progreso o estado de cada niño en la terapia para poder “quitar” o “incrementar” automáticamente o manualmente el nivel de los parámetros configurables (*e.g.*, perfil, recompensa, sugerencia cognitiva) en tiempo real, así como lo hacen las pistas de contenido libre conscientes del contexto.

#### *7.1.1.2. Etiquetar y “superponer” información*

*Descripción y objetivos:* Cuando se trata de proporcionar soporte a niños con autismo es importante considerar que el usuario tenga acceso al soporte en el lugar y momento que se requiere.

*Soporte:* Así como otros investigadores han expuesto la importancia del aprendizaje en “cualquier lugar” y en “cualquier momento” [50]. En este trabajo de investigación agregamos a ese argumento la importancia de proporcionar el soporte explícitamente en el campo visual de atención primaria. Por ejemplo en la terapia cognitiva que el niño con autismo está viendo o con la persona que está interactuando socialmente, como lo hacen MOBIS y MOSOCO respectivamente. Por ejemplo en MOBIS el usuario necesita pistas que le ayuden a identificar un objeto en específico. En este caso se exploró el uso de una TAC ubicua, que con el uso de un dispositivo móvil, se “superpuso” información digital (*e.g.*, sugerencia cognitiva audible, textual, y/o visual) sobre la escena real dentro de la terapia cognitiva. De esta manera el niño con autismo no requirió desviar su mirada a otro lugar donde se le pudiera estar proporcionando una sugerencia, por ejemplo usando el dispositivo móvil de forma externa como emisor de alertas. En MOSOCO por ejemplo se utilizó este soporte “superpuesto”, utilizando un mecanismo de detección de ojos, para realizar contacto visual. En este caso este paso básico de interacción (*e.g.*, contacto visual) claramente presenta la necesidad de brindar soporte en el campo visual de atención primaria, que serían los ojos del compañero. El soporte “superpuesto” también se utilizó en MOSOCO para proporcionar pistas, en forma de sugerencias cognitivas, relacionadas con cada uno de los pasos de la interacción social que se estaba viviendo.

En el caso de MOBIS fue muy importante proporcionar el soporte “superpuesto” durante la terapia completa, porque contribuyó a que los estudiantes mantuvieran su atención a la terapia. Con MOSOCO también el soporte “superpuesto” fue muy importante en todos los pasos de una interacción básica [20], desde el contacto visual hasta para terminar una interacción. Entonces una TAC ubicua debe poder proporcionar sugerencias cognitivas relacionadas con la escena real de interacción que se está viendo, como una figura dimensional que dibuje la misma escena que el niño físicamente ve. Esta figura debe “superponerse” con sugerencias cognitivas que representen, como en el caso de MOSOCO, una habilidad social relevante a una interacción, así como lo hace el soporte visual con el que cuenta Social Compass. Así el niño con autismo podrá ver meta-datos, invisibles en una situación social que puede utilizar como una sugerencia cognitiva cuando interactúe con otros. Estas escenas deberían estar acompañadas de pistas verbales que ayuden al niño a contestar rápido, dada una situación en particular. Esto resalta la importancia de considerar los mejores y más adecuados dispositivos para poder seguir proporcionando información “superpuesta” como soporte a niños con autismo tanto en situaciones supervisadas como en las no supervisadas.

#### *7.1.1.3. Sugerencias cognitivas y reforzadores*

*Descripción y objetivos:* Como se expone en la literatura de niños con autismo, el uso de sugerencias cognitivas [62] y reforzadores [43] es muy importante como estrategia para capturar la atención de niños con autismo.

*Soporte:* En ambos casos, tanto con MOBIS y con MOSOCO, el uso de sugerencias cognitivas y reforzadores fue muy importante para que los estudiantes con autismo pudieran mantenerse atentos a las terapias cognitivas. Este tipo de soporte actúa como pistas y motivadores para ayudar a los niños con autismo a mantenerse atentos a las terapias cognitivas. Como lo vimos con MOSOCO esto toma más relevancia en situaciones no supervisadas donde por ejemplo los estudiantes con autismo no tenían a un maestro que les dijera que hacer o como hacerlo. En el caso específico de Ethan que no le gustaba interactuar, cuando usó MOSOCO, él pudo interactuar debido al soporte que le proporcionó MOSOCO, y también cuando dejó de usar MOSOCO no pudo mantenerse interactuando. Esto demuestra la importancia de proporcionar este tipo de soporte en las terapias no supervisadas de niños con autismo. En el caso de MOBIS también fue muy interesante ya que aunque contaban con la supervisión de una maestra, debido a las sugerencias cognitivas y reforzadores, los estudiantes pudieron desempeñar la terapia cognitiva de una forma más autónoma con menos soporte por parte de la maestra. Aunque este sentido de “autonomía” no es una variable que se tomó en cuenta en esta tesis, quizá pueda ser interesante para investigaciones futuras.

Entonces, los diseñadores de TACs ubicuas deberán considerar proporcionar sugerencias cognitivas y reforzadores durante las terapias cognitivas, tal como tradicionalmente lo hacen las maestras. En el caso de los reforzadores estos pueden ser audibles, visuales, o audibles/visuales. Las sugerencias cognitivas deberán ofrecerse en las modalidades en que tradicionalmente las maestras lo hacen (*e.g.*, verbales, visuales, posicionales, gesturales) para esto se debe considerar la tecnología adecuada para poder proporcionar las sugerencias cognitivas. Los desarrolladores entonces deberán seleccionar los mejores enfoques para poder ofrecer y tener acceso a sugerencias cognitivas y recompensas, también se deberán modelar diferentes niveles de sugerencias cognitivas y recompensas que vayan de acuerdo al nivel funcional de cada niño con autismo.

#### *7.1.1.4. Detectar proximidad de actividad y relación social*

*Descripción y objetivos:* Conocer las relaciones con otros permite a los niños con autismo saber quién es la mejor persona con la cual iniciar una interacción. Además también es una forma de decirles que interactúen.

*Soporte:* Esta relevancia se vio con MOSOCO, donde para motivar las interacciones sociales se consideró el compañero que estuviera más cerca y además su relación social. Esta última en los dos sentidos, es decir es importante saber que los estudiantes se conocen para poder sugerirles temas de conversación de interés mutuo, pero también es importante saber que no se conocen para motivar que interactúen con otros y se conozcan. Esto por ejemplo también motiva a que, además de interactuar más, los niños con autismo tengan más oportunidad de hacer amigos, algo que no se exploró pero podría tener el potencial y es interesante en el dominio de autismo. Algunos investigadores explican que es importante ayudar a los niños con autismo para que tengan amigos [7, 8, 168], ya que esto puede contribuir a romper con sus barreras sociales [7]. En el caso de MOBIS esta idea no aplica, principalmente porque el objetivo de la terapia cognitiva supervisada que se exploró no fue el de interactuar socialmente.

Las TACs ubicuas que apoyen las interacciones sociales en situaciones no supervisadas deben de poder descubrir y sugerir compañeros potenciales para interactuar, así como las aplicaciones “friend finder” [11]. Este servicio debe tomar en cuenta tanto la actividad como la proximidad en relaciones. Para inferir un compañero potencial para interactuar y su contexto (*e.g.*, actividad, localización y proximidad), los desarrolladores deben seleccionar enfoques para identificar que información sensor, la tecnología apropiada para sensor, y una forma de modelar diferentes niveles de actividad y relaciones de proximidad.

#### *7.1.1.5. Proporcionar consciencia del desempeño*

*Descripción y objetivos:* Otros investigadores [76, 82, 118] ya han argumentado en relación a la importancia de proporcionar una estructura de las actividades por hacer, a los niños con autismo con el objetivo de reducir su ansiedad acerca de lo que están haciendo y/o falta por hacer.

*Soporte:* La forma en la que se ha abordado este tema es utilizando las agendas visuales [80] para mostrar las actividades que hay por hacer de forma ordenada y darle una idea al niño con autismo de cómo deben ocurrir esas actividades.

En MOBIS el niño con autismo podía tener consciencia de lo que tenía que hacer, viendo una imagen del objeto de interés que la maestra le solicitó verbalmente. Esta imagen se muestra en la esquina superior derecha de MOBIS. Entonces el estudiante debía buscar el objeto que representaba esa imagen. Esta funcionalidad se implementó para que apareciera de manera opcional debido a que también causaba confusión, por ejemplo algunos estudiantes pensaban que ya estaban viendo el objeto que le había solicitado la maestra. Las maestras eliminaron esta confusión ocultando la imagen desde el inicio en la configuración de la terapia cognitiva. Esto también resalta la importancia de la personalización cuando se diseñan TACs para niños con autismo.



En MOSOCO esta consciencia de desempeño se implementó de dos formas, con el IVS y proporcionando consciencia ante sus errores sociales. El IVS les ayudó a los estudiantes a estar conscientes del paso en el que estaban en la interacción social, y cuales les faltaban por hacer. Adicionalmente en estas situaciones no supervisadas donde los estudiantes interactuaban verbalmente, es muy importante, que los niños con autismo además de que sepan que hay que hacer, decirles cómo hacerlo. En este sentido es importante hacer del conocimiento de los niños con autismo cuando estén cometiendo errores sociales que pueden romper una interacción social. Por ejemplo en MOSOCO fue importante detectar errores sociales y notificar al usuario cuando estos ocurran, proporcionándole pistas sociales e instrucciones para recuperarse de ellos. Entonces una TAC ubicua debe ser capaz de sensar e influenciar una interacción social sin interferir con las actividades del niño y sus interacciones actuales. Las TACs ubicuas deben poder proporcionar consciencia a los niños con autismo de cuál es el estado de su desempeño en la terapia cognitiva, así como también proporcionar pistas para poder mejorar su desempeño.

### 7.1.2. Apoyando la percepción visual

En esta tesis se mostró que las TACs ubicuas pueden apoyar el proceso cognitivo de atención de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas. Uno de los procesos cognitivos que se registra en la literatura de TACs [62] donde no se ha explorado es en el de percepción visual. Hasta el momento no se registra en la literatura alguna TAC que se haya evaluado en poblaciones reales que asista el reconocimiento e interpretación.

La percepción visual se refiere a la habilidad de interpretar la información de nuestro ambiente procesando la información que se ve [61]. Entonces lo que se procesa es lo que está al alcance de la vista. Sin embargo el cerebro deduce lo que una persona ve basándose en experiencias pasadas [70]. Gregory, R. [70] dice que el cerebro prueba varias hipótesis derivadas de experiencias pasadas para interpretar la información que se está viendo. Entonces para ayudar en este proceso cognitivo de percepción visual, es importante considerar dos cosas: (1) el campo visual, y (2) ofrecer sugerencias para ayudar a interpretar lo que se captura por medio del campo visual, y evitar errores de percepción debido a experiencias pasadas. Considerando el campo visual Gillespie et. al. [62] argumenta que la tecnología de realidad aumentada (RA) podría tener el potencial de apoyar este proceso cognitivo, por ejemplo utilizando un dispositivo con tecnología de RA el usuario ve a través de ese dispositivo el ambiente pero con una capa digital sobrepuesta. Esa capa digital pudiera ofrecerle las sugerencias que necesita para poder interpretar lo que está viendo. Esto resalta la importancia de la idea de diseño “*Etiquetar y ‘superponer’ información*”, ya que además de apoyar el proceso cognitivo de atención, también podría apoyar el proceso cognitivo de

percepción visual. Para ayudar a interpretar lo que se ve existen modelos computacionales de visión [163] que explican los fenómenos visuales. Estos modelos se utilizan con sistemas de realidad virtual (VR), ya que por medio de ellos se pueden imitar situaciones que son muy cercanas a la realidad [163]. A pesar de que VR se ha utilizado con éxito en situaciones supervisadas, en terapias cognitivas no supervisadas “fuera del escritorio” no funcionaría.

Con el prototipo de MOBIS, en esta tesis se exploró el uso de RA, sin embargo no se evaluó cómo impactaba el proceso cognitivo de percepción visual de niños con autismo. Los niños con autismo a pesar de que presentan problemas para interpretar y procesar información, su estilo de procesamiento es visual [67]. Así que sería interesante explorar como las TACs ubicuas podrían apoyar el proceso cognitivo de percepción visual, tomando en cuenta las ventajas del estilo de procesamiento de los niños con autismo. En MOSOCO lo que sería interesante explorar para la interpretación de información es el uso de algoritmos que interpreten una conversación, quizá reconociendo palabras clave y con base en eso brindar la mejores sugerencias cognitivas en una interacción social. Aunque no es precisamente interpretar lo que se ve, interpretar lo que se escucha podría apoyar al niño con autismo a mejorar su interacción social. Para evaluar una TAC que apoye en este sentido se debería medir si la TAC que se diseñe ayuda a interpretar, a disminuir los errores de interpretación, a mejorar el tiempo en que se llega a una interpretación, y numero de interpretaciones correctas vs las incorrectas.

### 7.1.3. Nuevas experiencias de uso

En esta tesis vimos que las maestras y los estudiantes con autismo utilizaban TACs ubicuas para realizar las terapias cognitivas tanto de manera supervisada por un maestro como la no supervisada. Otros usos que se les podría dar a estas mismas TACs por ejemplo son para la generalización de habilidades y para lograr un funcionamiento del niño con autismo más autónomo.

La generalización de habilidades es un aspecto crítico de los tratamientos para los trastornos del espectro autista. Asegurar la generalización de habilidades es un componente esencial del entrenamiento de un niño con autismo [6]. Generalización se refiere a la transferencia de lo que se ha aprendido en un contexto o una situación (regularmente del contexto de entrenamiento supervisado) particular a otro contexto o situación sin la enseñanza explícita de un cuidador en el segundo escenario de transferencia [164]. Anderson, S. R., et. al. definen la generalización como: el momento cuando una habilidad se aprende o realiza ante ciertas condiciones y el niño tiene la habilidad de desarrollar la misma habilidad ante otra situación, como con otras personas, en un nuevo lugar o usando diferentes materiales [3]. Por ejemplo con el uso de MOBIS podría explorarse si el niño con autismo es capaz de utilizar MOBIS por ejemplo en su

casa. Con MOSOCO, aunque no fue una de las variables a medir, si se exploró la generalización de habilidades, de hecho los estudiantes generalizaron las habilidades de interacción social que aprendían dentro de clase hacia el contexto fuera del salón de clases.

El funcionamiento autónomo, o independencia de niños con autismo es uno de los temas más importantes para esta comunidad [59, 60]. Las dificultades en el funcionamiento independiente generan grandes retos para los niños con autismo, empezando desde la escuela. En un estudio con más de 700 cuidadores<sup>19</sup> de escuelas indican que estos estudiantes requieren más del 86% del día con un cuidador que lo siga y lo guíe, al menos a 3 pies de distancia [59]. Mientras que el uso de un cuidador puede apoyar temporalmente los problemas alrededor de la independencia de un niño con autismo, proporcionándole indicaciones y guías, investigaciones indican que una excesiva proximidad de un cuidador puede ser perjudicial [60]. La constante dependencia física del niño con autismo de su cuidador, puede generar inseguridad para el desarrollo de sus habilidades. Ante la creciente población de niños con autismo, intervenciones que promuevan la independencia, y por consecuencia la disminución de la dependencia física de un cuidador, son una necesidad urgente [89]. De aquí que el uso de una TAC ubicua podría ser una estrategia para tratar de reducir el tiempo en el que necesiten físicamente de un cuidador, o definitivamente que pudieran llegar a no necesitarlo. Este tema de independencia de los niños con autismo de sus cuidadores es algo que no se midió en los estudios realizados en esta tesis, sin embargo es un tema mencionado en los estudios sumativos. Por ejemplo con MOBIS, las maestras sintieron que los estudiantes, al requerir menos soporte por parte de ellas, entonces estaban realizando la terapia cognitiva de una forma más independiente. Entonces sería interesante explorar en qué medida los estudiantes podrían hacer la terapia de forma independiente, por cuanto tiempo y en que situaciones. Con MOSOCO tampoco se midió la variable de independencia, sin embargo la forma en que los estudiantes generalizaron sus habilidades sociales permitió que interactuaran socialmente de una forma independiente de sus cuidadores.

#### 7.1.4. Limitaciones

Los resultados que se presentan en esta tesis son interesantes y pudieran motivar a investigadores en el área de Interacción Humano-Computadora y Ubicomp a utilizar TACs ubicuas y explorar nuevas formas de acceso e implementación de TACs ubicuas para apoyar a niños con autismo. Los resultados de los estudios sumativos que se presentaron (Capítulos 4 y 6) no permiten generalizar de forma externa el impacto expuesto en esta tesis, debido a que las evaluaciones se limitan a la población de niños con autismo y al método seleccionado de *diseño de sujeto único*.

---

<sup>19</sup> Llamamos cuidadores a las personas dedicadas al apoyo de niños con autismo incluyendo maestros, cuidadores médicos, psicólogos y administradores

La investigación con *diseño de sujeto único* es un método científico que se utiliza para definir principios básicos de comportamiento y para establecer prácticas basadas en evidencia [83]. Los diseños de investigación de sujeto único son métodos experimentales que permiten a los investigadores conocer cómo varía el comportamiento de un individuo ante un tratamiento. Por ejemplo en esta tesis, el uso de cierta tecnología (*e.g.*, tratamiento -MOSOCO y MOBIS) en diferentes condiciones, por ejemplo antes, durante, y después de haber usado la tecnología (*e.g.*, Diseño ABA) [83]. Debido a que a través de este método se estudia a un sujeto único o a un grupo único con características similares, la mayoría de estos estudios tienen suficiente validez interna pero es muy difícil conseguir la validez externa. La validez interna se puede observar desde las mediciones en la línea base, cuando las mediciones en la línea base llegan a ser estables entonces quiere decir que la validez interna está controlada [46], es decir si hay validez interna. La generalización de los resultados o la validez externa es muy difícil de lograr en este tipo de método. Una estrategia para aumentar la validez externa es que la asignación de los participantes se elijan de la forma más aleatoria posible y que la intervención sea lo más natural posible [152]. La forma de generalizar los resultados de un estudio de sujeto único depende del grado en que los resultados puedan replicarse, en condiciones idénticas o con variaciones menores [152]. En este entendido desde que se selecciona el método de diseño de sujeto único se reconocen las limitaciones que este método impone sobre los resultados de la tesis. Sin embargo el método de investigación de diseño de sujeto único se elige debido a los objetivos del estudio y por sugerencia de la literatura: “*Cualquier intervención que promueva el desarrollo y/o diseminación de prácticas basadas en evidencia de cambio de comportamiento deberán utilizar el método de diseño de sujeto único*” [83]. Además para esta población de autismo este método de diseño de sujeto único se percibe ideal, ya que el autismo es muy variable de persona a persona, y este método permite enfocarse en las características específicas de los sujetos que se estudian. Esto quiere decir que el impacto que se obtuvo en esta tesis no necesariamente se tendrá con todos los niños con autismo, ni con todas las discapacidades cognitivas que presenten los mismos problemas de atención y movimientos estereotipados. Se tendrían que llevar a cabo estudios formativos y sumativos adicionales con otras poblaciones con distintas discapacidades cognitivas, tal como se expone en la literatura [38], para verificar el impacto que se discute en esta tesis.

Adicionalmente y en la misma población de niños con autismo, las tareas seleccionadas (*e.g.*, terapia de discriminación/identificación de objetos, y SocialCompass) y la cantidad de participantes en el estudio limita la generalización de los resultados. Sin embargo en estudios donde se utilizan técnicas de *diseño de sujeto simple* [24, 83], como es este caso, las fortalezas de los resultados no recaen en la cantidad de

participantes si no en la longitud de los estudios, para poder entender las experiencias de uso que lleven a investigadores a diseñar mejores tecnologías.

## 7.2. Contribuciones

Los resultados y contribuciones de esta tesis se presentan a continuación.

### 7.2.1. Entender cómo las TACs ubicuas pueden brindar asistencia a los niños con autismo para mejorar sus problemas de atención y manierismos en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas

En los Capítulos 3 y 5 se presentaron dos estudios formativos donde mediante los estudios contextuales se estudiaron los problemas de atención de los niños con autismo dentro de terapias cognitivas. Para esto se utilizaron técnicas de teoría fundamentada [32] donde se observaron dos tipos terapias cognitivas, se estudió cómo se ejecutan esas terapias en la vida real, cómo es que los niños pierden la atención, por cuanto tiempo, cómo es que regresan a atender la terapia, y cómo esto impacta su desarrollo cognitivo. Además de los retos que se presentan en la literatura, los dos estudios permitieron identificar las necesidades de imitar las estrategias de las maestras y tener el acceso a estas estrategias de forma ubicua. Entendimos que es importante que cada estudiante tenga diferentes niveles y modalidades de recompensas y sugerencias cognitivas dependiendo su nivel de deterioro cognitivo.

Estos estudios formativos permitieron generar las bases para el diseño e implementación de dos TACs ubicuas para brindar soporte en el proceso cognitivo de atención en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas de niños con autismo. Los resultados de los dos estudios también pueden servir a investigadores y diseñadores para desarrollar otro tipo de tecnología en apoyo a los diferentes procesos cognitivos de los niños con autismo y a sus cuidadores. También pueden servir como una línea base para evaluar el rol que la tecnología juega en el desarrollo de niños con autismo y en beneficios para sus cuidadores.

### 7.2.2. Implicaciones de diseño y dos prototipos de TACs ubicuas para mejorar la atención y problemas de manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas

En los Capítulos 3 y 5 se presentan dos prototipos de TACs ubicuas para apoyar los problemas de atención de niños con autismo dentro de terapias cognitivas. El primer prototipo que se presenta en el Capítulo 3 es MOBIS, un sistema que brinda soporte a los niños con autismo para identificar objetos dentro de terapias cognitivas supervisadas. Para poder brindar ese soporte en el Capítulo 3 se identificaron tres ideas de diseño de TACs ubicuas, mismas que se retoman y discuten al inicio de este Capítulo. En esos Capítulos se expone la importancia de la personalización individual inteligente, etiquetar y “superponer” información, y de incluir sugerencias cognitivas y reforzadores cuando se diseñan TACs ubicuas de apoyo a la atención de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas. El segundo prototipo que se presenta en el Capítulo 5 es MOSOCO, un sistema que brinda soporte a los niños con autismo para interactuar socialmente en situaciones de la vida real donde no se cuenta con la supervisión de un cuidador. En el Capítulo 5 se presentan las ideas de diseño que deben implementar cuando se diseñan TACs ubicuas de apoyo a la atención de niños con autismo cuando interactúan socialmente y no cuentan con un supervisor. Las ideas que también se discuten al inicio de este Capítulo presentan la importancia de detectar proximidad de actividad y relación social, de proporcionar consciencia del desempeño, y también se refuerza la importancia de etiquetar y “superponer” información.

Los resultados de los estudios sumativos del uso de MOBIS y MOSOCO en esta tesis demuestran que estas 5 implicaciones de diseño son efectivas para mejorar la atención y problemas de manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas (*e.g.*, para aprender a identificar/discriminar objetos) y no supervisadas (*e.g.*, al interactuar socialmente).

### 7.2.3. Evidencia de que las TACs ubicuas brindan soporte ante los problemas de atención y manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas tanto en situaciones supervisadas como las no supervisadas

En los Capítulos 4 y 6 se presentan las evaluaciones del impacto del uso de TACs ubicuas en los problemas de atención y manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas. En el Capítulo 4 se presenta la evaluación de MOBIS, un sistema que brinda soporte a los niños con autismo para identificar objetos dentro de terapias cognitivas supervisadas. MOBIS se evaluó en un escenario real de terapia cognitiva de identificación/discriminación de objetos en la clínica Pasitos, A. C. Los resultados indicaron que MOBIS mejoró la atención de los niños con autismo, particularmente la atención sostenida. Adicionalmente el uso de MOBIS provocó que hubiera menos problemas de comportamiento estereotipado (*e.g.*, manierismos) durante la terapia cognitiva. En el Capítulo 6 se presenta la evaluación de MOSOCO, un sistema que brinda soporte a los niños con autismo para interactuar socialmente en

situaciones de la vida real donde no se cuenta con la supervisión de un cuidador. MOSOCO se evaluó en un escenario real de necesidad de soporte para interactuar socialmente cuando no existe un cuidador (*e.g.*, en los recreos/recesos de los niños con autismo en la escuela). Se utilizaron las mismas técnicas de análisis que con la evaluación de MOBIS, para analizar el impacto de MOSOCO en la atención de los niños con autismo cuando interactúan socialmente. Los resultados indicaron que MOSOCO mejoró la atención de los niños con autismo cuando interactúan verbalmente.

El estudio sumativo de MOBIS permitió explorar la importancia del uso de una TAC ubicua para niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas. Los resultados demuestran que los niños con autismo de baja funcionalidad son capaces de utilizar dispositivos ubicuos en una terapia cognitiva supervisada. También se encontró que la TAC ubicua además de motivar a los niños con autismo, les sirve como un soporte real para desempeñar la terapia cognitiva, les ayuda a estar atentos y mejorar sus problemas de manierismos. Adicionalmente se encontró que el uso de TACs ubicuas permitió a los niños con autismo descubrir nuevas formas desempeñar la terapia (*e.g.*, móvil). Esta nueva forma “móvil” de desempeñar la terapia cognitiva y los hallazgos que se encontraron de que los niños con autismo requirieron menos sugerencias cognitivas por parte de las maestras, permitió visualizar que los niños con autismo podrían utilizar también una TAC ubicua de forma no supervisada. Lo anterior inspiró un nuevo estudio que permitiera explorar estos indicios. En este sentido se buscaron escenarios donde de forma más natural se pudieran visualizar situaciones donde los niños con autismo desempeñaran una terapia cognitiva sin la necesidad de un supervisor. De aquí que se exploró con los problemas de interacción social de niños con autismo y se diseñó MOSOCO. El estudio sumativo de MOSOCO permitió explorar como los niños con autismo pueden usar una TAC ubicua para interactuar socialmente como soporte cuando no tienen un supervisor de apoyo. Los resultados demostraron que los niños con autismo también pueden usar una TAC ubicua como soporte para interactuar socialmente en situaciones no supervisadas. Esto demuestra que una TAC ubicua puede servir a los niños con autismo como un soporte real para interactuar, para darles confianza para interactuar, como soporte ante sus errores sociales, y para aprender como interactuar.

Los resultados de estos estudios sumativos pueden servir a investigadores para diseñar nuevas TACs ubicuas que sean útiles y usables para niños con autismo, tanto en situaciones supervisadas por un cuidador como las no supervisadas. Adicionalmente estos resultados resaltan la importancia de incorporar las ideas de diseño que se identificaron en este trabajo de tesis y también se enfatizan los que ya se habían detectado en la literatura [76, 94]. Los hallazgos que se encontraron y que se discutieron en este Capítulo

pueden ayudar también a diseñar nuevo hardware que sea adecuado y de fácil uso para apoyar los problemas de niños con autismo.

#### 7.2.4. Publicaciones realizadas

Otra contribución de esta tesis incluye los artículos presentados (Tabla 8) y publicados con el fin de que otros conozcan el trabajo que se realizó y puedan identificar nuevas áreas de oportunidad. En la Tabla 8 se presenta la lista de publicaciones.

*Tabla 6. Referencia a publicaciones realizadas.*

| Artículos de revista   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2014                   | <b>Escobedo, L.</b> , Tentori, M., Quintana, E., Favela, J., y García-Rosas, D. "Integrating the physical and the digital world to increase the attention of children with autism" IEEE Pervasive Computing 2014.                                                                                            |
| 2013                   | <b>Escobedo, L.</b> , Ibarra, C., Hernandez, J. and Tentori, M. "Smart objects to support the discrimination training of children with autism". Personal and Ubiquitous Computing 2013                                                                                                                       |
| Artículos en congresos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2014                   | Ringland, K.E., Zalapa, R., Neal, M., <b>Escobedo, L.</b> , Tentori, M., y Hayes, G. R. (2014) " <i>SensoryPaint: A Natural User Interface Supporting Sensory Integration in Children with Neurodevelopmental Disorders</i> ", CHI'14 WiP., Toronto, Canada. Artículo aceptado.                              |
| 2012                   | Quintana, E., Ibarra, C., <b>Escobedo, L.</b> , Tentori, M. and Favela, J. (2012) " <i>Object and gesture recognition to assist children with autism during the discrimination training</i> ", CIARP '12, Buenos Aires, Argentina                                                                            |
| 2012                   | <b>Escobedo, L.</b> , Nguyen, D., Boyd, L., Hirano, S., Rangel, A., García, D., Tentori, M., Hayes, G. R. (2012) " <i>MOSOCO: A Mobile Assistive Tool to Support Children with Autism Practicing Social Skills in Real-Life Situations</i> ", CHI'12, Austin, Texas, May 5-10, 2012                          |
| Talleres y posters     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2013                   | Caro, K., Cibrian, L., <b>Escobedo, L.</b> , Ramírez, C., Martínez-García, A., Tentori, M. "Diseño de un videojuego serio basado en movimiento para niños con el Trastorno del Desarrollo de la Coordinación". Workshops Proceedings in the Mexican International Conference on Computer Science (ENC 2013). |
| 2013                   | Caro, K., Cibrian, F. L., <b>Escobedo, L.</b> , Ramírez, C., Martínez-García, A. I., and Tentori, M. "Froggy Bobby: An Exergame for Children with Motor Skills Problems" CHI Italy, 2013. Workshop Ubiquitous games and gamification for promoting behavior change and wellbeing                             |



- 2011 **Escobedo, L.**, Tentori, M., Hayes, G. R., Nguyen, D. H., Boyd, L. *“MOSOCO: A mobile assistive tool to support children with autism practicing social skills in real-life situations”*. Poster en Workshop Ubiquitous Computing Uniting the Californias, WUC<sup>2</sup> (2011), UCSD, San Diego, Ca.
- 2011 **Escobedo, L.**, Tentori, M., Favela, J., y Quintana, E.. *“Augmented Reality as Object Identification Aid for Children with Autism”*. Poster en Workshop Ubiquitous Computing Uniting the Californias, WUC<sup>2</sup> (2011), UCSD, San Diego, Ca.
- 2011 **Escobedo, L.** y Tentori, M. (2010) *“Blue’s Clues: An Augmented Reality Positioning System”*, Workshop on Child Computer Interaction, CHI’11, Vancouver, CA.
- 2010 **Escobedo, L.** (2010) *“Realidad aumentada y cómputo móvil en apoyo a niños con autismo”*, Proc. of the 3rd Mexican Workshop on Human Computer Interaction (MexIHC’2010) Vol.2, San Luis Potosí, SLP, México. November 8-10th.

Para los casos de publicaciones los roles de cada uno de los coautores se describen en la Tabla 9.

*Tabla 7. Roles de los coautores.*

| Coautor                                                                                                | Rol                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Dr. Gillian Hayes, Dr. Jesús Favela, Dr. David Nguyen, Dr. Mónica Tentori                              | Asesoría y co-escritura de resultados                               |
| Alejandro Rangel, Daniel García-Rosas, M. C. Eduardo Quintana, M. C. Catalina Ibarra, Jehú Hernández   | Apoyo técnico en el desarrollo de prototipos                        |
| Kate Ringland, LouAnne Boyd, Cristina Ramirez, Karina Caro, Sen Hirano, Linney Cibrian, Rodrigo Zalapa | Apoyo en las sesiones participativas y reclutamiento de estudiantes |

## 7.3. Trabajo a futuro

A lo largo del desarrollo de la tesis se identificaron algunos problemas y oportunidades relacionados con el uso de TACs ubicuas, algunas se abordaron y otras no. En esta sub-sección se explica cómo estos problemas no abordados pueden generar trabajo de investigación para realizarse a futuro, así como, aquéllos problemas que si se abordaron se pueden aplicar en otros ambientes.

### 7.3.1. TACs ubicuas para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de niños típicos

El proceso de enseñanza se refiere a un proceso activo en el cual una persona comparte una información con otros con el objetivo de proveerles información para conseguir cambios en el comportamiento [42]. El proceso de aprendizaje es el proceso de asimilar la información que se recibe y que resulta en un cambio de comportamiento [42, 44]. Juntos estos dos procesos (*e.g.*, enseñanza-aprendizaje) son la interacción planeada que promueve un cambio de comportamiento y que no es resultado de la casualidad [44]. En escuelas de niños típicos, al igual que en las terapias cognitivas de niños con autismo, también existen problemas de atención [182], lo que impacta en el aprendizaje de los estudiantes.

Los problemas de atención de los estudiantes dificultan y en algunas ocasiones rompen el proceso de enseñanza-aprendizaje [42], además de que genera un ambiente de tensión en todos los estudiantes dentro del salón de clases [10, 44]. Por ejemplo si un estudiante no está atento, se le dificultará el capturar la información que se le está proporcionando y/o tendrá problemas para poder asimilar/procesar dicha información. Además cuando el estudiante pierde la atención, mientras que el maestro trata de que el estudiante vuelva a estar atento a la clase, los demás alumnos empiezan a inconformarse por las interrupciones [10, 132].

Las TACs ubicuas que mejoran la atención de niños con autismo en terapias cognitivas [48] supervisadas y no supervisadas, podrían de igual manera contribuir a mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje dentro de los salones de clases de escuelas regulares. Entonces se propone explorar cómo las TACs ubicuas pueden mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de niños típicos en escuelas regulares dentro de los salones de clases. Para realizar esto se podrían tomar los prototipos desarrollados en esta tesis y usarlos en esos ambientes.

### 7.3.2. Dispositivo adecuado para utilizar TACs ubicuas que brinden soporte en terapias cognitivas de niños con autismo

Durante las intervenciones de los dos prototipos identificamos algunos problemas de los estudiantes con autismo para utilizar el teléfono inteligente que utilizaron como visor. Con MOBIS (Capítulos 3 y 4) por ejemplo, los niños requirieron ayuda por parte de las maestras para dirigir el dispositivo hacia el campo visual donde estaban los objetos utilizados en la terapia. Aspectos como el

peso y la posición de la cámara dificultaban el desempeño de la terapia cognitiva. Por otro lado en la evaluación de MOSOCO (Capítulo 6) encontramos que a los niños con autismo no se mantienen dirigiendo el dispositivo a su compañero de interacción utilizando la cámara, lo que en ocasiones provocaba que se les olvidara como realizar el contacto visual. A pesar de que en la mayoría de los casos los estudiantes con autismo aprendieron rápidamente a utilizarlo y lidiar con esos aspectos, sería interesante explorar el uso de otro dispositivo que permita seguir teniendo al soporte que les brindan las TACs ubicuas.

La tecnología vestible (Wearable Technology en inglés) como los Google Glass<sup>20</sup> (Figura 56), y ambientes más pervasivos (Figura 57), podrían ser una solución. Para la primera opción podría funcionar en las dos situaciones, tanto en las terapias supervisadas dentro del salón de clases como en las no supervisadas fuera de un salón de clases. La segunda opción sólo funcionaría para los casos de terapias supervisadas dentro de salón de clases.

El Google Glass –i.e., una computadora portátil con una pequeña pantalla óptica montada en la cabeza, y tiene la forma de uso como si fueran unos lentes. Los Google Glasses (Figura 56) despliegan información en el cristal de la mini pantalla en el extremo superior derecho del campo visual del ojo. Esta información se puede consultar por internet utilizando comandos de voz (*e.g.*, formato tipo manos libres teléfono-inteligente), también se puede se puede comunicar con las funciones del teléfono celular. Debido a la reciente aparición en el mercado del Google Glass en 2013, la mayoría de las investigaciones que se han hecho [131] van dirigidas acerca de la usabilidad del dispositivo, con algunos indicios de beneficios que podría tener en ciertos dominios de aplicación. Hasta el momento no se registran resultados de intervenciones.



*Figura 56. Usando google glasses.*

<sup>20</sup> <http://www.google.com/glass/start/what-it-does/>

Algunas limitantes del uso de esta tecnología en niños con autismo es que ellos son hipersensibles [2], por ejemplo se niegan a usar dispositivos que ellos usen/visten como lentes, collares, pulseras. Entonces podría ser que no toleraran portar el Google Glass. Adicionalmente la forma de interacción con el Google Glass podría ser confusa o difícil, ya que es por medio de comandos de voz, y algunos niños con autismo no tienen desarrollado el lenguaje.

Sería interesante explorar nuevas formas de interacción aprovechando la funcionalidad que proveen los Google Glasses para que personas que no tengan desarrollado el lenguaje también puedan tener acceso a el soporte que los Google Glasses podrían ofrecer. Por ejemplo algún arreglo de botones, como un control remoto, que puede hacer lo que los comandos por voz actualmente hacen con el Google Glass. Además también deberían hacerse estudios de usabilidad e impacto de uso de tecnología vestible para lograr un beneficio real en el desarrollo cognitivo.

La opción de explorar el uso de ambientes más pervasivos (Figura 57) en situaciones supervisadas es una opción que permitiría no tener que utilizar un dispositivo en mano. Por ejemplo utilizar hologramas interactivos en un ambiente con sensores, pantallas y proyecciones que permitan tener acceso al soporte sin tener que portar un dispositivo como interfaz en mano o en los ojos. Los hologramas en 3D interactivos se han utilizado en la educación, medicina, y en videojuegos [179]. En la educación por ejemplo para estudiantes de medicina, facilita el entendimiento de la anatomía de los seres vivos, lo cual resulta difícil entender utilizando imágenes y fotos [99]. En la medicina, se han utilizado en la neurocirugía, como guía ofreciendo sugerencias a través del proceso en la cirugía [98] (Figura 57). En los videojuegos se han utilizado por ejemplo para hacer divertido el aprendizaje de la anatomía de los seres vivos [180].



*Figura 57. Interactuando con un holograma.*

La idea entonces es explorar cómo pueden utilizarse los hologramas proyectados cuando se usan TACs ubicuas en terapias cognitivas supervisadas dentro del salón de clases. Esta opción podría resultar de fácil uso para los niños con autismo, sin embargo no es claro cómo ellos interpretarían y procesarían lo que ellos ven.

### 7.3.3. Analizar el impacto en las maestras

Otro aspecto ampliamente estudiado a la par con las TACs es cómo las TACs también pueden apoyar a los cuidadores y padres de niños con autismo para ayudarlos a analizar y entender los comportamientos de los niños [75, 80, 92].

Los problemas de atención de los niños con autismo también impactan el trabajo de las maestras durante las terapias cognitivas y en el contenido de la agenda diaria de clases. Por ejemplo el ambiente donde se realizaron los dos estudios formativos que se presentan en esta tesis (Capítulos 3 y 5), se trataba de un grupo de estudiantes en un salón de clases con un horario finito de clases. Es decir las maestras tenían un grupo de niños con autismo en clases. En estos ambientes las maestras atienden a los estudiantes uno por uno, mientras los demás estudiantes realizan alguna actividad sugerida por la maestra pero de manera libre. En estos casos es muy difícil controlar los comportamientos de todos los estudiantes en clase. En las terapias cognitivas uno a uno las maestras al tratar de enfocar la atención del estudiante, pierden tiempo o

extienden el tiempo en atender a un sólo estudiante, y en un horario finito de clases, esto provoca que algunos otros estudiantes pierdan la oportunidad de la terapia.

En el diseño de los dos prototipos que se presentaron en esta tesis se grabaron automáticamente todas las interacciones que los estudiantes tuvieron con los prototipos. Sin embargo no se analizó si el uso de TACs ubicuas por parte de los estudiantes también impactaba de alguna manera el trabajo de las maestras. Como por ejemplo como se vio en el estudio sumativo de MOBIS que los niños con autismo requirieron menos sugerencias cognitivas por parte de las maestras, entonces sería interesante analizar como esto impactó a las maestras. Adicionalmente con MOBIS, la terapia la configuraba la maestra utilizando MOBIS con una tableta en lugar de utilizar los materiales tradicionales. En la estudio sumativo de MOSOCO también sería interesante analizar si los datos capturados de las interacciones de los niños con autismo y los resultados que se obtuvieron (*e.g.*, mejorar los problemas de atención y manierismos al interactuar socialmente) podrían impactar el trabajo de las maestras.

En este sentido se propone analizar cómo las TACs que mejoran la atención y problemas de manierismos de estudiantes con autismo en terapias cognitivas [48], pueden ayudar a las maestras a aligerar su carga de trabajo, tener un mejor control del grupo, ayudan a realizar evaluaciones más rápidas del desarrollo de los estudiantes, y permitan atender a más de un estudiante en una misma terapia cognitiva. Para hacer esto se sugiere utilizar los mismos datos obtenidos de los estudios realizados en esta tesis y medir el impacto del uso de MOBIS y MOSOCO en las actividades de las maestras.

## 7.4. Conclusiones

En este capítulo se presentaron reflexiones acerca del trabajo que se realizó derivado de esta tesis, mismo que podrían tener el potencial de convertirse en nuevas líneas de investigación y/o podrían invitar a realizar más investigaciones a líneas de investigación existentes. También se presentaron las contribuciones del presente trabajo de investigación.

En esta tesis se presentó la factibilidad y aplicabilidad de las TACs ubicuas para mejorar la atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.

Los estudios formativos permitieron identificar escenarios en los que las TACs ubicuas pueden apoyar los problemas de atención y movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas. También permitieron identificar las ideas de diseño que deberían incorporar las TACs ubicuas que apoyen la atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas

Las ideas de diseño que se identificaron inspiraron el desarrollo de los prototipos de MOBIS y MOSOCO, mismos que son un ejemplo de cómo los ambientes ubicuos pueden incorporar el apoyo para mejorar la atención y problemas de movimientos estereotipados de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.

Los estudios sumativos nos permitieron probar que las decisiones de diseño que se encontraron son efectivas para apoyar a los niños con autismo a estar atentos y mejorar sus problemas de movimientos estereotipados cuando están en terapias cognitivas tanto supervisadas como no supervisadas. También en los estudios sumativos se presentó una forma de evaluar el impacto de las TACs ubicuas en la atención sostenida de los niños con autismo utilizando gráficas que muestran los periodos de tiempo en que los estudiantes estaban continuamente “en la terapia” y “fuera de la terapia”. Los resultados de los dos estudios sumativos son una evidencia de la eficacia de las TACs ubicuas para mejorar la atención y problemas de manierismos de niños con autismo en terapias cognitivas supervisadas y no supervisadas.

## A.1. Protocolo de entrevista estudio formativo del estudio contextual en Pasitos



[TECNOLOGIA INNOVADORA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES SOCIALES EN NIÑOS CON AUTISMO]

### Protocolo de Entrevista: Maestras de Pasitos

Preámbulo (objetivos y aseguramiento de confidencialidad):

Hola buenos días mi nombre es Lizbeth Escobedo, soy estudiante de doctorado de la UABC campus Ensenada facultad de Ciencias. El objetivo de esta investigación es el desarrollo de tecnología innovadora para apoyar a la comunidad de niños con autismo a mejorar sus habilidades sociales. El equipo de investigación que encabeza este estudio se especializa en temas referentes a computación y al desarrollo de tecnología de acuerdo al estudio de las necesidades de una comunidad. Su apoyo y retroalimentación es muy importante para nosotros ya que no nos especializamos en los temas clínicos referentes al autismo. La presente entrevista tiene intereses estrictos de investigación y la información recopilada de entrevistas, cuestionarios y grabaciones serán de uso confidencial. Es importante mencionar que NO es objetivo de la entrevista evaluarla usted, yo simplemente quiero conocer las terapias y los problemas a los que se enfrentan ustedes y los niños, y como es que los enfrentan. La entrevista nos tomará alrededor de 30 minutos aproximadamente.

#### Inicio

1. ¿Me podría dar su nombre y cargo en pasitos?

#### Actividades (experiencia)

1. ¿Me podría describir qué es lo que hace en un día típico en Pasitos?
2. ¿Cuáles son las actividades que tengan que ver con sus clases, posteriores al horario en que salen los niños?
3. ¿Cuáles son los problemas a los que se enfrenta al desempeñar sus actividades? (Prueba): Ejemplos
4. ¿Cuáles son las estrategias que utiliza para enfrentar esos problemas? (Prueba): Ejemplos

#### Actividades con colegas

5. ¿Qué actividades realiza con sus colegas?
6. ¿Cuál es el objetivo de realizar esas actividades?
7. ¿Cuáles son los problemas a los que se enfrenta al desempeñar sus actividades? Ejemplos
8. ¿Cuáles son las estrategias que utiliza para enfrentar esos problemas? Ejemplos

#### Actividades con alumnos

9. ¿Qué actividades realiza con sus alumnos?
10. ¿Cuál es el objetivo de realizar esas actividades?
11. ¿Cuáles son los problemas a los que se enfrenta al desempeñar sus actividades? Ejemplos
12. ¿Cuáles son las estrategias que utiliza para enfrentar esos problemas?
13. ¿Qué actividades realiza para llevar a cabo el seguimiento-progreso de sus alumnos? ¿Cada cuanto tiempo lo hace?
14. ¿Qué terapias utiliza y como se desarrollan?

#### Artefactos

1. ¿Qué materiales prepara para sus clases?

---

MC. Lizbeth Escobedo y Dra. Monica Tentori  
{lescobedo,mtentori}@uabc.edu.mx

UABC-PASITOS





2. ¿Cómo prepara esos materiales?
3. ¿Cómo los utiliza?
4. ¿Quién utiliza esos materiales?
5. ¿Qué objetos utiliza durante sus clases y/o terapias?
6. ¿Para qué utiliza esos objetos? (ejemplos...)
7. ¿Cuáles son los problemas a los que se enfrenta al utilizar esos objetos? ejemplos
8. ¿Cuáles son las estrategias que utiliza para enfrentar esos problemas? Ejemplos
9. ¿Qué tipo de tecnología utiliza en sus clases y/o terapias, si es que utiliza alguna?

#### **Localización**

1. ¿Dónde desempeña sus actividades diarias?
2. ¿Se utiliza algún otro salón o área?
3. ¿Qué es lo que hace en cada lugar donde realiza sus actividades?
4. ¿Cuál es el objetivo de cada lugar donde desempeña sus actividades?
5. ¿Cuáles son los problemas a los que se enfrenta al desempeñar sus actividades en esos diferentes lugares? ejemplos
6. ¿Cuáles son las estrategias que utiliza para enfrentar esos problemas? Ejemplos
7. ¿Se desarrollan actividades fuera de clases?
  - a. ¿Me podría mencionar algunos ejemplos?
8. ¿Se desarrollan terapias extracurriculares?
9. ¿Me podría mencionar ejemplos de alguna de esas actividades?

#### **Interacción**

1. ¿Con quién interactúa durante las actividades en clase?
2. ¿Cuál es el objetivo de interactuar con esas personas?
3. ¿Utiliza algún material para que se lleve a cabo la interacción?
4. ¿En qué lugares usualmente se llevan a cabo estas interacciones?
5. ¿Cuáles son los problemas a los que se enfrenta al llevar a cabo esas interacciones? Ejemplos
6. ¿Cuáles son las estrategias que utiliza para enfrentar esos problemas? Ejemplos

#### **De cierre**

1. ¿Me podría mencionar alguna sugerencia de algo que le gustaría que hubiera en Pasitos para mejorar el desarrollo de sus actividades?
2. ¿Me podría mencionar alguna sugerencia de algo que le gustaría que hubiera en Pasitos para mejorar el apoyo que se le brinda a los niños?
3. ¿Desea agregar algo más?

Comentarios finales del entrevistado. Le agradezco su tiempo y atención, me gustaría saber si después de realizar un análisis de la entrevista ¿me permite regresar para, de ser necesario, aclarar algunas dudas?

## A.2. Protocolo de entrevista intervención del estudio contextual en Pasitos

**Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada**

**Entrevista Semi-estructurada enfocada en los niños, fase 1-Línea Base**

**Proyecto: MOBIS, Mobile Object Identification System para niños con autismo**

Assistive technology in autism

*Comportamiento y Motivación*

|   | Pregunta                                             |
|---|------------------------------------------------------|
| 1 | ¿Qué motiva al niño para hacer la actividad?         |
| 2 | ¿Cómo identifica la motivación del niño? Ejemplos    |
| 3 | ¿Cuál es el efecto en los niños de los reforzadores? |

*Atención*

|   | Pregunta                                                                                                                                                                                           |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | ¿Qué aspectos determinan que el niño se mantenga en la actividad?                                                                                                                                  |
| 5 | ¿Qué puede provocar que el niño pierda la atención en la actividad? ¿Cómo ves el comportamiento del niño cuando haces anotaciones durante la terapia? ¿Qué hace el niño? Me puedes dar un ejemplos |
| 6 | ¿Qué actividad realiza el niño cuando pierde la atención hacia la actividad que está realizando? Ejemplos                                                                                          |

*Ansiedad*

|   | Pregunta                                                       |
|---|----------------------------------------------------------------|
| 7 | ¿Cómo manifiesta el niño su ansiedad al realizar la actividad? |

**Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada**

**Entrevista Semi-estructurada semana 1 fase 2-Despliegue**

**Proyecto: MOBIS, Mobile Object Identification System para niños con autismo**

Me podrías decir tu nombre? \_\_\_\_\_

Assistive technology in autism

|    | Pregunta                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ¿Cómo juega el rol el usar MOBIS en el comportamiento del niño?                                                                                                             |
| 2  | ¿Cuál es el efecto en los niños de los reforzadores que da MOBIS? ¿Cuál es su reacción?                                                                                     |
| 6  | ¿Cuál es el efecto en la atención del niño debido a MOBIS?                                                                                                                  |
| 25 | ¿Cómo ves la interacción del niño con el celular? ¿Fácil? ¿Difícil? ¿Le gusta? Ejemplos                                                                                     |
| 15 | ¿En qué otras terapias cree usted que pudiera utilizar MOBIS?                                                                                                               |
| 22 | ¿Cuáles son las ventajas de utilizar MOBIS con el niño? Ejemplo ¿Desventajas?                                                                                               |
| 24 | ¿Qué beneficios cree que MOBIS promueve entre los niños? (memoria, atención, ansiedad, colaboración, lenguaje, motivación, imaginación) ¿Cómo se promueven esos beneficios? |

**Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada**

**Entrevista Semi-estructurada fase 2-Despliegue Semana 2**

**Proyecto: MOBIS, Mobile Object Identification System para niños con autismo**

Assistive technology in autism

|    | Niño                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ¿Cómo ha impactado el uso de MOBIS en el desempeño de la terapia de identificación/discriminación de objetos?                                                    |
| 2  | ¿Cuáles son las ventajas de utilizar MOBIS con el niño? Ejemplo ¿Desventajas?                                                                                    |
| 3  | ¿Cuál es el rol de las recompensas?                                                                                                                              |
| 4  | ¿Cuál es el rol de la ayuda visual y la auditiva?                                                                                                                |
| 5  | ¿Qué otro impacto ha tenido la ayuda visual y auditiva?                                                                                                          |
| 6  | ¿Cómo apoya MOBIS al niño para identificar el objeto?                                                                                                            |
| 7  | ¿Que otros usos le ves a MOBIS?                                                                                                                                  |
| 8  | ¿Crees que MOBIS pueda utilizarse fuera de Pasitos?                                                                                                              |
|    | <b>Maestras</b>                                                                                                                                                  |
| 9  | ¿Cuáles son las diferencias que ve al realizar la actividad, en comparación sin MOBIS y con MOBIS? ¿Después de utilizarlo? ¿Cómo prefiere realizar la actividad? |
| 10 | ¿Cómo impacta el uso de MOBIS en su trabajo? ¿Cuál es el impacto positivo? ¿El negativo?                                                                         |
| 11 | ¿Qué beneficios cree que MOBIS promueve entre las maestras?                                                                                                      |
| 12 | ¿Cuál es su experiencia con el uso MOBIS en la tablet?                                                                                                           |
| 13 | ¿Qué tipo de interacción cree usted que MOBIS promueve? (maestra-niño) (niño-niño) Verbal, Física                                                                |

**Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada**

**Entrevista Semi-estructurada fase 2-Despliegue Semana 3**

**Proyecto: MOBIS, Mobile Object Identification System para niños con autismo**

|   | Pregunta                                                                                                                                                         |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ¿Cómo ha impactado el uso de MOBIS con la nueva forma móvil en el desempeño de la terapia de identificación/discriminación de objetos?                           |
| 2 | Impacto de MOBIS – el efecto de novedad.<br>¿Cómo juega el rol el usar MOBIS en el comportamiento del niño?                                                      |
| 3 | ¿Cuál es el efecto en la atención del niño debido a MOBIS?                                                                                                       |
| 4 | ¿Entendieron los niños el uso de MOBIS?                                                                                                                          |
| 5 | ¿Qué motiva al niño para hacer la actividad? (MOBIS o la tarea)                                                                                                  |
| 6 | ¿Cuál ha sido el impacto de MOBIS en la independencia del niño?                                                                                                  |
| 7 | ¿En qué situaciones recomendaría el uso de MOBIS fuera de Pasitos?                                                                                               |
| 8 | ¿El tipo de ayuda que ofrece MOBIS es adecuado? ¿La ayuda visual? ¿La ayuda audible? ¿La ayuda textual? ¿Qué le cambiaría? ¿Qué otro tipo de ayuda le agregaría? |

**Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada**

**Entrevista Semi-estructurada enfocada a los niños, fase 3-PostDespliegue**

**Proyecto: MOBIS, Mobile Object Identification System para niños con autismo**

|    | Pregunta                                                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ¿Cómo impacta el comportamiento y la motivación del niño el realizar la actividad después de haber usado MOBIS?            |
| 2  | ¿Cuál es el efecto en los niños de los reforzadores que ahora utiliza, después de haber usado MOBIS? ¿Cuál es su reacción? |
| 3  | ¿Cuál es el efecto en la atención del niño para realizar la actividad después de haber usado MOBIS?                        |
| 4  | ¿Podría darme un ejemplo de cómo MOBIS impactó positivamente la identificación de objetos en los niños? ¿Negativa?         |
| 5  | ¿En qué otro aspecto cree usted que impactó positivamente al niño el uso de MOBIS?                                         |
| 6  | ¿Cree usted que los padres de los niños querrían que ellos usaran MOBIS fuera de Pasitos?                                  |
| 7  | ¿Cree usted que los niños pudieran utilizar MOBIS sin la ayuda de un maestro/padre?                                        |
| 8  | ¿Cuáles fueron las mejores funcionalidades de MOBIS?                                                                       |
| 9  | ¿Cuáles son las limitaciones de MOBIS?                                                                                     |
| 10 | ¿Cuáles funcionalidades cree usted que faltaron en MOBIS?                                                                  |
| 11 | ¿Cuál es la razón por la cual volvería a usar MOBIS? ¿Por qué no lo volvería a usar?                                       |

A.3. Protocolo de entrevista estudio formativo del estudio contextual en escuelas primarias de California, USA.

## **The Social Compass System**

### **Agenda of the day**

#### **Task 1. Brainstorming the UX of social compass** **INSIDE classrooms**

Discussion of current problems faced and strategies used when using social compass \**Complimenting open issues with notes (optional)*

- i. What are the problems you face when teaching or attending to a social compass class? Provide examples.
  - a. Distractions that disrupt the group
  - b. Students not being involved in the group
  - c. Communication with parents and follow up of students?
  - d. Lack of tools for model depiction
  - e. Problems when coordinating tasks
  - f. Re-contextualized in classes after interruptions
- ii. What are the strategies you and attendees used to cope with these issues? Provide examples
  - a. Call an specific student for performing exercise of the class when he/she is not paying attention
  - b. Used objects in the classroom to exemplify the model, music, pictures in a camera
- iii. What tools do you use during the social compass therapy? Provide examples.
  - a. Call an specific student for performing exercise of the class when he/she is not paying attention
  - b. Used objects in the classroom to exemplify the model, music, pictures in a camera
  - c. How do you measure the progress of each student and the impact of the social compass intervention?

#### **Task 2. Brainstorming the UX of social compass** **OUTSIDE classrooms**

Discussion of current problems faced and strategies used when using social compass \**Complimenting open issues with notes (optional)*

- i. Could you please tell me the type of interactions students held outside classrooms during recess?
  - a. Passive: giving instructions, being left out, paying attention
  - b. Active, sharing info, asking questions, engage in a conversation, negotiating needs
  - c. Why they spend most of their time in passive
- ii. Could you please tell me an example of the problems you have seen students face when interacting with others? Provide examples
  - a. Teasing, interaction ruptures, not following a topic
- iii. Could you please tell me an example of the strategies you have seen students

*If needed use the back of this sheet to add more notes*

- used when interacting with others? Provide examples
  - a. Just being accessible
  - b. Select familiar people
  - c. Their pair ones
- iv. Could you please tell me an example of how the social compass positively impacted students' life?
  - a. Do you see more interactions?
  - b. Adequate proximity space.

## **Task 3 and 4. Scenarios discussion**

### **Questions for discussion**

- i. What type of features would you change, remove or add to the system proposed?
  - a. Why? With what purpose?
  - b. Are feasible features?
- ii. Could you please tell me an example of how the system positively impacted your current practices or that of others?
  - a. What are the metrics you used, number of interactions, passive vs. active
- iii. Could you please tell me an example of how the system negatively impacted your current practices or that of others?
  - a. Problems in using it
  - b. Feasibility

## The Social Compass System: Remarks for the focus group

Presentation and purpose of the focus group

The goal of this work is to uncover the requirements and opportunities for innovative technologies to support the social compass curriculum inside classrooms, in the therapeutic offices and during recess.

- Ask questions whenever you need
- Provide examples based on your experience
- Be creative and innovative
- Criticisms are more than welcome
- Change the system to your convenience: it is not built yet!!
- Be honest of things that you like and dislike
- Situate yourself in a role during each scenario
- If you don't want to engage in the discussion or did not have time just write your thoughts in the comments and notes section

### **Task 1. Comparing the two designs**



Questions for discussion

- i. Which design you like better?
- ii. What type of features would you change, remove or add to the system proposed?
- iii. Could you please tell me an example of how the system positively impacted your current practices or that of others?
- iv. Could you please tell me an example of how the system negatively impacted your current practices or that of others?

## **Task 2. Feedback of the *Mobile* System**

Discussion of improvements, criticisms, opportunities and the impact of the system on changing current practices of the first scenario \**Complimenting open issues with notes (optional)*

### **Scenario 1. Encouraging socialization with potential interaction partners**

David is a nine year-old child with autism who sometimes likes to swing or play chess during recess. Most of the time he prefers to play chess. While walking around the playground, he receives a sound alert from the Social Compass system running in his mobile notifying him that potential interaction partners are nearby. After hearing the alert, David consults his mobile and realizes that some students are playing chess and others are swinging. The system uses arrows to direct David to the location of his potential interaction partners. Arrows' width indicates to David the more compatible group. The most compatible group is suggested based on its integrants' interests compatibility and relationship with David. David decides to join the group of students playing chess by selecting the wider arrow from his Mobile. When David arrives to the location of the students playing chess, his Compass points to his friend Alex and a stranger, who are playing chess. This augmented digital visual gear corresponds to the visual gear David learned to use during his Social Compass therapy. Two gears appearing in the scene suggests to David initiate an interaction with Alex by asking him if he can join the game. David presses the "questions bubble gear" to review a set of example questions associated to that gear. David presses the audio icon of one question from the available list and listens the cue. After asking Alex, David joins the game.

### **Questions for discussion**

- v. What type of features would you change, remove or add to the system proposed?
- vi. Could you please tell me an example of how the system positively impacted your current practices or that of others?
- vii. Could you please tell me an example of how the system negatively impacted your current practices or that of others?

### **General comments:**

---

---

---

---

---

---



### **Task 3. Feedback of the *Mobile System* (cont'n)**

Discussion of improvements, criticisms, opportunities and the impact of the system on changing current practices of the first scenario \**Complimenting open issues with notes (optional)*

#### **Scenario 2. Providing pointers to fix social missteps**

Mike, an eight year-old child with autism, is playing ball with his friend Ian. While running towards the ball, Mike accidentally bumps into John, an stranger. Mike's Mobile Social Compass detects this misstep and sends him an alert giving him a "thumbs down," indicating that he is too close to John. Mike receives an audio phrase suggesting him to say to Ian: "*Ooops!! To close I am sorry*". Using the phrase, Mike immediately apologizes to John following the social cue provided to him by the system. John tells him not to worry. Instead of then returning to Ian, Mike heads towards the playground. The system alerts Mike with a "thumbs down," because he has not finished the game with Ian nor returned the ball to him. Mikes consults the System and realizes that he was playing ball with Ian. Recognizing his mistake, Mike turns back to Ian and continues playing until recess ends.

#### **Questions for discussion**

- i. What type of features would you change, remove or add to the system proposed?
- ii. Could you please tell me an example of how the system positively impacted your current practices or that of others?
- iii. Could you please tell me an example of how the system negatively impacted your current practices or that of others?

#### **General comments:**

---

---

---

---

---

## **Task 4. Feedback of the *Mobile* System (cont'n)**

Discussion of improvements, criticisms, opportunities and the impact of the system on changing current practices of the third scenario \**Complimenting open issues with notes (optional)*

### **Scenario 3. Capturing mementos when sharing and expanding interests**

Sharon using her Mobile Compass, detects a group of girls that share interests in movies with her. Sharon stepped closer and realizes that the girls are talking about a movie she loves. As the girls see that Sharon had something to say, they stopped and listened. Sharon said she thought the movie was very good and she would like to see another movie. Just then, Tina, another girl, said she wanted to see the same movie. She asked Sharon if she would like to go with her on the weekend. Sharon was so excited that she said "yes" right away. Then, Sharon tags the scene in her Mobile by selecting interests from a pre-defined inventory list of interests. First she selects Tina's proximity gear changing Tina's relationship from a stranger to a friend and land then expands her interests in her profile.

### **Questions for discussion**

- i. What type of features would you change, remove or add to the system proposed?
- ii. Could you please tell me an example of how the system positively impacted your current practices or that of others?
- iii. Could you please tell me an example of how the system negatively impacted your current practices or that of others?

### **General comments:**

---

---

---

---

---

---

---

## Task 5. Final comments and computer usage questionnaire

**Instructions:** Please answer the following questions marking with a ✓ the answer that you consider more appropriate. If necessary you can mark more than one option. Remember that there are no right or wrong answers.

Name: \_\_\_\_\_ Age: \_\_\_\_ Sex: M ☐ F ☐

Profession: \_\_\_\_\_ Position: \_\_\_\_\_

1. How many years have you practice your profession?

☐ Less than 1 ☐ From 1 to 3 ☐ From 3 to 5 ☐ From 5 to 10 ☐ More than 10

2. Have you used a computer? ☐ Yes ☐ No

3. Do you have a computer at your home? ☐ Yes ☐ No

4. Do you have a computer at your work? ☐ Yes ☐ No

5. Do you share your computer at home? ☐ Yes ☐ No

6. What is your purpose of using a computer? (If you mark more than one, please number each box from 1 to 7 based on how important each option is to you)

- ☐ Work related
- ☐ Entertaining
- ☐ Found out information related to your kids
- ☐ Surf the net
- ☐ Send and receive emails
- ☐ Use social network sites
- ☐ Use youtube
- ☐ Use sites for a specific purpose
- ☐ Use instant messaging
- ☐ Others(specify)\_\_\_\_\_

7. If you use internet, from where and how frequently do you use internet?

|                          | More that 9<br>times/ day | From 5 to<br>8<br>times/day | From 1 to<br>4<br>times/day | Several<br>times/wee<br>k | Once a<br>week           | Once a<br>month          |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Home                     | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Job                      | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Internet cafe            | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Others<br>Specify: _____ | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

8. How many hours per week do you use Internet, on average?

☐ Less than 1    ☐ From 1 to 3    ☐ From 4 to 8    ☐ More than 8

9. If you use internet, how frequently you use the following services?

|                      | Daily                    | Weekly                   | Monthly                  | Every other month        | Never                    |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| E-mail               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Instant messenger    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Discussion forums    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Youtube              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sites for babies     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Search information   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Skype                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Social network sites | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Others               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Specify: \_\_\_\_\_

10. If you use e-mail, with whom do you frequently communicate through e-mail?

|                | Daily                    | Weekly                   | Monthly                  | Every other month        | Never                    |
|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Friends        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Family members | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Co-workers     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Strangers      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Others         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Specify: \_\_\_\_\_

11. If you use instant messaging, with whom do you frequently communicate through instant messaging?

|                | Daily                    | Weekly                   | Monthly                  | Every other month        | Never                    |
|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Friends        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Family members | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Co-workers     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Unknown        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Others         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Specify: \_\_\_\_\_

12. Do you have mobile device? ☐ Yes ☐ No

13. What type of mobile device do you use?

- ☐ Cellphone
- ☐ iPod
- ☐ Blackberry
- ☐ Personal Digital Assistant

14. Which type of applications do you use in your mobile device?

|                  | Daily                    | Weekly                   | Monthly                  | Every<br>other<br>month  | Never                    |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| To do list       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Agenda           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Calendar         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Email            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Camera           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Alarms/Reminders | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Games            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| SMS              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Others           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Specify: \_\_\_\_\_

15. Did you perceived the scenarios realistic?

*Scenario 1: Encouraging socialization*

☐ Yes ☐ No

If you answer **NO**, what you will modify, add or remove to the scenario to make it more realistic and suitable for school work

---

---

---

*Scenario 2: Providing pointers to fix social missteps*

☐ Yes ☐ No

If you answer **NO**, what you will modify, add or remove to the scenario to make it more realistic and suitable for school work

---

---

---

*Scenario 3: Capturing mementos*

☐ Yes ☐ No

If you answer **NO**, what you will modify, add or remove to the scenario to make it more realistic and suitable for school work

---

---

---

Scenario 4: Consulting student's progress

☐ Yes ☐ No

If you answer **NO**, what you will modify, add or remove to the scenario to make it more realistic and suitable for school work

---

---

---

16. Which design will you use: the picture-based or the avatar-based?

Scenario 1: Encouraging socialization

☐ picture

☐ Avatar

Explain why you have chosen such design

---

---

---

Scenario 2: Providing pointers to fix social missteps

☐ picture

☐ Avatar

Explain why you have chosen such design

---

---

---

Scenario 3: Capturing mementos

☐ picture

☐ Avatar

Explain why you have chosen such design

---

---

---

Scenario 4: Consulting student's progress

☐ picture

☐ Avatar

Explain why you have chosen such design

---

---

---

17. If I had access to the technology and to the system, I will use it

☐ Completely  
disagree

☐ Disagree

☐ Slightly  
disagree

☐ Neutral

☐ Slightly  
agree

☐ Agree

☐ Completely  
agree

18. Using the system will help me to do my work better

☐ Completely  
disagree

☐ Disagree

☐ Slightly  
disagree

☐ Neutral

☐ Slightly  
agree

☐ Agree

☐ Completely  
agree

19. Using the system will help me to improve my effectiveness at work

|                                              |                                   |                                            |                                  |                                         |                                |                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Completely disagree | <input type="checkbox"/> Disagree | <input type="checkbox"/> Slightly disagree | <input type="checkbox"/> Neutral | <input type="checkbox"/> Slightly agree | <input type="checkbox"/> Agree | <input type="checkbox"/> Completely agree |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

20. Using the system will increase my productivity

|                                              |                                   |                                            |                                  |                                         |                                |                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Completely disagree | <input type="checkbox"/> Disagree | <input type="checkbox"/> Slightly disagree | <input type="checkbox"/> Neutral | <input type="checkbox"/> Slightly agree | <input type="checkbox"/> Agree | <input type="checkbox"/> Completely agree |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

21. Using the system will facilitate my job

|                                              |                                   |                                            |                                  |                                         |                                |                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Completely disagree | <input type="checkbox"/> Disagree | <input type="checkbox"/> Slightly disagree | <input type="checkbox"/> Neutral | <input type="checkbox"/> Slightly agree | <input type="checkbox"/> Agree | <input type="checkbox"/> Completely agree |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

22. I will find usefull the system in my work

|                                              |                                   |                                            |                                  |                                         |                                |                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Completely disagree | <input type="checkbox"/> Disagree | <input type="checkbox"/> Slightly disagree | <input type="checkbox"/> Neutral | <input type="checkbox"/> Slightly agree | <input type="checkbox"/> Agree | <input type="checkbox"/> Completely agree |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

23. Learn how to use the system will be easy

|                                              |                                   |                                            |                                  |                                         |                                |                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Completely disagree | <input type="checkbox"/> Disagree | <input type="checkbox"/> Slightly disagree | <input type="checkbox"/> Neutral | <input type="checkbox"/> Slightly agree | <input type="checkbox"/> Agree | <input type="checkbox"/> Completely agree |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

24. The use of the system is clear and understandable

|                                              |                                   |                                            |                                  |                                         |                                |                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Completely disagree | <input type="checkbox"/> Disagree | <input type="checkbox"/> Slightly disagree | <input type="checkbox"/> Neutral | <input type="checkbox"/> Slightly agree | <input type="checkbox"/> Agree | <input type="checkbox"/> Completely agree |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

13. I consider the system easy to use

|                                              |                                   |                                            |                                  |                                         |                                |                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Completely disagree | <input type="checkbox"/> Disagree | <input type="checkbox"/> Slightly disagree | <input type="checkbox"/> Neutral | <input type="checkbox"/> Slightly agree | <input type="checkbox"/> Agree | <input type="checkbox"/> Completely agree |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

14. I am interested in using the system

|                                              |                                   |                                            |                                  |                                         |                                |                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Completely disagree | <input type="checkbox"/> Disagree | <input type="checkbox"/> Slightly disagree | <input type="checkbox"/> Neutral | <input type="checkbox"/> Slightly agree | <input type="checkbox"/> Agree | <input type="checkbox"/> Completely agree |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

15. The system is appeallieg

|                                              |                                   |                                            |                                  |                                         |                                |                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Completely disagree | <input type="checkbox"/> Disagree | <input type="checkbox"/> Slightly disagree | <input type="checkbox"/> Neutral | <input type="checkbox"/> Slightly agree | <input type="checkbox"/> Agree | <input type="checkbox"/> Completely agree |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

16. I consider the deployment of the system feasible

|                                              |                                   |                                            |                                  |                                         |                                |                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Completely disagree | <input type="checkbox"/> Disagree | <input type="checkbox"/> Slightly disagree | <input type="checkbox"/> Neutral | <input type="checkbox"/> Slightly agree | <input type="checkbox"/> Agree | <input type="checkbox"/> Completely agree |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|

Thanks for your participation in the focus group, ☺!!

A.4. Protocolo de entrevista intervención del estudio contextual escuelas primarias de California, USA.

**UNIVERSITY OF CALIFORNIA, IRVINE**

**Pre-study semi-structured interview sample questions**

**Title of the project: An Interactive Social Compass for Autism**

**Sample interview questions for students:**

1. Could you give an example of the typical activities you execute and the interactions you held during recess and lunch?
2. What are the problems you experience when interacting with others?
3. What are the strategies you use to cope with the problems faced when interacting with others?
4. Could you give an example of how the system could enhance the social compass curriculum?
5. What are the problems you experience when using your newly social skills learned in the social compass class?
6. What are the strategies you use to cope with the problems faced during the social compass class?
7. What are your expectations of MOSOCO?
8. What were some of the MOSOCO features that you are excited about?
9. What were some of the MOSOCO features that you are NOT excited about?
10. How do you anticipate MOSOCO to impact participation your activities and interactions during recess and lunch?
11. What MOSOCO features would help you facilitate your interactions and social skills?
12. How do you foresee MOSOCO limiting your social skills?
13. What issues do you think students will have when using MOSOCO?
14. What issues do you think students may have when using the MOSOCO hand held device?
15. What are some of the usability issues of MOSOCO?



**UNIVERSITY OF CALIFORNIA, IRVINE**

**Weekly semi-structured interview sample questions**

**Title of the project: An Interactive Social Compass for Autism**

**Weekly students interview questions:**

1. Could you give an example of the typical activities you and interactions you held during recess and lunch?
2. When and with what purposes did you use the system?
3. Could you give examples of how the system helped you when interacting with others or for making new friends?
4. What kinds of problems did you experience this week while using MOSOCO?
5. How did you resolve these problems (if any)?
6. Was there anything else you think the system lack of?
7. Any other comments?

**UNIVERSITY OF CALIFORNIA, IRVINE**

**Post-study semi-structured interview sample questions**

**Title of the project: An Interactive Social Compass for Autism**

**Sample interview questions for students:**

1. Could you give an example of how the typical activities you and interactions you held during recess and lunch changed when using MOSOCO?
2. What are your reactions to MOSOCO?
3. Could you give an example of how MOSOCO positively impact your recreational activities?
4. How does MOSOCO impact your interactions with others?
5. What were some of the best features offered in MOSOCO?
6. Could you give an example of how MOSOCO negatively impact your recreational activities?
7. What were some of the worst features offered in MOSOCO?
8. What were some of the features that you felt like were missing in MOSOCO?
9. What are features helped you facilitate your interaction with others?
10. What would you like MOSOCO to do better?
11. What are some of MOSOCO's limitations?
12. How did teaching your social skills change when you started to use MOSOCO?
13. How likely will you use MOSOCO again?
14. What are some of the usability issues?
15. How and why did you find the log data to be useful?
16. If you shared your information with other people such as your parents or teachers what were their reactions?

## B.1. Sesión de Diseño Participativo y Bocetos del estudio contextual en Pasitos

### Sistema de ayuda Móvil para Identificar Objetos – MOBIS

#### Agenda del día

11.00-11.05 Presentación y objetivo del focus group

(5 min)

11.05-11.50 **Actividad 1.** Presentación del sistema MOBIS

(45 min)

Discusión de comentarios, mejoras, críticas, oportunidades y el impacto del sistema para maestras y para los niños en relación a las prácticas actuales

11.50-12.00 **Actividad 2.** Comentarios finales y cuestionario

(10 min)

#### Detalles del focus group

Presentación y objetivo del focus group

El objetivo de este trabajo es explorar las oportunidades y el impacto de uso de tecnología innovadora para apoyar las terapias que apoyan a los niños con autismo en la identificación de objetos.

- Preguntar en el momento que desee
- Proporcionar ejemplos basados en su experiencia
- Ser creativo
- Las críticas son bienvenidas
- Puede proponer cambios al sistema: aun no está terminado
- Ser honesto con las cosas que le gusten o no le gusten
- Si usted no desea participar en la discusión o no tiene tiempo, solo escriba sus comentarios en la sección correspondiente

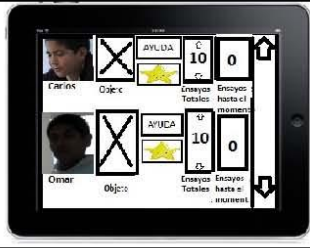
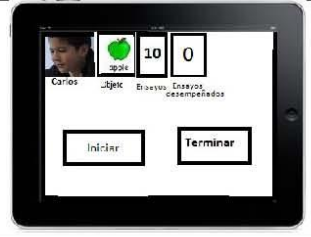
#### **Actividad 1-1. Presentación del sistema MOBIS**

Discusión de comentarios, mejoras, críticas, oportunidades y el impacto del sistema para ellas y para los niños en relación a las prácticas actuales

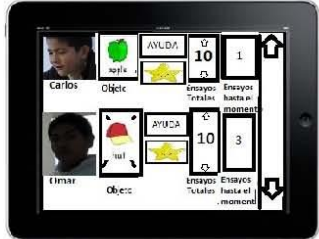
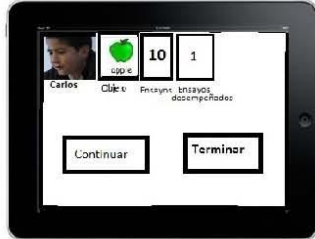
##### **Escenario 1: Dame Manzana utilizando terapia PECS**

Carlos es un niño con autismo que está en el Grupo A de la clínica Pasitos. Carlos tiene 5 años de edad. La maestra Claudia está practicando con Carlos la terapia PECS para identificar objetos. La maestra Claudia dispersa el objeto dentro del salón para que Carlos los encuentre, identificando el objeto que la maestra le pide.



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>1. La maestra utiliza el sistema y selecciona el/los niño(s) que realizará(n) las prácticas de identificación de objetos.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>2. El sistema le muestra la lista de niños que seleccionó. Por niño la maestra selecciona el objeto a buscar, # de ensayos con ese mismo objeto, el tipo de ayuda y recompensas que tendrá el niño en esa actividad.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>3. La maestra presiona el botón de la foto del niño, sale una pantalla donde ella puede iniciar la actividad o terminarla. La maestra inicia la actividad. Si la maestra presiona el botón 'terminar', se elimina de la lista el renglón que representa la actividad. Después de que la maestra presiona cualquiera de los botones el sistema regresa a la pantalla de la lista de niños.</p> | <p>4. Carlos toma el dispositivo y ve en la pantalla el objeto que tiene que buscar. Carlos presiona el botón de la manzana e inician los ensayos.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>5. Carlos empieza a caminar por el salón buscando la manzana.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>6. Con ayuda del sistema Carlos encuentra la manzana. Cuando el sistema identifica la manzana, de acuerdo al tipo de ayuda que la maestra seleccionó al inicio de la actividad, ocurre que: (1) aparece la palabra 'manzana' junto al objeto identificado (etiqueta textual), (2) un icono de una bocina, al mismo tiempo que se reproduce con sonido la palabra (etiqueta audible) y (3) se circula la manzana (posicional). Mientras la manzana permanezca en el foco de visión, se mantiene la bocina, la palabra y circulada la manzana. El icono de la bocina permanecerá como botón para que el niño lo pueda presionar y se vuelva a reproducir</p> |



|                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>la palabra 'manzana' cuantas veces sea presionado el icono. El evento de que 'Carlos encontró la manzana' se graba en el sistema sumando un punto, de tal modo que se contabilizan los puntos acertados (veces que encuentra el objeto solicitado). También se grabará la fecha/hora y el tiempo que le costó a Carlos haber encontrado la manzana.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>7. Carlos toma la manzana y la entrega a la maestra Claudia.</p>                                                                                                                                                                                              | <p>8. Carlos recibe como recompensa un punto más (estrellitas que se muestran en la parte superior de la pantalla) por haber entregado a la maestra Claudia el objeto correcto. La nueva estrella se muestra girando. Además el sistema emite un mensaje que dice: <i>"Muy bien Carlos encontraste la manzana"</i>. Cuando el ensayo termina la pantalla del niño permanece mostrando la recompensa y lo que ve el foco de la cámara. Permanece en espera de la respuesta de la maestra en el sistema. Los puntos son acumulables por objeto. Por ejemplo puede tener 0 puntos por un libro y 5 por una manzana. Los puntos por objeto se renuevan por quincena.</p> |
|                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>9. Cuando termina un ensayo, a la maestra se le actualiza la pantalla mostrando la lista de los niños además que el sistema emite un tono de alerta. Se actualiza el número de ensayos que lleva el niño hasta el momento, el número aparece parpadeando.</p> | <p>10. Para continuar el siguiente ensayo o terminarlos, presiona la foto del niño y aparecerá una pantalla donde verá la foto del niño, el objeto que está buscando, el número de ensayos planeados, el número de ensayos que lleva y dos botones 'continuar' y 'terminar.' Si presiona 'continuar', el sistema en el dispositivo del niño se inicializa de nuevo mostrando la imagen del objeto que debe buscar, además muestra el número de ensayo que sigue, regresamos al paso 4; y con la maestra el sistema vuelve a la lista de niños, el número deja de parpadear.</p>                                                                                      |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>11. Si la maestra presiona 'terminar', la pantalla del niño muestra el objeto con que estuvo ensayando y el número de estrellas que lleva.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>12. Si la maestra presiona 'terminar', el sistema le preguntará si logró el objetivo. NOTA: Estoy considerando que el niño siempre 'va a encontrar el objeto', aunque sea con ayuda extra de la maestra. Si el niño requirió ayuda extra, la respuesta a la pregunta de esta pantalla es 'no', Esto porque los niños con autismo, según las maestras, se estresan si no logran algún objetivo y pueden reaccionar de distintas maneras no deseables, entonces las maestras siempre ayudan a lograr el objetivo y ya después ellas hacen anotaciones para programarle posteriores actividades del niño.</p> |
| <div data-bbox="630 911 984 1184" data-label="Image">  </div> <p>13. Si selecciona que 'NO' seleccionará el otro tipo de ayuda que requirió y que el sistema no puede darle (opciones: verbal, física, modelado, sin ayuda, etc), y tendrá la opción de capturar observaciones. Si seleccionó 'SI', la maestra solo capturará observaciones. Al final el sistema regresa a la lista de niños pero el renglón del niño seleccionado se pone gris-disable. El sistema deberá guardar los datos de la actividad: El evento de que 'Carlos encontró la manzana' se graba en el sistema sumando un punto, de tal modo que se contabilizan los puntos acertados (veces que encuentra el objeto solicitado). Se grabará el objeto objetivo, cuantos ensayos se programaron, a los cuantos ensayos se detuvo la actividad, si logró o no el objetivo, las observaciones, que tipo de ayuda extra requirió, la fecha/hora y el tiempo que le costó a Carlos haber encontrado la manzana. También se grabarán los datos si Carlos no logró el objetivo, en este caso no se suman puntos ni se eliminan.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

### Preguntas para discusión

- ¿Qué tipo de funcionalidades le cambiaría, quitaría o agregaría al sistema propuesto?
- ¿Qué tipo de ayuda le cambiaría, quitaría o agregaría al sistema propuesto?
- ¿Qué tipo de recompensas le cambiaría, quitaría o agregaría al sistema propuesto?
- ¿Me podría mencionar un ejemplo de cómo el sistema impactaría positivamente



v. ¿Me podría mencionar un ejemplo de cómo el sistema impactaría negativamente sus prácticas actuales y las de los niños?

## This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Discusión de comentarios, mejoras, críticas, oportunidades y el impacto del sistema para ellas y para los niños en relación a las prácticas actuales

## 5





|                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                             |
| <p>1. Por cada actividad (conjunto de ensayos) la maestra tendrá la opción de configurar si va a tener ayuda y de que tipo. En la lista de alumnos, existirá un botón etiquetado con la palabra 'Ayuda'.</p> | <p>2. Cuando la maestra presiona el botón de la estrella parece otra pantalla donde podrá configurar si el desplazamiento tendrá recompensas y el tipo.</p> |

#### Escenario 4: Configurando el tipo de recompensas durante la actividad

|                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>1. Por cada actividad la maestra tendrá la opción de configurar si el mismo va a tener recompensas y de qué tipo. En la lista de desplazamientos existirá un botón con la imagen de una estrella.</p> | <p>2. Cuando la maestra presiona el botón de la estrella parece otra pantalla donde podrá configurar si el desplazamiento tendrá recompensas y su tipo. Ella activa las recompensas y selecciona que serán audibles y con estrellitas.</p> |

#### Preguntas para discusión

- ¿Qué tipo de funcionalidades le cambiaría, quitaría o agregaría al sistema propuesto?
- ¿Me podría mencionar un ejemplo de cómo el sistema impactaría positivamente sus prácticas actuales y las de los niños?
- ¿Me podría mencionar un ejemplo de cómo el sistema impactaría negativamente sus prácticas actuales y las de los niños?

#### Comentarios generales:

---

---

---

---

---

---

---

---





### Actividad 1-3. Presentación del sistema MOBIS: escenario consultando resultados de ensayos

Discusión de comentarios, mejoras, críticas, oportunidades y el impacto del sistema para ellas y para los niños en relación a las prácticas actuales

#### Escenario 5: Consultando resultados de ensayos

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |
| 1. La maestra selecciona el grupo del que requiere consultar los resultados de los ensayos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2. La maestra selecciona el niño y el periodo del que requiere consultar los resultados de los ensayos. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| 3. La maestra consulta los ensayos de Carlos en el periodo seleccionado, día por día. Al presionar los encabezados de cada columna la tabla se ordenará por el concepto seleccionado. Los datos que muestra la tabla son: objeto identificado, fecha, ensayos programados, ensayos realizados, objetivo logrado?, tiempo, recompensas, tipo de ayuda por sistema, ayuda extra, observaciones. |                                                                                                         |

#### Preguntas para discusión

- ¿Qué tipo de funcionalidades le cambiaría, quitaría o agregaría al sistema propuesto?
- ¿Me podría mencionar un ejemplo de cómo el sistema impactaría positivamente sus prácticas actuales y las de los niños?
- ¿Me podría mencionar un ejemplo de cómo el sistema impactaría negativamente sus prácticas actuales y las de los niños?

#### Comentarios generales:



## **Actividad 2. Comentarios finales y cuestionario**

**Instrucciones:** Por favor conteste el cuestionario marcando con una  $\checkmark$  la respuesta que considere apropiada. Si lo considera necesario puede seleccionar más de una opción. Recuerde que no hay respuestas correctas ni incorrectas.

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

1. ¿Percibe usted que los escenarios presentados son realistas?:

### **Sistema MOBIS**

*Escenario 1: Identificando Objetos*

☐ Si ☐ No

Si su respuesta es **NO**, que es lo que usted modificaría, agregaría o quitaría al escenario para hacerlo más realista y apropiado para su uso

---

---

---

---

*Escenarios 2-4: Configurando la actividad*

☐ Si ☐ No

Si su respuesta es **NO**, que es lo que usted modificaría, agregaría o quitaría al escenario para hacerlo más realista y apropiado para su uso

---

---

---

---

*Escenarios 5: Consultando resultados de ensayos*

☐ Si ☐ No

Si su respuesta es **NO**, que es lo que usted modificaría, agregaría o quitaría al escenario para hacerlo más realista y apropiado para su uso

---

---

---

---

2. Si tuviera acceso a la tecnología y al sistema, lo usaría

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

3. Usando el sistema me ayudará a desempeñar mejor mi trabajo

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

4. Usando el sistema me ayudará a mejorar mi efectividad en mi trabajo

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |



**5. Usando el sistema facilitará mi trabajo**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**6. El sistema es útil en mi trabajo**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**7. Aprender a usar el sistema me será fácil**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**8. El uso del sistema para mí es claro y entendible**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**9. Considero que el sistema para mí es de fácil uso**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**10. Estoy interesada en utilizar el sistema**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**11. El sistema para mí es atractivo**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**12. Considero que la utilización del sistema para mí es factible**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**13. Si los niños tuvieran acceso a la tecnología y al sistema, lo usarían**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**14. Usando el sistema los niños se motivarían a participar en la actividad**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**15. Usando el sistema los niños desempeñarían mejor la actividad**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**16. Usando el sistema los niños aprenderán a identificar objetos**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |

**17. Usando el sistema los niños consolidarán más rápido que como actualmente se hace la identificación de objetos**

|                                |                          |                           |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/>       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo               | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral                  | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo               | Completamente<br>de acuerdo |



|                                |                       |                           |                       |                           |                       |                             |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>       |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo            | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral               | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo            | Completamente<br>de acuerdo |

☐ Completamente en desacuerdo   
 ☐ Desacuerdo   
 ☐ Ligeramente desacuerdo   
 ☐ Neutral   
 ☐ Ligeramente de acuerdo   
 ☐ De acuerdo   
 ☐ Completamente de acuerdo

|                                |            |                           |         |                           |            |                             |
|--------------------------------|------------|---------------------------|---------|---------------------------|------------|-----------------------------|
| [ 1 ]                          | [ 2 ]      | [ 3 ]                     | [ 4 ]   | [ 5 ]                     | [ 6 ]      | [ 7 ]                       |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo | Completamente<br>de acuerdo |

|                                |                       |                           |                       |                           |                       |                             |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>       |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo            | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral               | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo            | Completamente<br>de acuerdo |

☐ Completamente en desacuerdo   
 ☐ Desacuerdo   
 ☐ Ligeramente desacuerdo   
 ☐ Neutral   
 ☐ Ligeramente de acuerdo   
 ☐ De acuerdo   
 ☐ Completamente de acuerdo

|                                |                       |                           |                       |                           |                       |                             |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/>          | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>       |
| Completamente<br>en desacuerdo | Desacuerdo            | Ligeramente<br>desacuerdo | Neutral               | Ligeramente<br>de acuerdo | De acuerdo            | Completamente<br>de acuerdo |

[illegible]

11

B.2. Sesión de Diseño Participativo y Bocetos del estudio contextual escuelas primarias de California, USA.



## Social Compass Focus Group







## Remarks of the class

- Ask questions whenever you need
- Provide examples based on your experience
- Be creative and innovative
- Criticisms are more than welcome
- Change the system to your convenience: it isn't built yet!!
- Be honest of things that you like and dislike
- Situate yourself in a role during each scenario
- If you don't want to engage in the discussion or did not have time just write your thoughts in the comments and notes section

2



## The Mobile Social Compass system

3



## The Mobile Social Compass system

4



### Questions for discussion

Cont'n page **2**

- Which design you like better?
- What type of features would you change, remove or add to the system proposed?
- Could you please tell me an example of how the system positively impacted your current practices or that of others?
- Could you please tell me an example of how the system negatively impacted your current practices or that of others?

5



UCIRVINE | UNIVERSITY  
of CALIFORNIA

STAR  
GROUP

Cont'n page **3**

## Task 3-1: Encouraging Socialization

(Situate yourself in the role of David)



Cont'n page **3**

- David is a nine year-old child with autism who sometimes likes to swing or play chess during recess. Most of the time he prefers to play chess. While walking around the playground, he receives a sound alert from the Social Compass system running in his mobile notifying him that potential interaction partners are nearby

7





Cont'n page **3**

- After hearing the alert, David consults his mobile and realizes that some students are playing chess and others are swinging. The system uses arrows to direct David to the location of his potential interaction partners. Arrows' width indicates to David the more compatible group. The most compatible group is suggested based on its integrants' interests compatibility and relationship with David. David decides to join the group of students playing chess by selecting the wider arrow from his Mobile

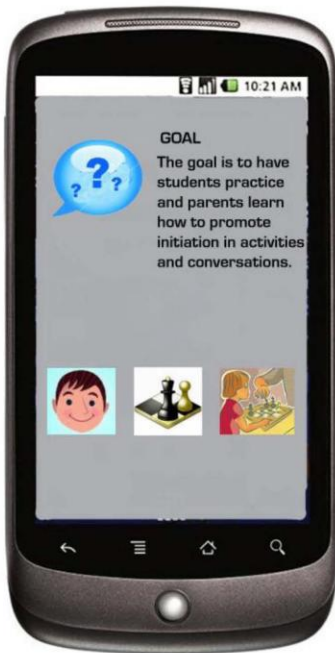
8



Cont'n page **3**

- When David arrives to the location of the students playing chess, his Compass points to his friend Alex and a stranger, who are playing chess. This augmented digital visual gear corresponds to the visual gear David learned to use during his Social Compass therapy. Two gears appearing in the scene suggests to David initiate an interaction with Alex by asking him if he can join the game..

9



- David presses the “questions bubble gear” to review a set of example questions associated to that gear. David presses the audio icon of one question from the available list and listens the cue. After asking Alex, David joins the game.

10



## Questions for discussion

- What type of features would you change, remove or add to the system proposed?
- Could you please tell me an example of how the system positively impacted your current practices or that of others?
- Could you please tell me an example of how the system negatively impacted your current practices or that of others?

11



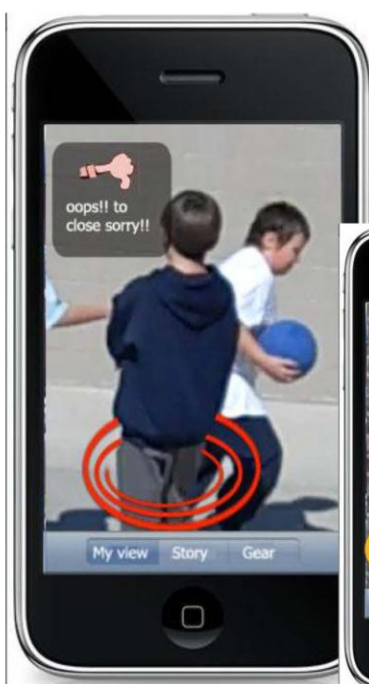
Go to page **4**

## Scenario 3-2: Providing pointers to fix social missteps

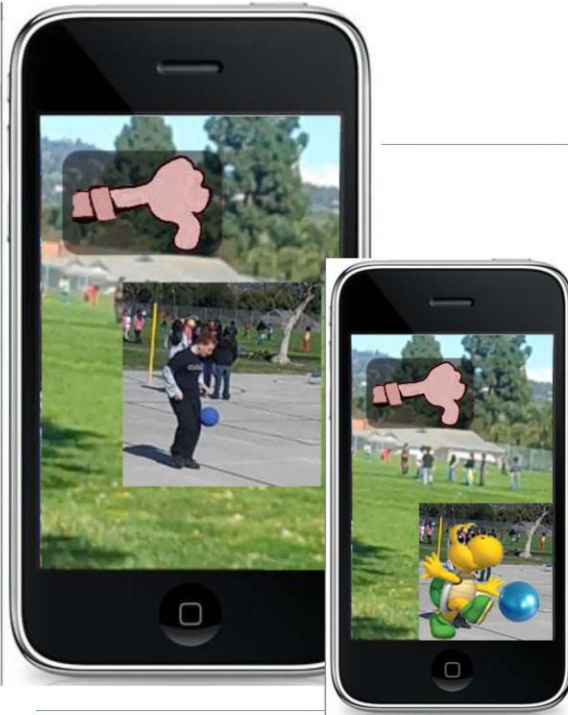
(Situate yourself in the role of Mike)



Cont'n page **4**



- Mike, an eight year-old child with autism, is playing ball with his friend Ian. While running towards the ball, Mike accidentally bumps into John, an stranger. Mike's Mobile Social Compass detects this misstep and sends him an alert giving him a "thumbs down," indicating that he is too close to John



• Instead of then returning to Ian, Mike heads towards the playground. The system alerts Mike with a “thumbs down,” because he has not finished the game with Ian nor returned the ball to him. Mike consults the System and realizes that he was playing ball with Ian (GUI 3). Recognizing his mistake, Mike turns back to Ian and continues playing until recess ends.

14



## Questions for discussion

- What type of features would you change, remove or add to the system proposed?
- Could you please tell me an example of how the system positively impacted your current practices or that of others?
- Could you please tell me an example of how the system negatively impacted your current practices or that of others?

15





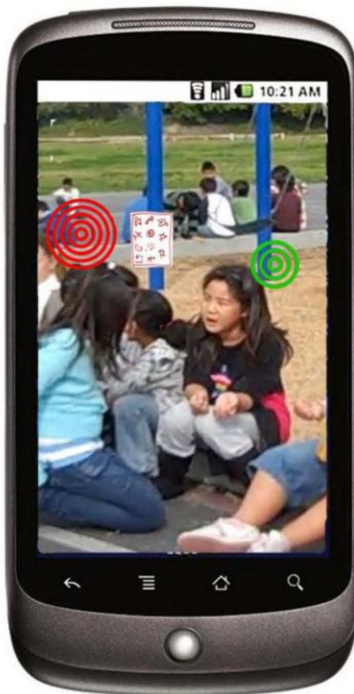
Go to page **5**

## Scenario 3-3: Capturing mementos ...

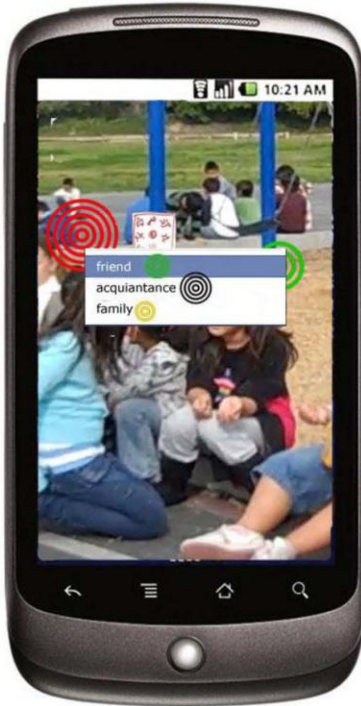
(Situate yourself in the role of Sharon)



Cont'n page **5**

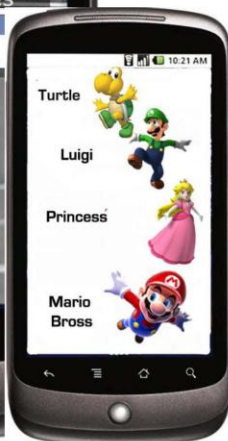
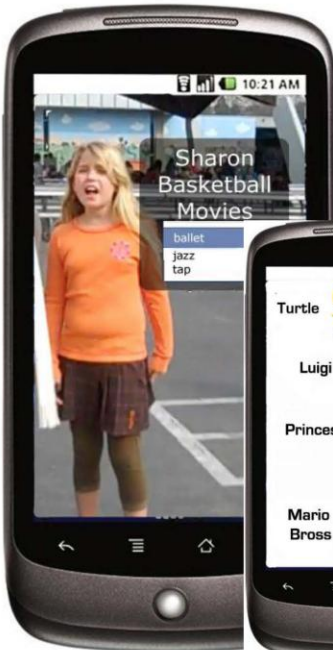


- Sharon using her Mobile Compass, detects a group of girls that share interests in movies with her. Sharon stepped closer and realizes that the girls are talking about a movie she loves. As the girls see that Sharon had something to say, they stopped and listened. Sharon said she thought the movie was very good and she would like to see another movie.



- Just then, Tina, another girl, said she wanted to see the same movie. She asked Sharon if she would like to go with her on the weekend. Sharon was so excited that she said "yes" right away. Then, Sharon tags the scene in her Mobile by selecting interests from a pre-defined inventory list of interests. First she selects Tina's proximity gear changing Tina's relationship from a stranger to a friend

18



- and then expands her interests in her profile

19



## Questions for discussion

---

- What type of features would you change, remove or add to the system proposed?
- Could you please tell me an example of how the system positively impacted your current practices or that of others?
- Could you please tell me an example of how the system negatively impacted your current practices or that of others?

---

20



## Activities and rewards

---

- What will allow kids to collect or loose points?
  - Number of interactions, expanding interests, number of friends, number of mementos
  - Social missteps
- Collect personalized points
  - Personalized points will based on the profile of the kids (e.g., chess pieces)
- What will be the rewards?
  - to unlock avatars or telephone features
  - card stamps

---

21



## Closing remarks

---

- Goal: The aim of this questionnaire is to know how much experience you have using different computer devices and software applications and gather final comments of the system

**Thanks for your  
participation, 😊!!**



## C.1. MOBIS Hardware

De acuerdo con las tres interfaces gráficas de usuario en las que consiste MOBIS, las características deseables del hardware requerido para el funcionamiento de MOBIS, la responsabilidad y ubicación física de cada uno se presentan en la Tabla 4.

*Tabla 8. Características deseables del hardware requerido para el funcionamiento de MOBIS.*

| Equipo               | Características                                                                                                                                                                             | Responsabilidades                                                                                                                                                              | Ubicación                         |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Computadora personal | Procesador Intel® Core™ i7 4.0 Ghz/<br>23" Pantalla / 4GB Memoria RAM / 500 GB disco duro                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Ejecutar el subsistema para etiquetar objetos</li><li>- Ejecutar el Servidor de Aplicaciones</li><li>- Base de Datos</li></ul>         | Oficina dentro de la red de MOBIS |
| Tableta              | ASUS Eee Pad Transformer TF101-A1 10.1-Pulgadas Tablet Computer (Tablet Only) con 16GB Disco Duro                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>- Ejecutar el subsistema que las maestras utilizan para configurar y monitorear terapias</li></ul>                                       | Salón de clases                   |
| Teléfono inteligente | Agenda Electrónica táctil google G2 3G/4G-RAM, Android 2.2-con una pantalla táctil de 3.7 pulg. Cámara de 5-megapíxeles; 720p HD; 4 memoria con puerto microSD; Wireless-N Wi-Fi; Bluetooth | <ul style="list-style-type: none"><li>- Ejecutar el subsistema que los estudiantes utilizan como “visor” para descubrir el contenido digital anotado sobre el objeto</li></ul> | Salón de clases                   |

Además, para poder utilizar MOBIS se requiere tener acceso a una red inalámbrica. Aunque no es necesario contar con una red dedicada para MOBIS, es ideal que, debido al funcionamiento de MOBIS, la red utilizada tenga el menor tráfico posible para poder tener un desempeño óptimo de MOBIS.

## C.2. MOSOCO Hardware

De acuerdo con la interfaz gráfica de usuario y del funcionamiento de MOSOCO, las características deseables del hardware requerido, la responsabilidad y ubicación física de cada dispositivo se presentan en la Tabla 5.

*Tabla 9. Características deseables del hardware requerido para el funcionamiento de MOSOCO.*

| Equipo               | Características                                                                                                                                                                                   | Responsabilidades                         | Ubicación                           |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| Computadora personal | Procesador Intel® Core™ i7 4.0 Ghz/<br>23" Pantalla / 4GB Memoria RAM / 500 GB disco duro                                                                                                         | - Ejecutar el Servidor<br>- Base de Datos | Cerca del lugar donde se use MOSOCO |
| Teléfono inteligente | Agenda Electrónica táctil google G2<br>3G/4G-RAM, Android 2.2-con una pantalla táctil de 3.7 pulg.<br>Cámara de 5-megapíxeles; 720p HD; 4 memoria con puerto microSD; Wireless-N Wi-Fi; Bluetooth | - Ejecutar MOSOCO                         | En el patio de la escuela           |

Además, para poder utilizar MOSOCO se requiere tener acceso a una red inalámbrica. Aunque no es necesario contar con una red dedicada para MOSOCO, es ideal que la red utilizada tenga el menor tráfico posible para poder tener un desempeño óptimo de MOSOCO.

## D.1. Intervención en Pasitos

### UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA, ENSENADA CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR COMO SUJETO DE INVESTIGACION

#### Documento de consentimiento de maestras/equipo

Se le solicita su apoyo para participar en el estudio de investigación denominado "Tecnologías para Apoyar el desarrollo de Niños con Autismo". Por favor lea la siguiente información y siéntase libre de preguntar cualquier cosa que no entienda antes de decidir si desea participar. Los investigadores citados a continuación responderán sus preguntas.

#### EQUIPO DE INVESTIGACION

##### Investigador líder:

Mónica Tentori  
Facultad de Ciencias, UABC  
mtentori@uabc.edu.mx

##### Investigadores:

Lizbeth Escobedo, Claudia Rangel y Catalina Ibarra  
Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, UABC Tijuana  
Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería (MyDCI), Facultad de Ciencias, UABC Ensenada  
{lescobedo,crangel, cibarra}@uabc.edu.mx  
Marina Alvelais A.  
Profesionalización, Investigación y Desarrollo, Pasitos  
mispasitos@yahoo.com.mx

#### PROPOSITO DEL ESTUDIO

El propósito del estudio de investigación es explorar el uso de tabletas electrónicas y teléfonos móviles para apoyar el desarrollo de niños con autismo.

#### Requerimientos

Usted es elegible para participar en el estudio si usted es un profesor o parte del equipo organizador/executor de terapias/sesiones con estudiantes que han sido diagnosticados con el Desorden Autista.

#### Duración del estudio

El estudio tiene una duración de tres meses (12 semanas) y consta de tres fases. La Fase 1 o línea base tiene una duración de 2 semanas. La fase 2 o uso de la tecnología tiene una duración de ocho semanas, cuatro semanas para cada condición del estudio. Y la fase 3 tiene una duración de 2 semanas. Para cada una de las fases los investigadores acudirán a Pasitos tres veces por semana para entrevistas y observación.

#### PROCEDIMIENTOS

La tecnología que se le pedirá a usted que utilice consiste en una tableta electrónica, o un adaptador para juguetes y un guante lector de RFID, y se le pedirá que apoye a los niños a utilizar un teléfono móvil. El uso de la tableta electrónica (Figura 1) y el adaptador le apoyará en la configuración de ensayos, monitoreo y seguimiento de los estudiantes en las actividades relacionadas con identificación de objetos. Los estudiantes utilizarán el teléfono móvil como apoyo en las mismas terapias, como discriminación y PECS. El estudiante realizará los ensayos que actualmente realiza pero con la ayuda de

un celular. El sistema proporcionará ayuda visual, textual y auditiva para apoyar al estudiante en la identificación de objetos.



Figura 1. MOBIS. Configurando terapia de discriminación/identificación de objetos.

Como se menciona el estudio esta compuesto por tres fases. Durante la fase 1 (línea base) el equipo de investigación observará las terapias como las realiza actualmente utilizando tecnología basada en papel para la captura de datos y el material disponible en Pasitos. Posteriormente, se le capacitará en el uso del sistema por 1 semana y se instalará la tecnología en su salón de clases. Enseguida, se iniciará con la fase 2 o uso de la tecnología, etapa en la cual, se le pedirá reemplace el uso de las herramientas basadas en papel y utilizadas en Pasitos por la tecnología que se instaló en Pasitos durante sus terapias. Finalmente, durante la fase 3 o retiro de tecnología, se removerá la tecnología de Pasitos y se le pedirá regrese a realizar sus terapias como lo hacía anteriormente. Para cada una de las fases se le pedirá conteste un cuestionario inicial, y nos conceda una entrevista semanal. El equipo de investigación también acudirá al salón de clases para observar su terapia. Como parte de la investigación se capturarán fotos y videos. Algunas veces se optará por tomar video, dichas grabaciones se utilizarán de tal forma que ni usted ni los estudiantes sean identificables. Utilizaremos también algunos cuestionarios y entrevistas, donde pretendemos capturar su perspectiva respecto al impacto de uso de la tecnología tanto para usted como para sus estudiantes.

La información recopilada acerca de usted y sus estudiantes será estrictamente confidencial, únicamente se utilizará para publicaciones referentes a este estudio, protegiendo en todo momento su identidad.

## BENEFICIOS

### ***Beneficios Directos***

Los beneficios potenciales para usted si participa en este estudio incluyen un apoyo a las terapias que usted implementa, le permitirá enfocarse en fortalecer el apoyo a otras de las discapacidades que presentan los niños con autismo. Además la presente investigación representa un beneficio formal para Pasitos, ya que se capacitará al personal en nuevas técnicas utilizando tecnología novedosa para ofrecer terapias para mejorar las habilidades de niños con autismo.

### ***Beneficios para la sociedad***

Esperamos que lo que aprendamos aquí ayudará a los investigadores a crear tecnología especializada de apoyo a los niños con autismo. Esta tecnología tiene el potencial para mejorar la calidad de vida de esta comunidad autista y además a su familia y a sus maestros.

## TERMINACION DEL ESTUDIO Y CONSECUENCIAS

Usted es libre de dejar el estudio en cualquier momento. Si usted decide dejar el estudio deberá avisar al equipo de investigación inmediatamente.

## **CONFIDENCIALIDAD**

### ***Identificación de los datos***

Durante la duración de la investigación se tomarán fotos y video durante sus terapias y sesiones dentro de Pasitos. Las grabaciones y fotografías serán de uso confidencial para la investigación, y únicamente con su autorización posiblemente en un futuro serán compartidas con otros investigadores para fortalecer el conocimiento e incrementar el apoyo a esta comunidad.

### ***Acceso a Datos***

Para proteger su seguridad y bienestar, el equipo de investigación y el de Pasitos son los únicos que tienen la autorización de acceso a los datos, según los términos de confidencialidad mencionados. Cualquier información derivada de este proyecto de investigación que muestre su identidad no será voluntariamente revelada por estos dos equipos (que tendrán acceso a los datos) sin su consentimiento explícito. Publicaciones y/o presentaciones que resulten de esta investigación no incluirán información que revele su identidad.

### ***Retención de los datos***

El equipo de investigación mantendrá los datos que resulten de la investigación. Otros investigadores pueden tener acceso a los datos para futuras investigaciones.

### ***Permiso para compartir datos con la audiencia en esta área***

Pensando en los beneficios a la comunidad autista, el equipo de investigación probablemente en un futuro le gustaría compartir algunas fotos y/o videos captados durante el estudio con la audiencia de investigadores en esta área. Por favor indique a continuación si otorga su permiso para compartir las fotos y videos. ☐ Sí ☐ No  Sus iniciales

## **SI USTED TIENE ALGUNA PREGUNTA**

Si tiene comentarios, dudas, preocupaciones con respecto a la forma en la que se llevará a cabo la investigación por favor contacte al equipo de investigación listado al inicio del presente documento.

## **ACUERDO DE PARTICIPACION VOLUNTARIA**

Usted no debería firmar este documento a menos que lo haya leído. **La participación en este estudio es voluntaria.** Usted puede negarse a contestar cualquier pregunta o suspender su participación en cualquier momento sin sanciones ni pérdida de beneficios a los que tiene derecho. Su decisión no afectará su relación futura con la UABC o con Pasitos. Su firma indica que usted ha leído la información en este documento de consentimiento y ha tenido la oportunidad de hacer cualquier pregunta que tenga sobre el estudio.

### ***Estoy de acuerdo en participar en el estudio***

|                                |       |              |
|--------------------------------|-------|--------------|
| <hr/>                          | <hr/> | <b>Fecha</b> |
| <b>Firma</b>                   |       |              |
| <hr/>                          |       |              |
| <b>Nombre</b>                  |       |              |
| <hr/>                          | <hr/> | <b>Fecha</b> |
| <b>Firma del Investigador</b>  |       |              |
| <hr/>                          | <hr/> |              |
| <b>Nombre del Investigador</b> |       |              |

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA, ENSENADA  
CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR COMO SUJETO DE INVESTIGACION**

**Documento de consentimiento de los padres-hijos**

Se le solicita su consentimiento para que su hijo participe en el estudio de investigación denominado "Tecnologías para apoyar el desarrollo de Niños con Autismo". La participación en este estudio es completamente voluntaria. Por favor lea la siguiente información y siéntase libre de preguntar cualquier cosa que no entienda antes de decidir si desea que su hijo participe. Los investigadores citados a continuación responderán sus preguntas.

**EQUIPO DE INVESTIGACION**

**Investigador líder:**

Mónica Tentori  
Facultad de Ciencias, UABC  
mtentori@uabc.edu.mx

**Investigadores:**

Lizbeth Escobedo, Claudia Rangel y Catalina Ibarra  
Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, UABC Tijuana  
Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería (MyDCI), Facultad de Ciencias, UABC Ensenada  
{lescobedo, crangel, cibarra}@uabc.edu.mx  
Marina Alvelais A.  
Profesionalización, Investigación y Desarrollo, Pasitos  
mispasitos@yahoo.com.mx

**PROPOSITO DEL ESTUDIO**

El propósito del estudio de investigación es explorar el uso de tabletas electrónicas y tecnología móvil para apoyar y mejorar el desarrollo de niños con autismo.

**Requerimientos**

Su hijo es elegible para participar en este estudio si él o ella tiene un diagnóstico sobre el espectro autista, si es un estudiante en un salón de clases en Pasitos.

Me siento seguro de que mi hijo pueda utilizar un teléfono móvil \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Número de participantes y duración del estudio**

Como parte del estudio, el sistema se instalará en Pasitos para que se use durante algunas terapias dentro del salón de clases. El estudio tiene una duración de tres meses (12 semanas) y consta de tres fases. La Fase 1 o línea base tiene una duración de 2 semanas. La fase 2 o uso de la tecnología tiene una duración de ocho semanas, cuatro semanas para cada condición del estudio. Y la fase 3 tiene una duración de 2 semanas. Para cada una de las fases los investigadores acudirán a Pasitos tres veces por semana para entrevistas y observación.

**PROCEDIMIENTOS**

El sistema consiste en el uso de un celular para que los estudiantes lo usen como apoyo en las terapias relacionadas con identificación de objetos, como discriminación y PECS. El estudiante realizará los

ensayos que actualmente realiza pero con la ayuda de un celular. El sistema proporcionará ayuda visual, textual y auditiva para apoyar a su hijo en la identificación de objetos. La terapia será guiada y monitoreada por su actual maestra.

Como se menciona el estudio esta compuesto por tres fases. Durante la fase 1 (línea base) el equipo de investigación observará las terapias como las realiza actualmente utilizando tecnología basada en papel para la captura de datos y el material disponible en Pasitos. Posteriormente, se le capacitará en el uso del sistema por 1 semana y se instalará la tecnología en su salón de clases. Enseguida, se iniciará con la fase 2 o uso de la tecnología, etapa en la cual, se le pedirá reemplace el uso de las herramientas basadas en papel y utilizadas en Pasitos por la tecnología que se instaló en Pasitos durante sus terapias. Finalmente, durante la fase 3 o retiro de tecnología, se removerá la tecnología de Pasitos y se le pedirá regrese a realizar sus terapias como lo hacía anteriormente. Para cada una de las fases se le pedirá conteste un cuestionario inicial, y nos conceda una entrevista semanal. El equipo de investigación también acudirá al salón de clases para observar su terapia. Como parte de la investigación se capturarán fotos y videos. Algunas veces se optará por tomar video, dichas grabaciones se utilizarán de tal forma que ni usted ni los estudiantes sean identificables. Utilizaremos también algunos cuestionarios y entrevistas, donde pretendemos capturar su perspectiva respecto al impacto de uso de la tecnología tanto para usted como para sus estudiantes.

## **BENEFICIOS**

### ***Beneficios Directos***

Los beneficios potenciales para los estudiantes que participen en el estudio pueden incluir una mejora en sus habilidades para la identificación de objetos y el uso de tecnología móvil, dentro y fuera del salón de clases.

### ***Beneficios para la sociedad***

Esperamos que lo que aprendamos aquí ayudará a los investigadores a crear tecnología especializada de apoyo a los niños con autismo. Esta tecnología tiene el potencial para mejorar la calidad de vida de esta comunidad autista y además a su familia y a sus maestros.

## **TERMINACION DEL ESTUDIO Y CONSECUENCIAS**

Su hijo es libre de dejar el estudio en cualquier momento. **Si él o ella decide dejar el estudio usted deberá avisar al equipo de investigación inmediatamente.**

## **CONFIDENCIALIDAD**

### ***Identificación de los datos***

Durante la duración de la investigación se tomarán fotos y video de su hijo durante sus terapias y sesiones dentro de Pasitos. Las grabaciones y fotografías serán de uso confidencial para la investigación, y únicamente con su autorización posiblemente en un futuro serán compartidas con otros investigadores para fortalecer el conocimiento e incrementar el apoyo a esta comunidad.

### ***Acceso a Datos***

Para proteger su seguridad y bienestar, el equipo de investigación y el de Pasitos son los únicos que tienen la autorización de acceso a los datos, según los términos de confidencialidad mencionados. Cualquier información derivada de este proyecto de investigación que muestre la identidad de usted o de su hijo no será voluntariamente revelada por estos dos equipos (que tendrán acceso a los datos) sin su consentimiento explícito. Publicaciones y/o presentaciones que resulten de esta investigación no incluirán información que revele su identidad o la de su hijo.

### ***Retención de los datos***

El equipo de investigación mantendrá los datos que resulten de la investigación. Otros investigadores pueden tener acceso a los datos para futuras investigaciones.

**Permiso para compartir datos con la audiencia en esta área**

Pensando en los beneficios a la comunidad autista, el equipo de investigación probablemente en un futuro le gustaría compartir algunas fotos y/o videos captados durante el estudio con la audiencia de investigadores en esta área. Por favor indique a continuación si otorga su permiso para compartir las fotos y videos. \_\_\_\_ Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Sus iniciales

**SI USTED TIENE ALGUNA PREGUNTA**

Si tiene comentarios, dudas, preocupaciones con respecto a la forma en la que se llevará a cabo la investigación por favor contacte al equipo de investigación listado al inicio del presente documento.

**ACUERDO DE PARTICIPACION VOLUNTARIA**

Usted no debería firmar este documento a menos que lo haya leído. **La participación en este estudio es voluntaria.** Usted o su hijo puede negarse a contestar cualquier pregunta o suspender su participación en cualquier momento sin sanciones ni pérdida de beneficios a los que él o ella tendría derecho. Su decisión no afectará su relación futura con la UABC o la calidad de atención en Pasitos. Su firma indica que usted ha leído la información en este documento de consentimiento y ha tenido la oportunidad de hacer cualquier pregunta que tenga sobre el estudio.

***Estoy de acuerdo de permitir a mi hijo participar en el estudio.***

\_\_\_\_\_  
**Firma del Padre/Tutor o Representante Legal Autorizado**

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

\_\_\_\_\_  
**Nombre del Padre/Tutor o Representante Legal Autorizado**

\_\_\_\_\_  
**Nombre de su hijo**

\_\_\_\_\_  
**Firma del investigador**

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

\_\_\_\_\_  
**Nombre del Investigador**



## D.2. Intervención en escuelas primarias de California, USA.

### UNIVERSITY OF CALIFORNIA, IRVINE CONSENT TO ACT AS A HUMAN RESEARCH SUBJECT

#### Parental Consent Form

Title of the project: An Interactive Social Compass for Autism

You are being asked to participate in a research study. Participation in this study is completely voluntary. Please read the information below and ask questions about anything that you do not understand before deciding if you want your child to participate. A researcher listed below will be available to answer your questions.

#### RESEARCH TEAM

##### Lead Researcher:

Gillian R. Hayes  
Department of Informatics  
gillianrh@ics.uci.edu

##### Other Researchers:

Monica Tentori, Research Assistant, [mtentori@uci.edu](mailto:mtentori@uci.edu)  
LouAnne Boyd, Research Assistant, [lboyd@ocde.us](mailto:lboyd@ocde.us)  
Lizbeth Escobedo, Research Assistant, [lizbeth.escobedo@gmail.com](mailto:lizbeth.escobedo@gmail.com)

Contact: Monica Tentori, LouAnne Boyd, or Lizbeth Escobedo

#### PURPOSE OF STUDY

The purpose of this research study is to explore the use of a mobile system running in a handheld device for helping children with autism spectrum disorders use their newly learned social skills through the social compass training outside classrooms.

#### SUBJECTS

##### *Inclusion Requirements*

You are eligible to participate in this study if you have a diagnosis on the autism spectrum, you are student or a volunteer in the social compass training, and you feel confident using a simple touch screen mobile device.

##### *Number of Participants and Time Commitment*

As part of this study, you will use iSoc during recess and lunch for a four-week period. A group of students taking the Social Compass training will participate in the study by using the system as part of daily recreational activities during recess and lunch. Aside from minor changes in conducting recreational activities due to the use of the system, this study will not require any significant time commitment from your child.

## PROCEDURES

The system iSoC consists on a handheld device and ear set that combined gives social cues for helping children with autism maintain appropriate spatial boundaries, reply to conversation initiators, disengage appropriately at the end of an interaction, and identify potential communication partners. Under the facilitation and guidance of his or her teachers, your child will use this device every day when conducting recreational activities during recess and lunch. The device will be used for communication practices already in place in your child's social compass classroom. Use of the device is meant to provide support for the use of the newly learned social skills outside classrooms.



The various parts of the iSoC system. (a) A child could use the system to identify potential interaction partners. (b) A child using the system to select an avatar and configure his or her profile (c) A child using the system to find out social cues when interacting with others (d) A child consulting detailed information associated with the social cue learned in the social compass class

All students enrolled in your social compass classroom between the ages of 8 and 14 with a diagnosis on the autism spectrum as defined by the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM) IV-TR and identified as high functioning are invited to participate in this study.

The research team will initially visit the social compass classroom for one hour to install the technology and meet with you, teaching staff and your schoolmates. You will be given a training session on how to use the system. Also, as part of this study, you will be asked to participate in a 60-minute initial interview, 20-minute interviews once a week, and a 60-minute final interview. As a part of the study, photographs and video recordings will be captured.

You should let the researchers know if you believe that you are able to understand the study procedures, and their risks and benefits, enough to assent to participating in this study. We will

then describe the study to your child, allow him or her to ask questions, and ask him or her to decide about being in the study.

#### **RISKS AND DISCOMFORTS**

Because the system is a digital version of the Social Compass training, it includes the collection of subject identifiable information. With such data, there is the potential for a breach in confidentiality. However measures will be taken to protect your child's confidentiality, thus both the probability and risk level are low.

#### **BENEFITS**

##### ***Subject Benefits***

Potential benefits to the children who participate in the study may include an increase in social interaction between the students and their peers and teachers.

##### ***Benefits to Others or Society***

The lessons learned from the study will might help people creating systems, particularly systems for social skills training, for helping children with autism to easily integrate to the recreational activities conducted by their neurotypical peers. These systems have the potential to improve special education for social skills training.

#### **COMPENSATION**

##### ***Compensation for Participation***

You will not be compensated for the study.

#### **WITHDRAWAL OR TERMINATION FROM THE STUDY AND CONSEQUENCES**

You are free to withdraw from this study at any time. **If you decide to withdraw from this study you should tell us right away.** The research team may also end your participation in this study if you do not follow instructions.

#### **CONFIDENTIALITY**

##### ***Subject Identifiable Data***

Photographs and video recordings will be taken during weekly observations of your social compass' training and recess. The researchers will try when possible to make them non-identifiable. Recordings will remain confidential, and with your permission will be saved and possibly shared with research audiences in the future.

##### ***Data Access***

The research team, authorized UCI personnel, and regulatory entities such as the Office of Human Research Protections (OHRP), may have access to your study records to protect your safety and welfare. Any information derived from this research project that personally identifies you will not be voluntarily released or disclosed by these entities without your separate consent, except as specifically required by law. Research records provided to authorized, non-UCI

entities will not contain identifiable information about you. Publications and/or presentations that result from this study will not include identifiable information about you.

***Data Retention***

The researchers intend to keep the non-identifiable research data indefinitely. Other researchers may have access to the data for future research.

***Permission to Share With Research Audiences***

The researchers may wish to share photographs and videos recorded during this study with research audiences in the future. Initial here to give permission for photographs and videos to be shared with research audiences.

☐ Yes      ☐ No      ☐ Initial

**IF YOU HAVE QUESTIONS**

If you have any comments, concerns, or questions regarding the conduct of this research please contact the research team listed at the top of this form.

If you are unable to reach a member of the research team listed at the top of the form and have general questions, or you have concerns or complaints about the research study, research team, or questions about your rights as a research subject, please contact UCI's Office of Research Administration by phone, (949) 824-6068 or (949) 824-2125, by e-mail at [IRB@rgs.uci.edu](mailto:IRB@rgs.uci.edu) or in person at University Tower - 4199 Campus Drive, Suite 300, Irvine, CA 92697-7600.

**VOLUNTARY PARTICIPATION STATEMENT**

You should not sign this form unless you have read it and been given a copy of it to keep.

**Participation in this study is voluntary.** You may refuse to answer any question or discontinue his or her involvement at any time without penalty or loss of benefits to which he or she might otherwise be entitled. Your decision will not affect your future relationship with UCI or your quality of care at the UCI Medical Center. Your signature below indicates that you have read the information in this consent form and have had a chance to ask any questions that you have about the study.

*I agree to participate in the study.*

---

**Subject Signature**

---

**Date**

---

**Printed Name of Subject**

---

**Researcher Signature**

---

**Date**

---

**Printed Name of Researcher**

**UNIVERSITY OF CALIFORNIA, IRVINE  
CONSENT TO ACT AS A HUMAN RESEARCH SUBJECT**

**Student Consent Form**

Title of the project: An Interactive Social Compass for Autism (MOSOCO)

Your child is being asked to participate in a research study. Participation in this study is completely voluntary. Please read the information below and ask questions about anything that you do not understand before deciding if you want your child to participate. A researcher listed below will be available to answer your questions.

**RESEARCH TEAM**

**Lead Researcher:**

Gillian R. Hayes  
Department of Informatics  
gillianrh@ics.uci.edu

**Other Researchers:**

Monica Tentori, Research Assistant, [mtentori@uci.edu](mailto:mtentori@uci.edu)  
LouAnne Boyd, Research Assistant, [lboyd@ocde.us](mailto:lboyd@ocde.us)  
Lizbeth Escobedo, Research Assistant, [lizabeth.escobedo@gmail.com](mailto:lizabeth.escobedo@gmail.com)

**Contact:** Monica Tentori, LouAnne Boyd, or Lizbeth Escobedo

**PURPOSE OF STUDY**

The purpose of this research study is to explore the use of a mobile system running in a handheld device for helping children with autism spectrum disorders use their newly learned social skills through the social compass training outside classrooms.

**SUBJECTS**

***Inclusion Requirements***

Your child is eligible to participate in this study if he or she is a student or a volunteer in the social compass training, and you feel confident that he or she can safely and effectively use a simple touch screen mobile device.

***Number of Participants and Time Commitment***

As part of this study, your child will use iSoc during recess and lunch for a period of up to four weeks. A group of students taking the Social Compass training will participate in the study by using the system as part of daily recreational activities during recess and lunch. Aside from minor changes in conducting recreational activities due to the use of the system, the only other

1 of 5  
S/B version  
June 2010



time required of your child will be interviews that may take place up to once a week and will happen at school under the guidance of the teaching staff.

#### PROCEDURES

The system iSoC consists on a handheld device and ear set that combined gives social cues for helping children with autism maintain appropriate spatial boundaries, reply to conversation initiators, disengage appropriately at the end of an interaction, and identify potential communication partners. Under the facilitation and guidance of his or her teachers, your child will use this device every day when conducting recreational activities during recess and lunch. The device will be used for communication practices already in place in your child's social compass classroom. Use of the device is meant to provide support for the use of the newly learned social skills outside classrooms.



The various parts of the iSoC system. (a) A child could use the system to identify potential interaction partners. (b) Select an avatar and configure his or her profile (c) Discover social cues when interacting with others (d) Consult detailed information associated with the social cue learned in the social compass class

All students enrolled in your child's social compass classroom between the ages of 8 and 14 with a diagnosis on the autism spectrum as defined by the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM) IV-TR and identified as high functioning are invited to participate in this study as well as any neurotypical students who act as "volunteers" in the Social Compass classes.

The research team will initially visit the classroom for one hour to install the technology and meet with your child, teaching staff and schoolmates. Your child will be given a one-hour training session on how to use the system. Also, as part of this study, your child will be asked to participate in an initial interview, 20-minute interviews once a week, and a final interview that will

last approximately 30 to 60 minutes. As a part of the study, photographs and video recordings will be captured.

You should let the researchers know if you believe that your child is able to understand the study procedures, and their risks and benefits, enough to assent to participating in this study. We will then describe the study to your child, allow him or her to ask questions, and ask him or her to decide about being in the study.

#### **RISKS AND DISCOMFORTS**

Because the system is a digital version of the Social Compass training, it includes the collection of identifiable information. With such data, there is the potential for a breach in confidentiality. However measures will be taken to protect your child's confidentiality, thus both the probability and risk level are low.

#### **BENEFITS**

##### ***Subject Benefits***

Potential benefits to the children who participate in the study may include an increase in social interaction between the students and their peers and teachers.

##### ***Benefits to Others or Society***

The lessons learned from the study will might help people creating systems, particularly systems for social skills training, for helping children with autism to easily integrate to the recreational activities conducted by their neurotypical peers. These systems have the potential to improve special education for social skills training.

#### **COMPENSATION**

##### ***Compensation for Participation***

Your child will not be compensated for the study.

#### **WITHDRAWAL OR TERMINATION FROM THE STUDY AND CONSEQUENCES**

Your child is free to withdraw from this study at any time. **If he or she decides to withdraw from this study you should tell us right away.** The research team may also end your child's participation in this study if he or she does not follow instructions.

#### **CONFIDENTIALITY**

##### ***Subject Identifiable Data***

We would like to audio-tape interviews with you. If you agree to be recorded, these recordings will be kept locked with the research data. Only the research team will have access to them. We will transcribe these recordings, removing your name and other identifiable data. You can still be in the study and not be recorded. If you do not agree to be recorded, we will take notes about your answers. Photographs and video recordings will be taken during weekly observations of your classroom. The researchers will try when possible to take these recordings



from the back of the classroom so that they are non-identifiable. Recordings will remain confidential, and with your permission will be saved and possibly shared with research audiences in the future.

**Data Access**

The research team, authorized UCI personnel, and regulatory entities such as the Office of Human Research Protections (OHRP), may have access to your study records to protect your safety and welfare. Any information derived from this research project that personally identifies you will not be voluntarily released or disclosed by these entities without your separate consent, except as specifically required by law. Research records provided to authorized, non-UCI entities will not contain identifiable information about you. Publications and/or presentations that result from this study will not include identifiable information about you.

**Data Retention**

The researchers intend to keep the non-identifiable research data indefinitely. Other researchers may have access to the data for future research.

**Permission to Share With Research Audiences**

The researchers may wish to share photographs and videos recorded during this study with research audiences in the future. Initial here to give permission for photographs and videos to be shared with research audiences.

☐ Yes      ☐ No      ☐ Initial

**IF YOU HAVE QUESTIONS**

If you have any comments, concerns, or questions regarding the conduct of this research please contact the research team listed at the top of this form.

If you are unable to reach a member of the research team listed at the top of the form and have general questions, or you have concerns or complaints about the research study, research team, or questions about your rights as a research subject, please contact UCI's Office of Research Administration by phone, (949) 824-6068 or (949) 824-2125, by e-mail at [IRB@rqs.uci.edu](mailto:IRB@rqs.uci.edu) or in person at University Tower - 4199 Campus Drive, Suite 300, Irvine, CA 92697-7600.

**VOLUNTARY PARTICIPATION STATEMENT**

You should not sign this form unless you have read it and been given a copy of it to keep.

**Participation in this study is voluntary.** You or your child may refuse to answer any question or discontinue his or her involvement at any time without penalty or loss of benefits to which he or she might otherwise be entitled. Your decision will not affect your future relationship with UCI or your quality of care at the UCI Medical Center. Your signature below indicates that you have read the information in this consent form and have had a chance to ask any questions that you have about the study.

*I agree to allow my child to participate in the study.*

\_\_\_\_\_  
Parent or Legally Authorized Representative Signature

\_\_\_\_\_  
Date

\_\_\_\_\_  
Printed Name of Parent or Legally Authorized Representative

\_\_\_\_\_  
Printed Name of Child

\_\_\_\_\_  
Researcher Signature

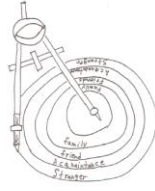
\_\_\_\_\_  
Date

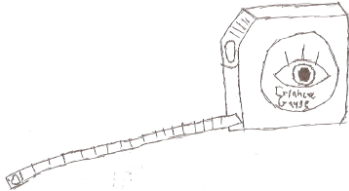
\_\_\_\_\_  
Printed Name of Researcher

## E.1. Terapia de Social Compass

Social Compass es una intervención educativa y de comportamiento para utilizarse con niños y les ayuda a interactuar socialmente [20]. Social Compass se diseñó especialmente para apoyar a niños con autismo a desarrollar sus habilidades de interacción social. Social Compass utiliza historias sociales y las combina con soporte visual, utiliza la analogía de una brújula para “dirigir al niño en la dirección correcta”. Social Compass cuenta con 24 lecciones que se dividen en 4 módulos, que de igual manera concuerdan con la analogía de la brújula: el Norte, Sur, Este y Oeste. El Norte se refiere a las habilidades “N”o verbales (Non verbal communication); El Sur a la resolución de problemas “S”ociales (Social Problem Solving); El Este a las “E”mociones (Emotions); y El Oeste a las habilidades de N”o”sotros (Our Problems).

El módulo de Habilidades no verbales se enfoca en observar el lenguaje corporal y gestos del niño, espacios y aproximación, tono de voz y contacto visual. Este módulo incluye las siguientes 4 lecciones:

|   | Lección                    | Soporte visual relacionado con la historia social                                     |
|---|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Lenguaje corporal y gestos |   |
| 2 | Espacio y proximidad       |  |
| 3 | Tono de voz                |  |

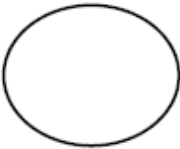
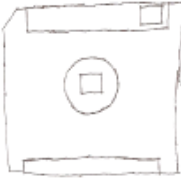
|   |                 |                                                                                    |
|---|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Contacto visual |  |
|---|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|

En el módulo de Emociones los niños aprenden a identificar la intensidad de sus sentimientos, mejorar su habilidad para expresar empatía, aprenden a hablar positivamente de ellos mismos.

|   | Lección                                | Soporte visual relacionado con la historia social                                     |
|---|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Incrementar vocabulario emocional      |    |
| 6 | Identificar intensidad de sentimientos |   |
| 7 | Empatía                                |  |
| 8 | Hablar positivamente de sí mismo       |   |

El módulo de Habilidades de nosotros se enfoca en iniciar y unirse a conversaciones, hacer preguntas, compartir información, expandir intereses personales.

|  | Lección | Soporte visual relacionado con la historia social |
|--|---------|---------------------------------------------------|
|--|---------|---------------------------------------------------|

|    |                               |                                                                                       |
|----|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | Iniciar o unirse a            |     |
| 10 | Mantener una conversación     |    |
| 11 | Hacer preguntas               |     |
| 12 | Compartir información         |    |
| 13 | Hacer cumplidos               |  |
| 14 | Escuchando activamente        |  |
| 15 | Expandir intereses personales |   |
| 16 | Negociar necesidades          |  |

|    |                           |                                                                                     |
|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | Terminar una conversación |  |
|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

Finalmente, el módulo de Resolver problemas sociales ayuda a los niños a mantenerse en un tema, poner atención y lidiar con el hecho de “estar fuera” de un grupo.

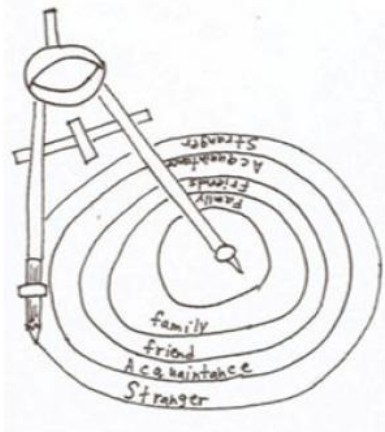
|    | Lección                   | Soporte visual relacionado con la historia social                                     |
|----|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | Mantenerse en un tema     |     |
| 19 | Poner atención            |   |
| 20 | Cambiar de rutinas        |  |
| 21 | Resistiendo a los chismes |  |
| 22 | Manejando burlas          |  |

|    |                                  |                                                                                     |
|----|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 23 | Auto control                     |  |
| 24 | Lidiando cuando lo “dejan fuera” |   |

En conjunto, estos cuatro módulos tienen por objetivo ayudar a niños con autismo para proporcionarles un conjunto de instrucciones para saber qué hacer en situaciones sociales.

De todas estas 24 lecciones, 6 de ellas se consideran las “básicas” para tener una interacción social completa. Estas son: (1) Contacto visual, (2) Espacio y proximidad, (3) Iniciar, (4) Hacer preguntas, (5) Compartir intereses, y (5) Terminar una conversación.

Cada lección está compuesta de 8 pasos. Los materiales para cada lección incluyen instrucciones, una historia, un soporte visual (Figura 1 izquierda), una hoja de trabajo de lectura de comprensión, una hoja de autoevaluación (Figura 1 derecha), y la hoja de seguimiento para padres de familia. Estas herramientas ayudan a los estudiantes a asociar historias con pistas visuales para aprender una habilidad social en particular. El objetivo de las lecciones y los materiales asociados es ayudar a los estudiantes a que tengan un entendimiento más profundo de las habilidades recién aprendidas en diferentes contextos sociales.



| Habilidad                                                                      | Ensayo 1 | Ensayo 2 | Ensayo 3 | Ensayo 4 |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Puede imitar el modelo de proximidad                                           | Familia  | Extraño  | Amigo    | Conocido |
| Muestra una apropiada distancia de su compañero dependiendo su relación social |          |          |          |          |

Figura 1. Herramientas que se utilizan en la terapia de Social Compass, el compás como soporte visual de proximidad (izquierda), y la hoja de autoevaluación (derecha).

## Una lección prototipo

Para entender mejor la terapia de Social Compass, aquí se presenta un ejemplo de la lección: Espacio y Proximidad. El maestro empieza escribiendo en el pizarrón las instrucciones para iniciar. Después todo el grupo siguen las instrucciones juntos.

*Paso 1. El objetivo.* Los maestros presentan el formato de la terapia a los estudiantes, el objetivo de la lección y su importancia en el desarrollo de habilidades sociales. Para esta lección, los estudiantes practican cómo determinar una apropiada distancia entre ellos y otras personas.

*Paso 2. El soporte visual.* El maestro presenta el soporte visual relacionado con la lección, misma que representa los puntos clave y está relacionada con el objetivo de la lección. Un ejemplo de soporte visual es el compás que dibuja círculos concéntricos para ilustrar las fronteras espaciales adecuadas a familia, amigos, conocidos, y extraños (Figura 1 izquierda). Durante este paso el maestro explica cada figura y discute la distancia física entre ellos y otras personas, que normalmente se determina por la relación social que hay entre ellos.

*Paso 3. La historia social.* Los maestros y los estudiantes leen una historia social y la discuten para asegurar que la comprenden. La historia de esta lección es acerca de un niño que se acerca mucho a un bebé que no conoce. Reconoce el error, e inmediatamente el niño se disculpa, y desde ese momento, mantienen una distancia apropiada con el bebé.

Después de leer la historia, el maestro hace unas preguntas a los estudiantes para asegurar que comprendieron la historia, los estudiantes contestan en grupo, como lluvia de ideas:

- *¿De quién se trata la historia?* Spencer
- *¿Cuál es el problema?* Se acercó mucho a un bebé que no conocía.
- *¿Qué aprendió a hacer Spencer?* Responder inmediatamente (disculparse) y verificar su proximidad.
- *Resumen.* Spencer se acerca mucho a un bebé y el bebé llora. Spencer aprende a mantener su distancia.

*Paso 4. Modelado.* El maestro usa objetos físicos o su propio cuerpo para hacer la demostración de la habilidad. Para esta lección el maestro, usa su cuerpo para mostrar que tan cerca podría estar de un



miembro de su familia (a medio brazo de distancia), un amigo (medio o un brazo de distancia), un conocido (1 brazo), o un extraño (2 brazos).

*Paso 5. Ensayo.* El maestro y los alumnos se paran y forman un círculo y trabajan en pares para modelar la historia. Para esta lección, cada estudiante usa una tarjeta como clave para mostrar la relación que existe entre él y su compañero, como familia, amigo, conocido, o extraño. Los estudiantes practican alternadamente.

*Paso 6. Ensayo por roles.* Cada estudiante elige un compañero para modelar la habilidad social de la lección frente a todo el grupo. En esta lección, cada estudiante debería modelar todos los roles de los 4 escenarios de la historia, mientras que los otros estudiantes proporcionan retroalimentación en forma de “dedos arriba” cuando lo hacen bien o “dedos abajo” cuando lo hacen mal.

*Paso 7. Refuerzo y Retroalimentación.* Después de la sesión *ensayo por roles*, los estudiantes se califican ellos mismos en la hoja de autoevaluación (Figura 1 derecha). La calificación es en escala del 1 al 3, donde 3 es la mejor calificación.

*Paso 8. Generalización.* El maestro proporciona más instrucciones según proceda. Al final de la lección el maestro proporciona a los estudiantes una hoja con instrucciones y escenarios para practicar la habilidad social fuera del salón de clases.

## F.1. Esquema de codificación estudio en Pasitos

### Esquema de codificación *MOBIS (Terapia)*

- **Modalidad de uso de MOBIS.** El estudiante utiliza el smartphone de dos diferentes formas:
  - **Tradicional (TRA).** El estudiante utiliza MOBIS sentado, buscando/discriminando el objeto desde el escritorio.
  - **Móvil (MOV).** El estudiante utiliza MOBIS de forma móvil, buscando/discriminando el objeto en distintas área del aula.
  - **Ninguno (NONE).** No aplica el uso de MOBIS. Para los casos de Línea Base y Post-despliegue.
- **Usos no convencionales (smartphone):** El estudiante utiliza el Smartphone para un uso diferente que el de MOBIS. En NOTAS DE USO: Indicar su uso. Ejemplos: Ver a través de la cámara, intentar escuchar música, intentar hablar por teléfono, etc.

### Esquema de codificación *MOBIS (Estudiante)*

**Propósito:** Proporcionar un lenguaje común para codificar las observaciones diarias y facilitar la medición del tiempo durante las terapias cognitivas de la intervención en Pasitos.

**Fecha de creación:** 28 de Mayo de 2012.

- **Informante:** Alias de la persona que está siendo observada.
- **Rol:** Responsabilidad de la persona observada
  - **Maestra (M):** Maestra<sup>1</sup> encargada de las actividades cognitivas dentro del aula.
  - **Estudiante (E):** Nos referimos a los estudiantes con autismo inscritos a la institución y que se encuentran en alguna de las aulas realizando las actividades cognitivas.
- **Interactúa (INT).** Maestra que le está aplicando la terapia al estudiante.
- **Auxiliar (AX).** Maestra que está ayudando a aplicar la terapia.
  
- **Atención:** Caracteriza si el estudiante/maestra está concentrado en una terapia cognitiva
  - **On Task “Atención Sostenida” (ONTS):** Tiempo total en que el informante se encuentra concentrado en la tarea, realizando la actividad.
  - **On Task “Atención Selectiva” (ONTSV):** Cuando el informante se queda enfocado en la tarea aún bajo la presencia de una distracción/interrupción –una distracción o interrupción se consideran ruidos ambientales, estudiantes que interrumpen la tarea, otras maestras interrumpiendo la actividad
  - **On Task “Atención dividida” (ONTD):** Cuando el informante está haciendo más de una tarea a la vez.
  - **Off Task (OFT):** Cuando el informante se distrae y deja de poner atención a la actividad.
  
- **Disposición (DIS)/Motivación.** El estudiante está dispuesto a realizar la terapia.
  - **Dispuesto (DIS).** El niño tiene disposición de hacer la terapia. En este caso la maestra no tiene que ir por el estudiante, el estudiante llega solo con tan solo llamarlo.
  - **No Dispuesto (NDIS).** El niño hace berrinches porque no quiere hacer la terapia.

---

<sup>1</sup> En este Documento nos referimos a las maestras como psicólogas, terapeutas, prestadoras de Servicio Social

- **Emociones/Motivación (MOT):** Representa si el estudiante manifiesta alguna emoción que denote su motivación durante la terapia cognitiva.
  - **Contento (CON):** el estudiante sonríe y expresa agrado por lo que ve o hace.
  - **Enfadado (ENF):** El estudiante no muestra interés por la terapia.
  - **Enojado (ENJ):** El estudiante muestra disgusto por estar en la terapia.
  - **Nula (NUL):** El estudiante no presenta motivación, ni positiva ni negativa.
  - **OTRA (OTR):** Alguna emoción del estudiante que es diferente de las anteriores.
  
- **Ayuda:** Son apoyos ofrecidos por las maestras para intentar que el estudiante realiza satisfactoriamente el ensayo. Las ayudas pueden ser:
  - **Verbales (VER):** La maestra le apoya diciéndole algo que le ayude al estudiante a identificar la respuesta a la pregunta.
  - **Físicas (FIS):** La maestra toma la mano del estudiante y le indica que hacer.
  - **Gestual (GES):** La maestra usa su mano y señala para indicarle al estudiante lo que debe hacer.
  - **Posicionales (POS):** La maestra acerca el objeto solicitado al estudiante, de tal forma que la opción solicitada está más cerca.
  - **Modelado (MOD):** La maestra realiza un ensayo como lo que debería hacer el estudiante.
  - **FísicaSmartphone (FISS):** La maestra proporciona ayuda al estudiante para usar el Smartphone.
  - **None (NONE):** El estudiante no recibe ayuda.
  
- **Recompensa:** Son incentivos dados al estudiante por la maestra cada determinado ensayo (según el estudiante). Para motivar al estudiante a completar el ensayo. Estos pueden ser:
  - **Verbales (RVER):** La maestra ofrece un incentivo verbal, como puede ser: “muy bien”, “excelente!”, etc.
  - **Físicos (RFIS):** La maestra recompensa al estudiante con un abrazo o cosquillas.
  - **Objeto (ROBJ):** La maestra ofrece al estudiante un juguete.
  - **Comestibles (RCOM):** La maestra ofrece un pedacito de dulce favorito al estudiante.
  - **Audible (RAUD):** El estudiante recibe una recompensa audible, como sonido o una canción.
  - **Visual (RVIS):** El Estudiante recibe una recompensa que puede ver, como un dibujo que le gusta o un video.
  - **None (NONE):** La maestra no ofrece recompensa al estudiante.

- **Manerismos (MAN).** El estudiante realiza actividades repetitivas sin sentido.
  - **Brincar (BRI).**
  - **Mover manos (MMA).**
  - **Gritar (GRI).**
  - **Mover ojos (MOJ).**
  - **Rechinar dientes (RDI).**
  - **Otro (OTR).**
  - **NONE**
- **Objeto.** Objeto utilizado durante la terapia de discriminación o identificación.
  - **Tarjeta (TAR).** Objeto dibujado en una tarjeta.
  - **Real (REA).** Objeto físicamente real.
  - **Pintura (PIN).** Objeto dibujado en la pared.
- **Interactuar (INT).** El estudiante que está en la terapia busca interactuar con algún compañero, o acepta la interacción de algún compañero. Lo anterior, aunque esté usando el Smartphone no convencionalmente.
  - **Con maestra (CM).** El estudiante que está en la terapia interactúa con la maestra para mostrarle algo del Smartphone o para pedirle ayuda.
  - **Con estudiante (CE).** El estudiante que está en la terapia busca interactuar con algún compañero, o acepta la interacción de algún compañero, ya sea para mostrarle el sistema o simplemente el Smartphone. Algún compañero que no está haciendo la terapia se acerca a interactuar con el estudiante que si está en la terapia.
- **Transiciones**
  - **Inicio terapia (IT).** Inicia la terapia cuando el estudiante ya está frente a la maestra y recibe la primera instrucción.
  - **Fin terapia (FT).** Termina la terapia cuando el estudiante recibe la recompensa final.
  - **Transición terapia (TT).** Existe una transición de la terapia cuando el estudiante se dirige con la maestra, porque la maestra lo llamó, para iniciar una terapia. También existe una transición de terapia cuando el estudiante que está en la terapia debe dejar el lugar de la terapia para que otro compañero lo utilice.
    - **Con ayuda (CA):** La maestra necesita llevar físicamente al estudiante al área de la terapia. La maestra necesita retirar físicamente al estudiante.

- **Sin ayuda (SA):** El estudiante se dirige al lugar de la terapia con solo escuchar la instrucción.
- **Inicio ensayo (IE).** Inicia el ensayo cuando la maestra da la instrucción al estudiante.
- **Fin ensayo (FE).** Termina el ensayo cuando el estudiante recibe la recompensa parcial.
- **Transición ensayo (TE).** Existe una transición de ensayo cuando la después de un fin de ensayo la maestra tiene que preparar el siguiente ensayo.
  - **Con ayuda (CA):** La maestra necesita llevar físicamente al estudiante al área de la terapia.
  - **Sin ayuda (SA):** El estudiante se dirige al lugar de la terapia con solo escuchar la instrucción

### Esquema de codificación **MOBIS (Maestras)**

- **Informante:** Alias de la persona que está siendo observada.
- **Rol:** Responsabilidad de la persona observada
  - **Maestra (M):** Maestra<sup>2</sup> encargada de las actividades cognitivas dentro del aula.
  - **Estudiante (E):** Nos referimos a los estudiantes con autismo inscritos a la institución y que se encuentran en alguna de las aulas realizando las actividades cognitivas.
- **Interactúa (INT).** Estudiante al que le está aplicando la terapia la maestra.
- **Auxiliar (AX).** Maestra que está ayudando a aplicar la terapia.
  - **Maestras que participan en la terapia.** Se listaran las maestras extras que se requieren para realizar la terapia, además de la que encabeza la terapia.
- **Actividad que realiza.** Esta categoría hace referencia a la atención de la maestra. Además de aplicar la terapia la maestra realiza otras actividades durante.
  - **On Student (OS):** La maestra está atenta en la actividad que está haciendo el estudiante durante la TC.
  - **Preparación de materiales (PM):** Actividad en el que la maestra toma los materiales que utilizara para una o varias actividades cognitivas.
  - **Notas (NOT).** Actividad que la maestra realiza durante la terapia cognitiva. Realiza notas respecto al desempeño del estudiante durante la terapia.
  - **Atiende a otro estudiante (AOE).** La maestra da seguimiento al desempeño de otro estudiante en una actividad diferente.
  - **Instrucción (INS):** Solicitud verbal que hace la maestra para solicitar al estudiante que realiza un ensayo.
  - **Proporcionando ayuda.** En el detalle (tipo de ayuda) mediremos la capacitación (curva de aprendizaje).
  - **Proporcionando recompensa**
- **Materiales.** Lista de materiales que la maestra utiliza para llevar a cabo la terapia cognitiva.
  - **Pluma (PLU).**
  - **Carpeta (CAR).**
  - **Tableta (TAB).**
  - **Recompensas (REC).**

---

<sup>2</sup> En este Documento nos referimos a las maestras como psicólogas, terapeutas, prestadoras de Servicio Social

## F.2. Esquema de codificación estudio en escuelas primarias de California, USA.

### Social Compass Code Scheme for Intervention

**Purpose:** Provide a common language to code observation reports and diaries and facilitate the time measurement of constellations, ownership, media, belonging, type of interaction, interaction persons, interaction topic, quality of interactions, social missteps and behavioral issues.

**Authors:** Lizbeth Escobedo and Mónica Tentori.

**Date Created:** 07/20/2011.

- **Constellations.** “One communication area will normally cause other ones to form nearby, since it is often convenient to have different kinds of communication information in close proximity”. [Greenber, et. al.]. Although, Greenberg’s definition uses the contextual variable of location for defining a constellation, it little says about the impact of its users’ role an executed activity. In our results we found out that these variables play an important role for the creation of constellations and characterize its behavior. So taking into account these variables, we redefine a constellation as: “a group of people with common interests, executing the same activity and located in a communication area that will cause normally other ones to form nearby”. We will define a *communication area* as an area where people share common interests.

Instructions: Use the code in parenthesis to score the Constellations column in the xls file.

- *Taggers (TA)*. Children that are playing the “tag” game. The communication area is in the vicinity of a tree. Most of the time this group is conformed of neurotypical girls, and sometimes there is a child with autism in it. Note: These children are primarily a group of friends.
- *Chessers (CH)*. Children that are playing chess. The communication area is a table. Most of the time this group is conformed of neurotypical children and a child with autism.
- *Blue wallers (BW)*. This group contains children that are playing with a ball throwing it to the blue wall. The communication area is the blue wall. This group is conformed of neurotypical children and one child with autism.
- *Loners (LO)*. Children that spend recess alone. The communication area can vary in the playground. The activities of these children are walking, sitting on the table or running around the playground. It’s common to see children with autism in this constellation.
- *Runners (RU)*. They are a group of children that are running chasing a friend. The communication area is the whole playground. These children most of the time are neurotypical boys. Sometimes they are jumping between groups and stays in that group for short times.
- *Performers (PE)*. This constellation is formed by children as an area where they can perform a movie, as they felt observed they started to play with the camera. Some other times just out for curiosity looking throw and the camera. The communication area is around the camera. There are neurotypical children and children with autism in this constellation.
- *Homeworkers (HW)*. They are a group of children that are sitting on the table doing their homework. The communication area is the table. They are neurotypical boys. This constellation is not common to see it.



- *Volleyballers (VB)*. This is a group commonly integrated by neurotypical girls. They are playing with a ball throwing it one to other. The communication area is the yard, commonly besides the table and some other times they change the communication area, for example besides the tree.
- *Musicalers (MU)*. This is a group of children that are playing 'musical chairs'. The communication area is the playground where the chairs are placed. In this group there are neurotypical children and children with autism.
- *Jumpers (JU)*. This is a group of children that are playing with a rope, moving it or jumping it. The communication area is the whole playground. In this constellations can be neurotypical and also children with autism. Note: Can be one child or a group of children.
- *Talkers (TK)*. This is a group of children that are just talking. The communication area usually is besides the table, but can be in any place. These children most of the time are neurotypical. Note: frequently is a group of girls.
- *Footballers (FB)*. This is a group of children that are playing football. The communication area is the playground near de blue wall. Can be both neurotypical and children with autism.

Coding scheme Roles/Agents  
Updated date: August 1<sup>st</sup>, 2011

- **Ownership** -Group owner-. Inside each constellation there is a child that is leading it, so he/she is called the owner of the group. The owner will be identified as the code (*OW*).  
Instructions: Use the code in parenthesis to score the Ownership column in the xls file. If the child is not the Owner of the Constellation put the NONE code.

Coding scheme Roles/Agents  
Updated date: August 1<sup>st</sup>, 2011

- **Belonging.-B-** This is how a person become part of a group. There are strategies to enter a group include:  
Instructions: Use the code in parenthesis to score the *Belonging* column in the xls file. If the child is
  - Asking (*AS*). The child asks to the group if he/she could enter and the owner answers. This strategy is usually used in the Chessers and Taggers constellations. An example is when there is a pair of children playing chess and suddenly another child comes and he wants to play, so he/she asks to play with them.
  - Just entering (*JE*). This is the most common way to become part of a constellation. Sometimes children are welcome and some other times they are not. A welcomed child is the one that enters to the constellation and starts to play without any complaint, by the owner or another child already recognized in the constellation. A not welcomed child is the one that pretends to play and somebody, usually the owner, makes a complaint and "kicks off" the child from the constellation. For example in the BW constellation most of the time MAL, SAB and JAL are playing, but the game is in pairs, so one of them waits his/her turn;

sometimes Nicolas and Titan enter to the BW and stays in the lane waiting a turn to play, they don't say nothing to nobody just wait and when there is an opportunity they enter. This example can be thought as a Social Misstep because they don't ask to play, but when we saw that nobody made a complaint we may suppose that everybody use to play like that.

- *Waiting (WA)*. The child just stays in the lane to wait a turn and when it comes he/she starts to play. This way to become part of a group is usually used for the Blue Wall constellation.
- *Inviting (IN)*. Sometimes a child, usually the owner, invites another to enter his/her constellation. Sometimes they accept and sometimes not.

- **Media** -Media of Interaction. These are objects that invite to interact.

Instructions: Use the code in parenthesis to score the Media column in the xls file.

- *Ball (BA)*. This is used to play throwing it to the BW. The game is played by pairs, a child hit the ball to the wall and another child has to do the same. If one of them fail to hit the ball another child enters to the game and the child who fails goes out and waits his/her turn.
- *Tree (TR)*. This media is used to play the tag game. Children walk around the tree playing the game.
- *Chess (CHM)*. Chess makes to interact at least 2 children.
- *Camera (CAM)*-. This object was used by the researchers to observe the intervention. Some children approaching to the cameras just to play with them moving it or doing something funny movements in front of them.
- *Magazine (MA)*. Sometimes a child uses this media to interact, showing to other children something about the magazine.
- *Class material (CM)*. These objects area like notebooks, book, pens, pencils, colors, etc. that children use to do homework.
- *iSoc (IS)*. After the intervention, during the post-deployment children use the iSoc system in the cell to interact with partners.
- *Cell resources (CR)*. After the intervention. Instead of using the iSoc system, they use another cell service to interact with partners. Examples of this are the camera to take pictures or record videos, or software showing to a partner how he/she use it.
- *Chair (CHA)*. Chairs are used to play a game called Musical Chairs. So they are needed to play this game.
- *Rope (ROP)*. Sometimes children use the rope to play with other children. Jumping the rope.

Coding scheme interactions

Updated date: August 1<sup>st</sup>., 2011

- **Type of interaction-Tol**- The type of interaction can be:

Instructions: Use the code in parenthesis to score the 'Type of interaction' column in the xls file. If the metric doesn't apply to the child's activity put the NONE code. Example of "doesn't apply": The child is not interacting, and it can apply to Tol, IP, IT and QI.

- verbal (VE), and/or
- physical (PH).

- **Interaction Partners -IP-** Names of the person with whom he/she is interacting. We will use the code names of them, linked by an '+' if there are more than one person; for example MAL+SAB. See Informants.docx document.
- **Interaction Topic-IT-** (Topic that are talking about). To the intervention we put 6 cameras to observe the interactions among the children. The cameras were not near enough to listen the topic they were talking about, just in the case where the children use the cameras as a Media.  
Instructions: Use the code in parenthesis to score the 'Interaction Topic' column in the xls file. If the metric doesn't apply to the child's activity put the NONE code. Example of "doesn't apply": The child is not interacting, and it can apply to Tol, IP, IT and QI.
  - Filming a movie (FM). Some children saw the camera and started to play a movie with some other children. A child acting as a director (owner), another as a filmmaker and another as a performer.
  - Camera (CAT). Children talking about the camera as an object, that means how many button it has or how much they can see throw.
  - Other (OT). This code will be used to consider another topic.
  - Animals (AN). Children talking about dinosaurs, spiders, animal in general.
  - Non Audible (NA). This code will be used to those non audible conversations.
  - No conversation (NC). This is for types for interaction that doesn't require at all a conversation. For instance in the BW constellation.
- **Quality of Interaction-QI-**  
Instructions: Use the code in parenthesis to score the 'Quality of Interaction' column in the xls file. If the metric doesn't apply to the child's activity put the NONE code. Example of "doesn't apply": The child is not interacting, and it can apply to Tol, IP, IT and QI
  - **Complete Interaction (CI).** This is an interaction that starts and ends explicit. This is, the child enters to a constellation and to leave it he/she use a farewell.
  - **Incomplete Interaction (II).** This is an interaction that has no explicit end. The child usually goes away leaving his/her partner alone.
- Competition (who has more rewards?)
- **Social Missteps-SMiss-** This metric will be used just for children with autism. This is because we want to know what happened with this before and after the iSoc system, if those social missteps continue, change or disappear.  
Instructions: Use the corresponding code listed below when a when a Social Misstep is presented in the interaction, is there is more than one, make a string of codes separated by a '+', for instance NVC+Y+RW. Fill the Social Misstep column in the xls file.
  - No visual contact (NVC).
  - Interaction incomplete (IIM)
  - Mock (MO).
  - Repeat words (RW).
  - Yell (YE).

- **Behavioral Issues –BI-** These are behaviors characteristic of children with autism. Examples of this are when a child moves his/her hands, makes repetitive noises and/or jumps without an objective.

Instructions: Use the corresponding code listed below when a BI is presented. Fill the Behavioral Issue column in the xls file. Code NONE if there is no BI.

- Rocking (RO). When the child moves his/her hands repeatedly.
- Making noises (MN). When the child makes noises repeatedly.
- Jumping (JU). When the child jumps repeatedly.

- **Pathways and Routines-Ph-** Commonly every child has a favorite constellation to be during recess, this will depend on the child's preferences. So every child will have a pathway to reach his/her favorite constellation. A routine is the group of constellations the child follows to reach his/her desire constellation.

Instructions: It is not necessary to code this concept.

- To capture the pathway of each child we will use the Constellation Codes as a string separated by dashes. Ex. (LO-CH-TA), this is a child that starts in the Lonely constellation, after he/she moves to the Chessers and finally in the Taggers. This pathway will be traced on each video.

## Referencias

1. Albinali, F., M.S. Goodwin, and S.S. Intille, Recognizing stereotypical motor movements in the laboratory and classroom: a case study with children on the autism spectrum, in *Proceedings of the 11th international conference on Ubiquitous computing*. 2009, ACM: Orlando, Florida, USA. p. 71-80.
2. American, P., Psychiatric Association (1994). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th ed.). Washington, DC. 1994.
3. Anderson, S.R., A.L. Jablonski, M.L. Thomeer, and V.M. Knapp, A Review of Self-Help Skills for People with Autism: A Systematic Teaching Approach. *Behavior Analysis in Practice*, 2007. 2(1): p. 65-67.
4. Association, A.P., Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 4 ed. 2000, Washington, DC.
5. Bartoli, L., C. Corradi, F. Garzotto, and M. Valoriani, Exploring motion-based touchless games for autistic children's learning, in *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*. 2013, ACM: New York, New York. p. 102-111.
6. Barton, E.E. and B. Harn, Educating young children with autism spectrum disorders. 2012, Thousand Oaks, CA.: Corwin.
7. Bauminger, N., The Facilitation of Social-Emotional Understanding and Social Interaction in High-Functioning Children with Autism: Intervention Outcomes. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2002. 32(4): p. 283-298.
8. Bauminger, N. and C. Kasari, Loneliness and Friendship in High-Functioning Children with Autism. *Child development*, 2000. 71(2): p. 447-456.
9. Bay, H., T. Ess, T. Tuytelaars, and L. Van-Gool, Sped-up robust features. *Computer Vision and Image Understanding*, 2008. 110(3): p. 346-359.
10. Becker, W.C., C.H. Madsen, and C.R. Arnold, The contingent use of teacher attention and praise in reducing classroom behavior problems. *The Journal of Special Education*, 1967.
11. Belloni, N., L.E. Holmquist, and J. Tholander. See You On The Subway: Exploring Mobile Social Software. . in *Work In Progress at CHI 2009*. 2009.
12. Berthold, K., M. Nückles, and A. Renkl, Do learning protocols support learning strategies and outcomes? The role of cognitive and metacognitive prompts. *Learning and Instruction*, 2007. 17(5): p. 564-577.
13. Beukelman, D. and P. Mirenda, Augmentative and Alternative Communication Supporting Children and Adults with Complex Communication Needs. 2005, Baltimore: Brooks.
14. Billard, A., Robins, B., Nadel, J. and Dautenhahn , K., Building Robota, a Mini-Humanoid Robot for the Rehabilitation of Children with Autism. *RESNA Assistive Technology Journal*, 2006. 19: p. 37-49.
15. Blake, R., L. Turner, M. Smoski, S. Pozdol, and W. Stone, Visual recognition of biological motion is impaired in children with autism. *Psychological Science*, 2003. 14(2).
16. Bodfish, J.W., F.J. Symons, D.E. Parker, and M.H. Lewis, Varieties of repetitive behavior in autism: Comparisons to mental retardation. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2000. 30: p. 237-243.
17. Boger, J., J. Hoey, P. Poupart, C. Boutilier, G. Fernie, and A. Mihailidis, A Planning System Based on Markov Decision Processes to Guide People With Dementia Through Activities of Daily Living. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 2006. 10(2): p. 323-333.

18. Bowker, S.S.a.A., Autism, AAC, and Proloquo2Go, in *Perspectives on Augmentative and Alternative Communication*. 2009: The Pennsylvania State University, University Park, PA p. 137-145.
19. Boyd, L., C. McReynolds, and K. Chanin, The Social Compass Curriculum: A Story-Based Intervention Package for Social Skills, N.O.C.S.E.L.P. Area, Editor. 2010: Fullerton, CA, USA. p. 190.
20. Boyd, L.E. and D. Ward, M., Social Compass Curriculum: Three Descriptive Case Studies of Social Skills Outcomes for Students With Autism. *SAGE journals*, 2013. 3(4): p. 1-11.
21. Brown, D.J., D. McHugh, P. Standen, L. Evett, N. Shopland, and S. Battersby, Designing location-based learning experiences for people with intellectual disabilities and additional sensory impairments. *Computers & Education*, 2011. 56(1): p. 11-20.
22. Buchsbaum, M.S., B.V. Siegel, J.C. Wu, E. Hazlett, N. Sicotte, R. Haier, P. Tanguay, R. Asarnow, T. Cadorette, D. Donoghue, M. Lagunas-Solar, I. Lott, J. Paek, and D. Sabalesky, Attention performance in autism and regional brain metabolic rate assessed by positron emission tomography. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1992. 22: p. 115-25.
23. Burke, R., Beukelman and Hux, K. , Accuracy, efficiency and preferences of survivors of traumatic brain injury when using three organization strategies to retrieve words. *Healthcare Communications*, 2004. 18(5): p. 497-507.
24. Campbell, J.M., Efficacy of behavioral interventions for reducing problem behavior in persons with autism: a quantitative synthesis of single-subject research. *Research in Developmental Disabilities*, 2003. 24: p. 120-138.
25. Casey, B.J., C.T. Gordon, G.B. Mannheim, and J.M. Rumsey, Dysfunctional attention in autistic savants. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 1993. 15: p. 933-46.
26. Chang, Y., Y. Kang, and P. Huang, An augmented reality (AR)-based vocational task prompting system for people with cognitive impairments. *Research in Developmental Disabilities*, 2013. 34: p. 3049-3056.
27. Charlop-Christy, M.H., L. Le, and K.A. Freeman, A Comparison of Video Modeling with In Vivo Modeling for Teaching Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2004. 30(6): p. 537-552.
28. Clare, L., B.A. Willson, G. Carter, K. Breen, A. Gosses, and J.R. Hodges, Intervening with everyday memory problems in dementia of Alzheimer type: An errorless learning approach. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology*, 2000. 22: p. 132-146.
29. CLIMA. Clínica Mexicana de Autismo.
30. Cohen, M.D. and D.L. Sloan, Visual Supports for People with Autism: A Guide for Parents and Professionals, ed. B. Ed.D. 2008.
31. Consolvo, S., L. Arnstein, and R. Franza, User Study Techniques in the Design and Evaluation of a Ubicomp Environment, in *UbiComp 2002*, G.B.a.L.E. Holmquist, Editor. 2002, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p. 73-90.
32. Consolvo, S., B. Harrison, I. Smith, M.Y. Chen, K. Everitt, J. Froehlich, and J.A. Landay, Conducting In Situ Evaluations for and With Ubiquitous Computing Technologies. *International Journal of Human Computer Interaction*, 2007. 22(1-2): p. 103–118.
33. Cook, A. and S. Hussey, Assistive Technologies, Principles and Practice. 2nd ed, ed. Mosby. 2002.
34. Corbin, J. and S. A., Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative Sociology*, 1990. 13(1).
35. Culley, C. and J.J. Evans, SMS text messaging as a means of increasing recall of therapy goals in brain injury rehabilitation: A single-blind within-subjects trial. . *Neuropsychological Rehabilitation*, 2010. 20: p. 103-119.

36. Dahlbäck, N., A. Jönsson, and L. Ahrenberg, Wizard of Oz studies—why and how. *Knowledge-based systems*, 1993. 6(4): p. 258-266.
37. David J. Feil-Seifer, M.P.B., Elisa Flores, Aaron B. St. Clair, Emily K. Mower, Chi-Chun Lee, Maja J. Matari, Shrikanth Narayanan, Clara Lajonchere, Peter Mundy, and Marian Williams, Development of Socially Assistive Robots For Children With Autism Spectrum Disorders. 2009, USC Interaction Lab Technical Report CRES-09-001: Los Angeles, Ca.
38. de Joode, E., C. van Heugten, F. Verhey, and M. van Boxtel, Efficacy and usability of assistive technology for patients with cognitive deficits: A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 2010. 24: p. 701-714.
39. De Leo, G.a.L., G. . Smartphones to facilitate communication and improve social skills of children with severe autism spectrum disorder: special education teachers as proxies. in *International conference on Interaction design and children*. 2008.
40. Dell, A.G., D.N. Newton, and J.G. Petroff, Assistive Technology in the Classroom: Enhancing the School Experiences of Students with Disabilities. 2008, Upper Saddle River, NJ: PearsonMerrill Prentice Hall,.
41. Dey, A. and G. Abowd, A context-aware system for supporting reminders. *Handheld and Ubiquitous Computing*, 2000: p. 201–207.
42. Doyle, W., Classroom organization and management. *Handbook of research on teaching*, 1986. 3: p. 392-431.
43. Dunlap, G. and R. Koegel, Motivating Autistic Children through stimulus variation. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1980. 13: p. 619-627.
44. DuPaul, G.J., R.A. Ervin, C.L. Hook, and K.E. McGoey, Peer tutoring for children with attention deficit hyperactivity disorder: Effects on classroom behavior and academic performance. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1998. 31(4): p. 579-592.
45. Duquette A, Michaud F, and M. H, Exploring the use of a mobile robot as an imitation agent with children with low-functioning autism. *Autonomous Robots*, 2008. 24(2): p. 147-157.
46. Engel, R.J. and R.K. Schutt, The Practice of Research in Social Work. 2009, SAGE Publications.
47. Escobedo, L., D. Nguyen, L. Boyd, A. Rangel, D. García, S. Hirano, M. Tentori, and G. Hayes, MOSOCO: A Mobile Assistive Tool to Support Children with Autism Practicing Social Skills in Real-Life Situations, in *CHI 2012*. 2012, ACM: Austin, Texas.
48. Escobedo, L., M. Tentori, E. Quintana, J. Favela, and D. García-Rosas, Integrating the physical and the digital world to increase the attention of children with autism. *IEEE Pervasive Computing*, 2014. To appear.
49. Evans, J.J., H. Emslie, and B.A. Wilson, External cueing systems in the rehabilitation of executive impairments of action. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 1998. 4(4): p. 399-408.
50. Fails, J., A. Druin, and M. Guha. Mobile Collaboration: Collaboratively Reading and Creating Children's Stories on Mobile Devices. in *IDC 2010*. 2010.
51. Farr, W., Yuill, N., Raffle, H., Collaborative Benefits of a Tangible Interface for Autistic Children, in *CHI 2009*. 2009, ACM: Boston, MA, USA.
52. Fell, H., MacAuslan, J., Gong, J., Cress, C., and Salvo, T., visiBabble for pre-speech feedback, in *Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, Editor. 2006, ACM: Montreal, Quebec, Canada. p. 767-772.
53. Fish, J., J.J. Evans, M. Nimmo, E. Martin, D. Kersel, A. Bateman, and T. Manly, Rehabilitation of executive dysfunction following brain injury: "Content-free" cueing improves everyday prospective memory performance. *Neuropsychologia*, 2007. 45: p. 1318-1330.
54. Franken, R.E. and G.P. Bray, Prolonged duration of the "novelty effect" following prolonged exposure to a single discriminandum. *Animal Learning & Behavior*, 1973. 1(3): p. 233-236.

55. Gagnon, E., *The Power Card: Using Special Interests to Motivate Children and Youth with Asperger Syndrome and Autism*. *Autism Asperger Publishing Company*., 2001.
56. Ganz, J.B.a.S., R. L., Effects on Communicative Requesting and Speech Development of the Picture Exchange Communication System in Children with Characteristics of Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2004. 34(4): p. 16.
57. Garretson, H.B., D. Fein, and L. Waterhouse, Sustained Attention in Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1990. 20(1).
58. Gauthier, L., F. Dehaut, and Y. Joanette, The Bells test: a quantitative and qualitative test for visual neglect. *International journal of clinical neuropsychology*, 1989.
59. Giangreco, M. and S. Broer, Questionable utilization of paraprofessionals in inclusive schools: Are we addressing symptoms or causes? *Journal of Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 2005. 20: p. 10-26.
60. Giangreco, M., M.F. Giangreco, S. Edelman, T.E. Luiselli, and S.Z. MacFarland, Helping or hovering? Effects of instructional assistant proximity on students with disabilities, in *Exceptional Children*. 1997. p. 7-18.
61. Gibson, J.J., *The Senses Considered as Perceptual Systems*, ed. H. Mifflin. 1966, Boston.
62. Gillespie, A., C. Best, and B. Neill, Cognitive function and Assistive Technology for cognition: A systematic review. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 2012. 18: p. 1-19.
63. Gillett, T., Kellen, M., Ball, L. and Geske, L., Speech generating device use among children with autism spectrum disorders a Caregiver Survey. 2005, University of Nebraska Medical Center, Maternal and Child Health Bureau, Health Resources and Services Administration, Department of Health and Human Services: Nebraska.
64. Goldstein, G., C.R. Johnson, and N.J. Minshew, Attentional Processes in Autism. *Journal Autism Development Disorders*, 2001. 31(3).
65. Gonzalez-Lopez, A. and D.M. Kamps, Social Skills Training to Increase Social Interactions Between Children with Autism and Their Typical Peers. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 1997. 12: p. 2 - 14.
66. Goodwin, M.S., S.S. Intille, W.F. Velicer, and J. Groden, Sensor-enabled detection of stereotypical motor movements in persons with autism spectrum disorder, in *Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children*. 2008, ACM: Chicago, Illinois. p. 109-112.
67. Grandin, T., The learning style of people with autism: An autobiography., in *Teaching children with autism: Strategies to enhance communication and socialization*, K.A. Quill, Editor. 1995: New York, Delmar. p. 33-52.
68. Gray, C., Social stories and comic strip conversation with childs with Asperger Syndrome and High Functioning Autism. . In *Asperger Syndrome or Highg-Functioning Autism? Schopler et. Al. (Eds.) Plenum Press, New York*, 1998: p. 167-198.
69. Greenberg, S., S. Carpendale, N. Marquardt, and B. Buxton, *Sketching User Experiences*, ed. Elsevier. 2012: Morgan Kaufman.
70. Gregory, R., *The Intelligent Eye*. 1970, London: Weidenfeld and Nicolson.
71. Grudin, J., Why CSCW applications fail: problems in the design and evaluation of organizational interfaces, in *Proceedings of the 1988 ACM conference on Computer-supported cooperative work*. 1988, ACM: Portland, Oregon, USA. p. 85-93.
72. Guerrero, A., Problem-Based Behavioral. *Science of Medicine*, 2008: p. 367-379.
73. Hailpern, J., Karahalios, K., Halle, J., DeThorne, L., and Coletto, M., Visualizations: speech, language & autistic spectrum disorder, in *Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2008, ACM New York, NY, USA: Florence, Italy. p. 3591-3596.



74. Hart, T., K. Hawkey, and J. Whyte, Use of a portable voice organizer to remember therapy goals in traumatic brain injury rehabilitation: A within-subjects trial. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 2002. 17: p. 556-570.
75. Hayes, G.R., L.M. Gardere, G.D. Abowd, and K.N. Truong. CareLog: a selective archiving tool for behavior management in schools. in *Conference in Human Factors, CHI*. 2008.
76. Hayes, G.R., S. Hirano, G. Marcu, M. Monibi, D.H. Nguyen, and M. Yeganyan, Interactive Visual Supports for Children with Autism. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2010. 14(7).
77. Heinze, H.J., G.R. Mangun, W. Burchert, H. Hinrichs, M. Scholz, T.F. Munte, A. Gos, M. Scherg, S. Johannes, H. Hundeshagen, M.S. Gazzaniga, and S.A. Hillyard, Combined spatial and temporal imaging of brain activity during visual selective attention in humans. *Letters to nature*, 1994. 372(8): p. 543-546.
78. Helal, S., C. Giraldo, Y. Kaddoura, C. Lee, H.E. Zabadani, and W. Mann. Smart phone based cognitive assistant. in *2nd Int. Workshop Ubiquitous Computing for Pervasive Healthcare Applications*. 2003.
79. Higgins, E.L. and M.H. Raskind, Compensatory effectiveness of speech recognition on the written composition performance of postsecondary students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 1995. 18: p. 159-174.
80. Hirano, S.H., Yeganyan, M. T., Marcu, G., Nguyen, D. H., Boyd, L., and Hayes, G. R. vSked: evaluation of a system to support classroom activities for children with autism. in *28th international Conference on Human Factors in Computing Systems* 2010. ACM.
81. Hobson, R.P. and A. Lee, Hello and goodbye: A study of social engagement in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1998. 2(1): p. 117-127.
82. Hodgdon, L.A., Visual Strategies for Improving Visual Communication: Volume I: Practical support for school and home. . *Quirk Roberts Publishing*, 1999.
83. Horner, R., E. Carr, J. Halle, G. Mcgee, S. Odom, and M. Wolery, The Use of Single-Subject Research to Identify Evidence-Based Practice in Special Education. *Exceptional Children Journal*, 2005 71(2): p. 165-179.
84. Horner, R.H., E.G. Carr, P.S. Strain, A.W. Todd, and H.K. Reed, Problem behavior interventions for young children with autism: a research synthesis. *Journal Autism Development Disorders*, 2002. 32: p. 423-446.
85. Houk, J.C., J.L. Davis, and D.G. Beiser, Models of Information Processing in the Basal Ganglia. Computational Neuroscience. 1994: A Bradford Book.
86. Hourcade, J.P., N.E. Bullock-Rest, and T.E. Hansen, Multitouch tablet applications and activities to enhance the social skills of children with autism spectrum disorders. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2011: p. 12.
87. Hourcade, J.P., S.R. Williams, E.A. Miller, K.E. Huebner, and L.J. Liang. Evaluation of tablet apps to encourage social interaction in children with autism spectrum disorders. in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '13)*. 2013.
88. Hristova, A., A. Bernardos, and J. Casar. Context-aware services for ambient assisted living: A case-study. in *Proc. First Int. Symp. Applied Sciences Biomedical and Communication Technologies*. 2008.
89. Hume, K., R. Loftin, and J. Lantz, Increasing Independence in Autism Spectrum Disorders: A Review of Three Focused Interventions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2009. 39: p. 1329-1338.
90. Jordan, K., M. King, S. Hellersteth, A. Wirén, and H. Mulligan. Robotic technology for teaching adolescents with autism spectrum disorder: a feasibility study. in *Proceedings of the 6th International Conference on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology*. 2012. Singapore Therapeutic, Assistive & Rehabilitative Technologies (START) Centre.

91. Kautz, H., O. Etzioni, D. Fox, D. Weld, and L. Shastri, Foundations Assisted Cognition Systems. 2003, University of Washington Computer Science Department: Washington.
92. Kientz, J., Boring, S., Abowd, G. and Hayes, G. Abaris: Evaluating Automated Capture Applied to Structured Autism Interventions. in *International Conference on Ubiquitous Computing*. 2005. Springer.
93. Kientz, J., Hayes, G., Abowd, G., Grinter, R. From the War Room to the Living Room: Decision Support for Home-Based Therapy Teams. in *Anniversary Conference on Computer Supported Cooperative Work* 2006. ACM.
94. Kientz, J.A., G.R. Hayes, T.L. Westeyn, T. Starner, and G.D. Abowd, Pervasive Computing and Autism: Assisting Caregivers of Children with Special Needs. *IEEE Pervasive Computing*, 2007. 6(1): p. 28-35.
95. Kientz, J.a.A., G., Designing Technology to Aid in the Early Detection of Developmental Delay in Young Children, in *UbiHealth 2006*. 2006.
96. Kindberg, T., T. Pederson, and R. Sukthankar, Labeling the world. *IEEE Pervasive Computing*, 2010. 9(2): p. 8-10.
97. Kirsch, N.L., M. Shenton, and J. Rowan, A generic, "inhouse", alphanumeric paging system for prospective activity impairments after traumatic brain injury. *Brain Injury*, 2004. 18: p. 725-734.
98. Ko, K., Superimposed Holographic Image-Guided Neurosurgery *Journal of Neurosurgery*, 1998. 88: p. 777-781.
99. Ko, K. and J. Webster, Surgical Neurology: Holographic Imaging of Human Neurology. *Brain Preparations*, 1995. 44: p. 428-32.
100. Koegel, R., L. Schreibman, M. Loos, H. Dirlich-Wilhelm, G. Dunlap, R. F., and A. Plienis, Consistent stress profiles in mothers of children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1992. 22: p. 205-215.
101. Koegel, R.L. and L. Kern, Pivotal Response Treatments for Autism: Communication, Social, and Academic Development. 2006: Brookes Publishing Company.
102. Kogan, M., S. Blumberg, L. Schieve, C. Boyle, J. Perrin, R. Ghandour, G. Singh, B. Strickland, E. Trevathan, and P. van Dyck, Prevalence of Parent-Reported Diagnosis of Autism Spectrum Disorder Among Children in the US. *Journal of the American Academy of Pediatrics*, 2009(Pediatrics).
103. Kogen, M.D., Prevalence of Parent-Reported Diagnosis of Autism Spectrum Disorder Among Children in the US. *Journal of the American Academy of Pediatrics*, 2009(Pediatrics).
104. Kuniavsky, M., Observing the user experience: A practitioner's guide to user research. 2003, San Francisco, CA.: Morgan Kaufmann.
105. Lamming, M. and M. Flynn. Forget-me-not: Intimate computing in`support of human memory. in *Proc. FRIEND21*. 1994.
106. Lehman, J.F. Toward the Use of Speech and Natural Language Technology in Intervention for a Language-Disordered Population. in *International ACM Conference Assistive Technologies*. 1998. ACM.
107. Levinson, R., PEAT: The planning and execution assistant and training system. *Head of Trauma Rehabilitation*, 1997. 12(2): p. 769-775.
108. Lewis-Beck, M.S., Data Analysis: an Introduction. 1995: Sage Publications Inc.
109. Lewis, M.H. and J.W. Bodfish, Repetitive behavior disorders in autism. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 1998. 4: p. 80-89.
110. Libby, S., S. Powell, D. Messer, and R. Jordan, Spontaneous play in children with autism: A reappraisal. . *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1998. 28(2): p. 487-497.
111. LoPresti, E.F., M.B. Friedman, and D. Hages. Electronic vocational aid for people with cognitive disabilities. in *Proceedings of the Rehabilitation Engineering Society of North*

America (RESNA). 1997.

112. LoPresti, E.F., A. Mihailidis, and N. Kirsch, Assistive technology for cognitive rehabilitation: State of the art. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2004. 14: p. 5-39.
113. MacArthur, C.A., R.P. Ferretti, C.M. Okolo, and A.R. Cavalier, Technology applications for students with literacy problems: A critical review. *Elementary School Journal*, 2001. 101(3): p. 273-301.
114. Mankoff, J., Hayes, G. and Kasnitz, D., Disability Studies as a Source of Critical Inquiry for the Field of Assistive Technology, in *12th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* ACM, Editor. 2010, ACM: Orlando, FL., USA.
115. Manly, T., J. Heutink, B. Davison, B. Gaynord, E. Greenfield, A. Parr, and I.H. Robertson, An electronic knot in the handkerchief: "Content free cueing" and the maintenance of attentive control. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2004. 14: p. 89-116.
116. Marmasse, N. and C. Schmandt. Location-aware information delivery with commotion. in *2nd Symposium in Handheld and Ubiquitous Computing (HUC)*. 2000.
117. McArthur, D. and L.B. Adamson, Joint attention in preverbal children: Autism and developmental language disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1996. 26(3): p. 481-496.
118. Mesibov, G.B., D.M. Browder, and C. Kirkland, Using individualized schedules as a component of positive behavioral support for students with developmental disabilities. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 2002. 4(2): p. 73-79.
119. Mihailidis, A., B. Carmichael, and J. Boger. The use of computer vision in an intelligent environment to support aging-in-place, safety, and independence in the home. in *IEEE Trans Inf Technol Biomed*. 2004. 8.
120. Mihailidis, A., G. Fernie, and J.C. Barbenel, The use of artificial intelligence in the design of an intelligent cognitive orthotic for people with dementia. *Assistive Technology*, 2001. 13: p. 23-39.
121. Mintzberg, H., Structured Observation as a Method to Study Managerial Work. *The Journal of Management Studies*, 1970. 7(1): p. 87-104.
122. Mirenda, P., Autism, Augmentative Communication, and Assistive Technology: What Do We Really Know? *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 2001. 16: p. 231-243.
123. Mohamed, A.O., V. Courboulay, K. Sehaba, and M. Ménard. Attention analysis in interactive software for children with autism. in *Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*. 2006. ACM.
124. Myers, S.M. and C.P. Johnson, Management of Children With Autism Spectrum Disorders. *Journal of the American Academy of Pediatrics*, 2007. 120: p. 1162--1182.
125. Nazneen, F., F.A. Boujarwah, S. Sadler, A. Mogus, G.D. Abowd, and R.I. Arriaga, Understanding the challenges and opportunities for richer descriptions of stereotypical behaviors of children with asd: a concept exploration and validation, in *Proceedings of the 12th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*. 2010, ACM: Orlando, Florida, USA. p. 67-74.
126. NIH, Rehabilitation of persons with traumatic brain injury, N.C. Statement, Editor. 1998, NIH. p. 1-41.
127. Noterdaeme, M., H. Amorosa, K. Mildernberger, S. Sitter, and F. Minow, Evaluation of attention problems in children with autism and children with a specific language disorder. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 2001. 10: p. 58-66.
128. O'Neill, B. and T.M. McMillan, The efficacy of contralesional limb activation in rehabilitation of unilateral hemiplegia and visual neglect: A baseline-intervention study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2004. 14: p. 437-447.

129. Ochs, E., Kremer-Sadlik, T., Sirota, K., and Solomon, O., Autism and the social world: An anthropological perspective, in *Discourse Studies*. 2004, SAGE Publications: London, Thousand Oaks, CA and New Delhi. p. 147-183.
130. ONU, Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud, in *10*, U.N. Organization, Editor. 1990, Asamblea Mundial de la Salud
131. Pace, S., Looking at innovation through CCT glasses: Consumer culture theory and Google glass innovation. *Journal of Innovation Management*, 2013. 1(1): p. 38-74.
132. Packard, R.G., THE CONTROL OF "CLASSROOM ATTENTION": A GROUP CONTINGENCY FOR COMPLEX BEHAVIOR1. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1970. 3(1): p. 13-28.
133. Pavolini, E. and C. Ranci, Restructuring the welfare state: Reforms in long-term care in Western European countries. *Journal of European Social Policy*, 2008. 18(246).
134. Pierce, K.L. and L. Schreibman, Teaching daily living skills to children with autism in unsupervised settings through pictorial self-management. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1994. 27: p. 471-481.
135. Piper, A.M., O'Brien, E., Morris, M. and Winograd, T., SIDES: A Cooperative Tabletop Computer Game for Social Skills Development, in *Anniversary Conference on Computer Supported Cooperative Work 2006*, ACM. p. 1-10.
136. Pohl, H. and R. Murray-Smith, Focused and casual interactions: allowing users to vary their level of engagement, in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2013, ACM: Paris, France. p. 2223-2232.
137. Porayska-Pomsta, K., C. Frauenberger, H. Pain, G. Rajendran, T. Smith, R. Menzies, M.E. Foster, A. Alcorn, S. Wass, and S. Bernadini, Developing technology for autism: an interdisciplinary approach. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2012. 16(2): p. 117-127.
138. Quill, K., Instructional Considerations for Young Children with Autism: The Rationale for Visually Cued Instruction. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1997. 27(6).
139. Quintana, E. and J. Favela, Ambient Notifications as Memory Aids for People Suffering from Dementia, in *5th Intl. Conf. on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence (UCAMI'2011)*. 2011: Riviera Maya, Mexico.
140. Quintana, E. and J. Favela, Augmented reality annotations to assist persons with Alzheimers and their caregivers. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2012.
141. Quintana, E., C. Ibarra, L. Escobedo, M. Tentori, and J. Favela. Object and gesture recognition to assist children with autism during the discrimination training. in *CIARP*. 2012.
142. Rachman, S., The evolution of cognitive behaviour therapy. , in *Science and practice of cognitive behaviour therapy*. Oxford medical publications, D.M.E.F. Clark, Christopher G. (Ed), Editor. 1997, Oxford University Press: New York, NY, US. p. 3-26.
143. Rao, P., D. Biedel, and M. Murray, Social skills interventions for children with asperger's syndrom or high functioning autism: A review and recommendations. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2008. 38(2): p. 353-361.
144. Rao, S.M. and B. Gagie, Learning through seeing and doing: Visual supports for children with autism. *TEACHING Exceptional Children*, 2006. 38(6): p. 26-33.
145. Rich, L.P., Prompting self-monitoring with assistive technology to increase academic engagement in students with attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms. 2009, Hofstra University: New York.
146. Richard, E.B., V.; Richard, P.; Gaudin, G., Augmented Reality for Rehabilitation of Cognitive Disabled Children: A Preliminary Study, in *Virtual Rehabilitation, 2007* 2007, IEEE Xplore: Venice Italy. p. 102-108.

147. Robertson, I.H., T.M. McMillan, E. MacLeod, J. Edgeworth, &, and D. Brock, Rehabilitation by limb activation training reduces left-sided motor impairment in unilateral neglect patients: A single-blind randomised control trial. *Neuropsychological Rehabilitation* 2002. 12: p. 439.
148. Robertson, I.H., T.M. McMillan, E. MacLeod, J. Edgeworth, and D. Brock, Rehabilitation by limb activation training reduces left-sided motor impairment in unilateral neglect patients: A single-blind randomised control trial. *Neuropsychological Rehabilitation* 2002. 12: p. 439.
149. Robertson, I.H., N.T. North, and C. Geggie, Spatiomotor cueing in unilateral left neglect: Three case studies of its therapeutic effects. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 1992. 55: p. 799-805.
150. Roselló, J., Psicología de la atención. *Madrid: Pirámide*, 1997.
151. Ryan, C.S. and S. Hemmes, Post-Training Discrete-Trial Teaching Performance by Instructors of Young Children with Autism in Early Intensive Behavioral Intervention. *Behavior Analyst Today*, 2005. 6(1): p. 1-12.
152. Salkind, N.J. and R.L. Escalona, Métodos de investigación. 1999: Pearson Educaci"n.
153. Santacarangelo, S., K. Dyer, and S.C. Luce, Generalized reduction of behavior in unsupervised settings through specific toy training. *Journal of the Association for Persons with Severe Handicaps*, 1987. 12: p. 38-44.
154. Sasso, G.M.e.a., Use of descriptive and experimental analyses to identify the functional properties of aberrant behavior in school settings. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1992. 25.
155. Sasson, N.J. and E.W. Touchstone, Visual attention to competing social and object images by preschool children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2013: p. 1-9.
156. Seelye, A.M., M. Schmitter-Edgecombe, B. Das, and D.J. Cook, Application of Cognitive Rehabilitation Theory to the Development of Smart Prompting Technologies. *IEEE reviews in biomedical engineering*, 2012. 5: p. 29-44.
157. Serdar Yildirim , C.M.L., Sungbok Lee , Ros Potamianos , Shrikanth Narayanan Detecting Politeness and Frustration State of a Child in a Conversational Computer Game. in *Proc. Interspeech*. 2005.
158. Sinclair, J., P. Hingston, and M. Masek, Considerations for the design of exergames, in *Proceedings of the 5th international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australia and Southeast Asia*. 2007, ACM: Perth, Australia. p. 289-295.
159. Smith, T., Discrete Trial Training in the Treatment of Autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 2001. 15(2): p. 86-92.
160. Sohn, T., K. Li, G. Lee, I. Smith, J. Scott, and W. Griswold. Placeits: A study of location-based reminders on mobile phones. in *Proc.UbiComp 2005: Ubiquitous Computing*. 2005.
161. Sowa, J.F., Conceptual structures: information processing in mind and machine. 1983.
162. Stanley, S., L.M. Ward, and J.T. Enns, Sensation and Perception, ed. H. Brace. 1999.
163. Steinicke, F., G. Bruder, P. Wieland, and M. Lappe, Tuning Self-Motion Perception in Virtual Reality with Visual Illusions. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2012. 18(7): p. 1068-1078.
164. Stokes, T.F. and D.M. Baer, An implicit technology of generalization. . *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1977. 10(2): p. 349-367.
165. Strauss, A. and J. Corbin, Basics of Qualitative Research: Techniques and procedures for developing grounded theory, ed. Sage. 1998, Thousand Oaks, CA.
166. Strickland, D., Virtual reality for the treatment of autism. *Studies in health technology and informatics*, 1997: p. 81-86.

167. Strickland, D., L. Marcus, G.B. Mesibov, and K. Hogan, Brief report: Two case studies using virtual reality as a learning tool for autistic children. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1996. 26(6): p. 651-60.
168. Sussman, F., More than words: Helping parents promote communication and social skills in children with autism spectrum disorder. 1999: Hanen Centre Toronto.
169. Swaggart, B.L., E. Gagnon, S. Jones-Bock, T.L. Earles, C. Quinn, B. Smith-Myles, and R.L. Simpson, Using Social Stories to Teach Social and Behavioral Skills to Children with Autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 1995. 10: p. 1-6.
170. Tang, C., G. McEwan, and S. Greenberg. A Taxonomy of Tasks and Visualizations for Casual Interaction of Multimedia Histories in *Proceedings of Graphics Interface*. 2002.
171. Tang, S. and R. McCorkle, Use of family proxies in quality of life research for cancer patients at the end of life: a literature review. *Cancer Invest*, 2002. 20(7-8): p. 1086-104.
172. Tartaro, A. and J. Cassell, Using virtual peer technology as an intervention for children with autism. *Towards universal usability: designing computer interfaces for diverse user populations*. Chichester: John Wiley, 2007. 231: p. 62.
173. Technologies, D. 2008; Available from: <http://www.dynavoxtech.com/>.
174. Tentori, M. and G.R. Hayes, Designing for interaction immediacy to Enhance Social Skills of Children with Autism, in *UBICOMP*. 2010: Denmark, Copehaguen. p. 51-60.
175. Ulgado, R.R., K. Nguyen, V.E. Custodio, A. Waterhouse, R. Weiner, and G. Hayes. VidCoach: A mobile video modeling system for youth with special needs. in *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*. 2013. ACM.
176. Urbano, J., M. Marrero, and D. Martin. A Comparison of the Optimality of Statistical Significance Tests for Information Retrieval Evaluation. in *International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*. 2013.
177. Viera, A.J. and J.M. Garrett, Understanding Interobserver Agreement: The Kappa Statistic. *Family Medicine*, 2005. 37(5): p. 360-363.
178. Volkmar, F.R., A. Carter, J. Grossman, and A. Klin, Social development in autism, ed. F.R.V.E. D. J. Cohen. 1997: Handbook of autism and developmental disorders, New York: Wiley. 173–194.
179. Walker, R.A., Holograms as Teaching Agents. *Journarl of Physics:Conference series*, 2013. 415.
180. Walsh, T., The Playmakers: Amazing Origins of Terrific Toys. 2000: Andres McMeel Publishing.
181. Werry, I., Dautenhahn, K., Ogden, B., and Harwin, W. Can Social Interaction Skills Be Taught by a Social Agent? The Role of a Robotic Mediator in Autism Therapy. in *4th International Conference on Cognitive Technology: Instruments of Mind*. 2001. Springer-Verlag.
182. Wesley, B., C. Madsen, and A. Carole, The contingent use of teacher attention and praise in reducing classroom behavior problems. . *The Journal of Special Education*, 1967. 1(3): p. 287-307.
183. Williams, B.C., B.E. Fries, W.J. Foley, D. Schneider, and M. Gavazzi, Activities of daily living and costs in nursing homes. *Health Care Financing Review*, 1994. 15: p. 117-135.
184. Williams, G., L.A. Pérez-González, and A. Muller, Using a combined blocking procedure to teach color discrimination to a child with autism. *Journal of applied behavior analysis*, 2005. 38(4): p. 555-558.
185. Williamson, J.R., S. Brewster, and R. Vennelakanti. Mo! Games: evaluating mobile gestures in the wild. in *Proceedings of the 15th ACM on International conference on multimodal interaction*. 2013. ACM.
186. Wilson, B.A., J.J. Evans, H. Emslie, and V. Malinek, Evaluation of NeuroPage: A new memory aid. *Journal of Neurology, Neurosurgely, and Psychiatry*, 1997. 63(1): p. 113-115.
187. Wright, P., N. Rogers, C. Hall, B. Wilson, J. Evans, H. Emslie, and C. Bartram, Comparison of pocket-computer memory aids for people with brain injury. *Brain Injury*, 2001. 15(9): p. 787-800.

188. Yeates, G., M. Hamill, L. Sutton, K. Psaila, F. Gracey, and J. O'Dell, Dysexecutive problems and interpersonal relating following frontal brain injury: Reformulation and compensation in cognitive analytic therapy (CAT). *Neuropsychoanalysis*, 2008. 10: p. 43–58.
189. Zanetti, O., G. Zanieri, L.P.D. Vreese, G. Frisoni, and G. Binetti. Utilizing an electronic memory aid with Alzheimer's disease patients. A study of feasibility. . in *Sixth Znternational StockholndSpringfield Symposium on Advances in Alzheimer Therapy*. 2000.