

**RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS  
INCLUSIVAS COMO APOYO AL TRATAMIENTO DEL TRASTORNO DE  
ESPECTRO AUTISTA -TEA**



Universidad  
del Cauca

GUSTAVO EDUARDO CONSTAIN MORENO

Tesis de Maestría en Computación

Director:

Cesar Alberto Collazos Ordoñez  
Doctor en Ciencias Mención Computación

Co-director:

Fernando Joaquim Lopes Moreira  
Doctor en Ingeniería Electrónica y Computadores

Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Sistemas  
Línea de investigación HCI  
Popayán, diciembre 2019

GUSTAVO EDUARDO CONSTAIN MORENO

**RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE  
APLICACIONES INFORMÁTICAS INCLUSIVAS COMO  
APOYO AL TRATAMIENTO DEL TRASTORNO DE  
ESPECTRO AUTISTA -TEA**

Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería  
Electrónica y Telecomunicaciones de la  
Universidad del Cauca para la obtención del  
Título de

Magíster en:  
Computación

Director:  
Cesar Alberto Collazos Ordoñez  
Doctor en Ciencias Mención Computación

Popayán  
2019

## Aceptación

Mag. Roberto Encarnación  
Mosquera

Universidad del Cauca



---

PhD. Susana Bautista Blasco  
Universidad Complutense



---

*A mi esposa Maye y mis hijas Danna Valentina y Celeste  
por su comprensión y sacrificio con el tiempo que es de la familia.*

*A mis padres por el apoyo que me ofrecieron,  
por la formación y por fomentar en mí el espíritu de querer  
estar aprendiendo siempre.*

*A quienes estuvieron ahí con sus palabras de aliento para  
seguir adelante en los momentos de mayor necesidad.*

# Agradecimientos

A mis directores de tesis PhD. Cesar Alberto Collazos Ordoñez de la Universidad del Cauca (Colombia) y PhD. Fernando Moreira de la Universidad Portucalense (Portugal) por su acompañamiento, dedicación, motivación, apoyo y la confianza que me han brindado.

A los grupos de investigación IDIS del departamento de sistemas de la Universidad del Cauca y LIDIS de la Universidad SanBuenaventura, por su apoyo en la realización de diversas actividades de investigación.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD por la destinación de tiempo para el desarrollo de mi formación postgradual y por todo el apoyo administrativo brindado.

## Resumen estructurado

La presente investigación busca, a partir de la revisión sistemática de literatura y la realización de un estudio de caso, la identificación de las características más relevantes para el tratamiento del Trastorno de Espectro Autista -TEA, basado en el uso de aplicaciones computacionales enfocadas al fortalecimiento de habilidades sociales y de motivación, que son propias de la inteligencia emocional, así como las características ligadas con los procesos de formación de quienes lo padecen.

El proyecto inicia con la exploración del estado del arte acerca de la Inteligencia Emocional como factor determinante para el éxito en diversas áreas vitales en niños que sufren de discapacidades como el trastorno de espectro autista. Para ello se explora los diversos modelos existentes en relación con la inteligencia emocional, especialmente las habilidades intrapersonales (motivación) e Interpersonales (habilidades sociales) ligadas con sus procesos de formación.

Posteriormente, se identifican los modelos de arquitectura para el diseño de aplicaciones de software inclusivo y con posibilidad de ser utilizado como objetos para la formación y con la capacidad terapéutica de adherir elementos que den validez al aprendizaje alcanzado, esto es el desarrollo de habilidades emocionales. En consecuencia, se explora el estado de la técnica relacionada con el tema de estudio y la posibilidad de nuevos diseños que mejoren la experiencia de usuario de estudios anteriores que hayan sido realizados. Este componente del estudio nos arroja elementos de importancia para el proyecto tales como:

- Modelos y patrones de diseño de aplicaciones inclusivas con interacción hardware-software.
- Principios de diseño de aplicaciones inclusivas basadas en interacción humano-computador -HCI y la experiencia del usuario -UX.
- Patrones de diseño de interfaces adaptables para discapacidades físicas como el TEA.

De igual manera, el foco de estudio de las condiciones de discapacidad establecidas para el proyecto, fueron basados en el Trastorno de Espectro Autista. En este sentido se exploran los siguientes aspectos:

- Niveles de atención al uso de aplicaciones computacionales.
- Reacciones físicas relacionadas con cambios emocionales durante la interacción con aplicaciones de software inclusivo.
- Lenguaje oral y gestual pre y post trabajo con aplicaciones computacionales.
- Sistemas comunicacionales particulares para TEA.

Esta parte del proyecto está centrada en la elaboración de un estudio de caso con por lo menos tres unidades de análisis (niños que padecen TEA con edades entre los cinco (5) y los doce (12) años, que nos permita obtener una base de conocimiento inicial del fenómeno a explorar.

En el mismo sentido expuesto, se explora la innovación de escenarios formativos especiales (con características de inclusión), siendo conscientes del hecho que un niño autista puede aprender a diario en entornos diversos, de numerosas fuentes y de múltiples formas, lo que enriquece sus conocimientos, habilidades, competencias, actitudes y valores. Todo este contexto, reconocido como un Entorno Personal de Aprendizaje -PLE, enmarca tanto las estrategias de formación, las herramientas computacionales utilizadas, así también como el conjunto de las técnicas terapéuticas que sean aplicadas para la generación de habilidades de inteligencia emocional en niños con autismo.

En consecuencia, con este proyecto se busca obtener una caracterización de la población objeto de estudio que sea seleccionada y sus posibilidades de intervención de acuerdo con las características de los entornos personales de aprendizaje particulares se haya recopilado durante el estudio de caso. Lo anterior nos permite tener un diagnóstico general, además de identificar los rasgos de mayor congruencia entre las discapacidades y las categorías más pertinentes para su intervención, permitiendo así una mayor posibilidad de recomendación de mejores prácticas para el diseño de aplicaciones informáticas inclusivas que sean útiles dentro del tratamiento del TEA.

Dentro de las actividades realizadas se tiene la aplicación de instrumentos para la recolección de información acerca de los niveles de inteligencia emocional del estudio de caso realizado, además de la identificación de posibles patrones de diseño de aplicaciones computacionales basadas en la inclusión con fines de

aprendizaje. Todo esto es validado a través de métricas y análisis tanto cualitativo como cuantitativo con indicadores de evaluación de apropiación o fortalecimiento de habilidades de inteligencia emocional en niños con trastorno de espectro autista. Las herramientas consideradas en esta etapa son: instrumentos de recopilación de información no invasiva como formatos de observación directa, filmación de actividades y análisis de imágenes.

Finalmente, se presenta el resultado de la evaluación heurística de aplicación de herramientas computacionales inclusivas dentro del tratamiento del TEA, además de una propuesta conceptual de un esquema para el marco de trabajo de diseño de tecnologías inclusivas, que pudiera ser complementado y validado a futuro como producto de fortalecimiento de las competencias esperadas (habilidades intrapersonales (motivación) y habilidades sociales).

**Palabras clave:** *Trastorno de Espectro Autista -TEA, habilidades emocionales, recomendaciones, marco de trabajo, interacción humano-computador.*



## Structured abstract

The present research seeks, from the systematic review of literature and the realization of a case study, the identification of the most relevant characteristics for the treatment of Autistic Spectrum Disorder -TEA, based on the use of computational applications focused on strengthening of social and motivational skills, which are characteristic of emotional intelligence, as well as the qualities linked to the training processes of those who suffer from it.

The project begins with the exploration of the state of the art about Emotional Intelligence as a determining factor for success in various vital areas in children suffering from disabilities such as autistic spectrum disorder. To do this, we explore the various existing models in relation to emotional intelligence, especially intrapersonal skills (motivation) and interpersonal skills (social skills) linked to their training processes.

Subsequently, the architectural models for the design of applications of inclusive software are identified and with the possibility of being used as objects for training and with the therapeutic capacity of adhering elements that give validity to the learning achieved, this is the development of emotional skills. Consequently, the state of the art related to the subject of study and the possibility of new designs that improve the user experience of previous studies that have been made are explored. This component of the study gives us elements of importance for the project such as:

- Models and design patterns of inclusive applications with hardware-software interaction.
- Inclusive application design principles based on human-computer interaction -HCI and the user experience -UX.

- Adaptable interface design patterns for physical disabilities such as ASD.

Likewise, the focus of study of the conditions of disability established for the project was based on the Autism Spectrum Disorder. In this sense, the following aspects are explored:

- Levels of attention to the use of computer applications.
- Physical reactions related to emotional changes during interaction with inclusive software applications.
- Oral and gestural language pre and post work with computational applications.
- Particular communication systems for ASD.

This part of the project is focused on the preparation of a case study with at least three units of analysis (children suffering from ASD with ages between five (5) and twelve (12) years), which allows us to obtain a base of initial knowledge of the phenomenon to explore.

In the same sense, we explore the innovation of special training scenarios (with inclusion characteristics), being aware of the fact that an autistic child can learn daily in diverse environments, from many sources and in multiple ways, which enriches their knowledge , skills, competences, attitudes and values. All this context, recognized as a Personal Learning Environment -PLE, frames both the training strategies, the computational tools used, as well as the set of therapeutic techniques that are applied to the generation of emotional intelligence skills in children with autism. .

Consequently, this project seeks to obtain a characterization of the population under study that is selected and its possibilities of intervention according to the characteristics of the particular personal learning environments has been collected during the case study. This allows us to have a general diagnosis, in addition to identifying the features of greater congruence between the disabilities and the most relevant categories for their intervention, thus allowing a greater possibility of recommending best practices for the design of inclusive computing applications that are useful within of the treatment of ASD.

The activities carried out include the application of instruments for the collection of information about the emotional intelligence levels of the case study carried out, as well as the identification of possible patterns of design of computational applications based on inclusion for learning purposes. All this is validated through metrics and qualitative as well as quantitative analysis with indicators of assessment of appropriation or strengthening of emotional intelligence skills in children with autism spectrum disorder. The tools considered at this stage are: non-invasive information collection instruments such as direct observation formats, activity filming and image analysis.

Finally, the result of the heuristic evaluation of application of inclusive computational tools within the treatment of ASD is presented, as well as a conceptual proposal of a scheme for the design framework of inclusive technologies, which could be complemented and validated in the future as product of strengthening the expected skills (intrapersonal skills (motivation) and social skills).

***Keywords: Autistic Spectrum Disorder -ASD, emotional skills, recommendations, framework, human-computer interaction.***

# Contenido

Agradecimientos	v
Structured abstract .....	ix
Lista de Figuras	xiv
Lista de Tablas	xv
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>18</b>
1.1 El problema de investigación .....	18
1.2 Objetivos .....	21
1.2.1 Objetivo general .....	21
1.2.2 Objetivos específicos.....	21
1.3 Metodología .....	22
1.3.1 Descripción de las Fases de Desarrollo .....	23
1.4 Contexto de la investigación .....	26
1.5 Organización del documento .....	27
<b>CAPÍTULO 2 - BASE CONCEPTUAL .....</b>	<b>29</b>
2.1 Aspectos generales acerca de la inteligencia emocional .....	29
2.1.1 Percepción de las emociones en los autistas .....	30
2.2 Trastorno de Espectro Autista.....	31
2.3 Tratamientos para el Trastorno de Espectro Autista .....	34
2.4 Principios de la educación inclusiva .....	35
2.4.1 Programas de tratamiento y educación actual .....	36
2.4.2 Modelos computacionales como apoyo al tratamiento del TEA .....	37
2.5 Inclusión de tecnologías en el tratamiento y formación de niños con TEA .....	39
<b>CAPÍTULO 3 - ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>42</b>
3.1 Protocolo clínico para el manejo adecuado del TEA .....	42
3.2 Interacción Humano-Computador .....	45
3.2.1 Estado actual, alternativas y consideraciones.....	46
3.3 Diseño centrado en el usuario.....	48
3.3.1 El Diseño Centrado en el Usuario como metodología .....	50
3.4 Herramientas computacionales para tratamiento del TEA.....	51
3.4.1 Tipología de herramientas .....	53

3.4.2	Definición de métricas de usabilidad de aplicaciones.....	54
CAPÍTULO 4 - ESTUDIO DE CASO PARA NIÑOS CON TEA .....		64
4.1	Planteamiento del problema para el estudio de caso .....	65
4.2	Contexto de estudio .....	68
4.3	Recolección de datos y evidencias .....	70
4.4	Diseño de ambiente para elaboración del estudio de caso (Laboratorio de usabilidad)	70
4.4.1	Proposiciones e hipótesis .....	73
4.4.2	Unidades de análisis .....	73
4.5	Herramientas computacionales .....	74
4.6	Definición de métricas de evaluación .....	76
4.7	Resultados de estudio de caso .....	78
4.7.1	Evaluación heurística de aplicaciones inclusivas para TEA .....	78
4.7.2	Desarrollo de actividades con unidades de análisis .....	85
CAPÍTULO 5 - METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE APLICACIONES PARA TRATAMIENTO DE TEA.....		89
5.1	Estado de la técnica.....	91
5.1.1	Estudios realizados .....	91
CAPÍTULO 6 - RECOMENDACIONES DE DISEÑO PARA APLICACIONES COMPUTACIONALES EN TRATAMIENTOS DE TEA .....		99
CAPÍTULO 7 - CONCLUSIONES, APORTES Y TRABAJOS FUTUROS .....		112
6.1	Conclusiones	112
6.2	Aportes .....	114
6.3	Trabajos futuros .....	114
Bibliografía		18
Anexos		18
ANEXO A – MODELO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES DE FAMILIA .....		18
ANEXO B – ENFOQUE CLÍNICO-TERAPÉUTICO .....		24
ANEXO C – ENFOQUE TECNOLÓGICO – INSTRUMENTOS PARA ESTUDIO DE USABILIDAD DE APLICACIONES .....		31
ANEXO D. FORMATO DE REVISIÓN HEURÍSTICA DE APLICACIONES INCLUSIVAS .....		33

# Lista de Figuras

IMAGEN 1 PICTOGRAMAS PARA TRATAMIENTO DE TEA.....	20
IMAGEN 2 HERRAMIENTAS PARA DESARROLLO DE HABILIDADES DE INTELIGENCIA EMOCIONAL EN NIÑOS CON TEA (ELABORACIÓN PROPIA) .....	25
IMAGEN 3 METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....	26
IMAGEN 4 MODELO TEACCH .....	36
IMAGEN 5 MODELO DE DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO.....	50
IMAGEN 6 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA EL ESTUDIO DE CASO .....	65
IMAGEN 7 ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA PARA EL ESTUDIO DE CASO .....	71
IMAGEN 8 DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS PARA EL ESTUDIO.....	73
IMAGEN 9 IDENTIFICACIÓN DE EMOCIONES MEDIANTE TÉCNICA FACIAL RECOGNITION.....	76
IMAGEN 10 FÓRMULA CALCULAR PORCENTAJE DE USABILIDAD DE APP PARA TEA.....	78
IMAGEN 11 PORCENTAJE DE USABILIDAD DE APLICACIONES INCLUSIVAS .....	82
IMAGEN 12 ANÁLISIS DE VALORACIÓN DE USABILIDAD DE APP INCLUSIVAS .....	83
IMAGEN 13 ELEMENTOS DE DISEÑO CON MAYOR RELEVANCIA .....	83
IMAGEN 14 DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE TRATAMIENTO CON USO APP INCLUSIVAS .....	86
IMAGEN 15 MEDICIÓN DE CAMBIOS EMOCIONALES (E-MOTION) EN NIÑOS CON TEA EN USO DE APP INCLUSIVAS.....	86
IMAGEN 16 IDENTIFICACIÓN DE EMOCIONES MEDIANTE FACIAL RECOGNITION.....	87
IMAGEN 17 USO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS Y DESARROLLO EMOCIONAL.....	91
IMAGEN 18 DISEÑO DE APLICACIONES COMPUTACIONALES PARA APOYO A DISCAPACITADOS EN COLOMBIA.....	92
IMAGEN 19 MODELO DE DISEÑO GAMIFICADO CLÁSICO .....	95
IMAGEN 20 MDA FRAMEWORK .....	96
IMAGEN 21 MODELO MPIU+A.....	97
IMAGEN 22 DISEÑO DE APLICACIONES PARA LA USABILIDAD .....	100
IMAGEN 23 FASES DEL CICLO DE VIDA DE XP .....	102
IMAGEN 24 DISEÑO DE PROCESOS PARA DISEÑADORES UX (ALI ADAIR) .....	103
IMAGEN 25 PATRÓN FACHADA .....	104
IMAGEN 26 DIAGRAMA DE INTERACCIÓN CON PATRÓN DE USABILIDAD .....	105
IMAGEN 27 DIAGRAMA DE CLASES CON PATRÓN DE USABILIDAD .....	105
IMAGEN 28 MODO GENÉRICO PARA PATRÓN RETROALIMENTADOR (FEEDBACKER) .....	106
IMAGEN 29 MODELO DE VISTAS 4+1 DE KRUCHTEN.....	108
IMAGEN 30 DIAGRAMA CONCEPTUAL DE MARCO DE TRABAJO PROPUESTO PARA EMOTEA .....	111
IMAGEN 31 FORMATO DE REVISIÓN HEURÍSTICA DE APLICACIONES INCLUSIVAS (FORMATO ORIGINAL EN MS EXCEL) .....	33

# Lista de Tablas

TABLA 1 NIVELES DE COMPROMISO EN EL TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA .....	32
TABLA 2 COMPONENTES DEL ACTO COMUNICATIVO .....	34
TABLA 3 HALLAZGOS DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA TRATAMIENTO DE TEA .....	39
TABLA 4 ESTÁNDARES MÁS RELEVANTES QUE HACEN REFERENCIA A LA USABILIDAD.....	55
TABLA 5 HEURÍSTICAS DE USABILIDAD PARA APLICACIONES FORMATIVAS INFANTILES .....	58
TABLA 6 INSTITUCIONES CON UNIDADES DE ANÁLISIS CONTEMPLADAS EN EL ESTUDIO.....	74
TABLA 7 HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	74
TABLA 8 CUANTIFICACIÓN DE CRITERIOS PARA VALORACIÓN DE FACTORES .....	77
TABLA 9 CRITERIOS DE USABILIDAD DE APLICACIONES INCLUSIVAS PARA TEA.....	77
TABLA 10 GRUPO DE EXPERTOS PARA EVALUACIÓN HEURÍSTICA .....	80
TABLA 11 RESULTADOS DE EVALUACIÓN HEURÍSTICA DE APP INCLUSIVAS .....	81
TABLA 12 APLICACIONES INCLUSIVAS SELECCIONADAS PARA ACTIVIDAD EXPLORATORIA .....	84
TABLA 13 RELACIÓN DE EMOCIONES PREDOMINANTES AL USO DE APP INCLUSIVAS .....	88
TABLA 14 SISTEMAS ALTERNATIVOS Y AUMENTATIVOS DE COMUNICACIÓN (SAAC).....	93
TABLA 15 FACTORES DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD DE APLICACIONES INCLUSIVAS PARA TEA.....	31
TABLA 16 CUANTIFICACIÓN DE CRITERIOS PARA VALORACIÓN DE FACTORES .....	31
TABLA 17 CRITERIOS DE USABILIDAD DE APLICACIONES INCLUSIVAS PARA TEA.....	32

# CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN

## 1.1 El problema de investigación

Los resultados e impacto de las actividades del ser humano están ligadas con los niveles de inteligencia emocional y social que hayan sido creados especialmente durante su etapa de niñez. De acuerdo con [1] se han realizado estudios generalmente en etapas tempranas de aprendizaje en niños, donde dichos niveles que alguien puede tener son: Autoconocimiento, Autocontrol, Automotivación, Reconocimiento y Habilidades sociales. En tal sentido, es significativo que las bases de formación en las personas están acompañadas por iniciativas de fortalecimiento y creación de habilidades que mejoren dichos niveles emocionales, de manera que la forma en que reaccionamos ante las eventualidades ocurridas en nuestro desempeño personal represente una notoria diferencia para el mejoramiento de los logros que puedan ser alcanzados.

La situación anterior se torna más compleja en casos de niños con discapacidad intelectual y del desarrollo (DID), especialmente aquellos con padecimiento de *Trastorno de Espectro Autista -TEA*. Este trastorno es una condición neurológica y de desarrollo que comienza en la niñez y dura toda la vida. Afecta cómo una persona se comporta, cómo interactúa con los demás, cómo se comunica y la manera como aprende. Este trastorno incluye lo que se conoce como síndrome de *Asperger* y el *trastorno generalizado del desarrollo* no especificado. Se le llama "trastorno de espectro" porque diferentes personas con TEA pueden tener una gran variedad de síntomas distintos. Quienes lo padecen pueden tener problemas para hablar con otra persona y es posible que no miren a los ojos cuando se les habla. Además, pueden tener intereses limitados y comportamientos repetitivos.

El Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC)<sup>1</sup> de los Estados Unidos reconoce que existen muchas maneras de maximizar la capacidad de un

---

<sup>1</sup> <https://www.cdc.gov>



niño con TEA, de manera que pueda crecer y aprender nuevas habilidades. Cuanto antes se comience con su intervención, mayores son las probabilidades de tener más efectos positivos en los síntomas y en sus aptitudes. Generalmente, estos tratamientos se dividen en varias categorías entre las cuales se tiene el *Enfoque en torno al comportamiento* y la *comunicación* como marco principal para el desarrollo de habilidades para el comportamiento y la comunicación de los niños con TEA. Sin embargo, estos tratamientos incluyen terapias de comportamiento y de comunicación, desarrollo de habilidades y/o medicamentos para controlar los síntomas, pero son escasos los casos en los que se haya profundizado en el diseño de modelos de uso de tecnologías inclusivas que permitan potencializar sus habilidades y competencias.

Justamente, uno de los inconvenientes en el tratamiento de niños con TEA es el tradicional manejo de las emociones por parte de sus terapeutas con formación en aspectos como el aprendizaje colaborativo, la adaptación social, la toma de decisiones, la capacidad de afrontar conflictos, es decir, el manejo de inteligencia emocional [2]; pero ligado a este ejercicio, se requiere explorar otras alternativas relacionadas al fortalecimiento de habilidades sin aplicar instrumentos de manera invasiva o el uso de herramientas computacionales que estimulen dichas competencias de una manera más natural. Uno de estos aspectos por explorar es la característica de cómo la mayoría de los niños con TEA muestran interés por las imágenes (pictogramas), desde la noción de representación física que luego se configura como una idea en el quehacer de estas personas [3].

Es claro entonces que la tecnología es una gran aliada para ayudar en el desarrollo de personas con trastornos como el autismo y en este contexto, al profundizar en las iniciativas de desarrollo de aplicaciones computacionales, se encuentra una proliferación de iniciativas tendientes al apoyo terapéutico de esta población, pero ajustadas a casos particulares que han generado la formulación de proyectos en muchos casos, y de colecciones de aplicaciones móviles orientadas a comunidades que trabajen en el tratamiento de este trastorno. La mayoría de estos tratamientos se han centrado en el manejo terapéutico basado en la presentación de imágenes (pictogramas) ordenadas de manera lógica de acuerdo con el tipo de caso particular de TEA identificado, al parecer por ser un elemento de atención en el niño y de alto efecto en las reacciones esperadas.

En consecuencia y teniendo en cuenta diversas experiencias consultadas y que están relacionadas con el tratamiento pedagógico para la estimulación cognitiva, nos centraremos en el tratamiento que hace uso de la presentación ordenada de pictogramas para lograr en el niño con TEA la estimulación suficiente que conlleve a la preparación mental y emocional que lo acerque con actividades de la vida cotidiana.



Imagen 1 Pictogramas para tratamiento de TEA

Es por ello, que pensar en el diseño de aplicaciones computacionales inclusivas que permitan la integración de algunos elementos pictográficos en los procesos de trabajo de niños con TEA, pueda resultar en una mejora significativa en la manera en que ellos adquieren habilidades para la inteligencia emocional, y por tanto la premisa inicial del desarrollo de esta propuesta sería *¿en qué medida el uso de aplicaciones computacionales inclusivas puede facilitar la implementación de actividades terapéuticas que faciliten el fortalecimiento de los niveles de inteligencia emocional y social en niños con TEA y cómo ello permitiría proponer un marco de trabajo para el desarrollo de aplicaciones inclusivas orientadas al tratamiento de este trastorno?*

Esta pregunta formulada, permite establecer la siguiente hipótesis:

“El uso de aplicaciones computacionales enfocadas en el manejo pictográfico, aplicadas al interior del tratamiento regular de niños con TEA, permite el

fortalecimiento de algunas habilidades, especialmente habilidades sociales y de motivación (manejo de emociones)”.

“Es posible generar un marco de recomendaciones para el diseño de aplicaciones inclusivas, orientadas al desarrollo de aplicaciones terapéuticas para el tratamiento del TEA, bajo el enfoque del diseño centrado en el usuario”.

“La adopción de las recomendaciones de diseño propuestas facilita el desarrollo de software inclusivo aplicable a procesos terapéuticos en pacientes que han sido diagnosticados con TEA”.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Especificar un conjunto de recomendaciones, a partir de lineamientos de modelo de procesos de software y metodología de diseño centrado en el usuario, para implementar aplicaciones inclusivas que brinden apoyo al tratamiento del nivel 1 del Trastorno de Espectro Autista -TEA.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Realizar una revisión sistemática de información de las técnicas terapéuticas y de las técnicas de implementación<sup>2</sup> utilizadas para la construcción de aplicaciones inclusivas utilizadas en el tratamiento del Autismo.
- Establecer una relación de correspondencia entre los requerimientos necesarios para la realización de tratamientos para TEA y las técnicas fundamentadas en la

---

<sup>2</sup> Técnicas en este contexto hace referencia al conjunto de actividades realizadas para la obtención de aplicaciones inclusivas, que no necesariamente obedezcan al uso de metodologías formales.

metodología DCU que más de adapten a esos requisitos, para la obtención de recomendaciones para el diseño de aplicaciones inclusivas pertinentes.

- Realizar la validación<sup>3</sup> con pruebas de usabilidad<sup>4</sup> de algunas aplicaciones existentes<sup>5</sup> bajo métricas apropiadas, permitiendo medir y establecer el impacto en el fortalecimiento de las habilidades emocionales esperadas.

### 1.3 Metodología

Este proyecto es de carácter interdisciplinario no solo por la naturaleza del estudio, sino por la integración de distintas estrategias provenientes de varios campos del saber, al buscar articular este estudio con resultados de otros proyectos estudiados.

Teniendo en cuenta los dos componentes centrales en los que se sustenta este proyecto: Un aspecto **Psico-Educativo** (relacionado con el tratamiento del TEA, el desarrollo de habilidades intrapersonales (como la motivación) y habilidades sociales para la inteligencia emocional en niños con dicho síndrome y especialmente el diseño de Métricas de medición de habilidades para la inteligencia emocional en niños con autismo); y otro aspecto **Tecnológico** (ligado a la valoración de la usabilidad de aplicaciones inclusivas usadas en el tratamiento de niños con autismo); se plantea para el desarrollo de la investigación un enfoque metodológico de carácter mixto (cuantitativo y cualitativo) cuasi-experimental.

Desde el punto de vista tecnológico disciplinar, se explora el uso de sistemas computacionales interactivos enfocados en teorías de la interacción humano-computador –HCI, para el análisis de las interfaces aplicadas en el mejoramiento de los aspectos cognitivos, basados en generación de habilidades para la inteligencia emocional en niños autistas, además de la identificación de valides del uso de algunos aspectos de la ingeniería de la colaboración para el desarrollo de

---

<sup>3</sup> Hace referencia a verificaciones preliminares de usabilidad, dado que el alcance del proyecto no permite llegar en esta fase a un estudio detallado donde se puedan validar con expertos clínicos ni terapéuticos.

<sup>4</sup> El referente para el proyecto de investigación es la validación mediante métricas de Nielsen.

<sup>5</sup> Encontradas en bases de Apple Store o Play Store, para el caso de app móviles.

actividades formativo-terapéuticas que pudieran ser aplicadas en los actuales tratamientos desarrollados.

### 1.3.1 Descripción de las Fases de Desarrollo

#### Fase Uno: Definición de tipo de estudio

Esta primera fase está soportada en el estudio de tres categorías básicas que son el núcleo central del análisis: particularidades de la inteligencia emocional, la caracterización del trastorno de espectro autista (TEA) y las propiedades de diseño de software inclusivo adaptable a tratamientos del autismo, esto como aspectos generales del estudio. Esta etapa del proyecto hace una descripción detallada del contexto problémico del estudio y el planteamiento de las hipótesis más relevantes sobre las cuales se realiza la totalidad de actividades de la investigación.

#### Fase dos: Diseño y desarrollo metodológico

Esta fase está dirigida a partir de una revisión sistemática y meta-análisis [4] para integrar los hallazgos que resulten encontrados. Se dedica a la exploración del estado del arte acerca de la Inteligencia Emocional como factor determinante para el desarrollo de diversas áreas vitales del ser humano y puntualmente en niños que sufren de discapacidades como el trastorno de espectro autista. Para ello se exploraría los diversos modelos existentes en relación con la inteligencia emocional, especialmente las habilidades intrapersonales (motivación) e Interpersonales (habilidades sociales) así como sus características ligadas con procesos de formación. Entre los modelos a explorar estarían:

- Modelo de Goleman (1995)
- Modelo de Bar-On (1998)
- Modelo TEACCH (2010) –Tratamiento de TEA

Desde lo disciplinar de las ciencias computacionales, esta etapa busca profundizar en los siguientes elementos:

A. La identificación de **modelos de arquitectura para el diseño de aplicaciones de software inclusivo** y con posibilidad de ser utilizado como objetos

para la formación y capacidad terapéutica de adherir elementos que den validez al aprendizaje alcanzado (desarrollo de habilidades emocionales). En consecuencia, se explora el estado de la técnica relacionada con el tema de estudio y la posibilidad de nuevos diseños que mejoren la experiencia de usuario de estudios anteriores. Con lo anterior, se espera que este componente contenga elementos como:

- Modelos y patrones de diseño de aplicaciones inclusivas con interacción hardware-software.
- Principios de diseño de aplicaciones inclusivas basadas en interacción humano-computador -HCI y la experiencia del usuario -UX.
- Patrones de diseño de interfaces adaptables para discapacidad física (TEA)

B. El foco de estudio de las condiciones de discapacidad establecidas para el actual proyecto, que están basados en el ***Trastorno de Espectro Autista*** (TEA). En este sentido se explorarían los siguientes aspectos:

- Niveles de atención
- Reacciones físicas relacionadas con cambios emocionales
- Lenguaje oral y gestual
- Sistemas comunicacionales particulares para TEA

Esta parte del desarrollo de la fase de exploración teórica está centrada en la elaboración de un estudio de caso con por lo menos tres unidades de análisis (niños que padecen TEA con edades entre los cinco (5) y los doce (12) años, que nos permita obtener una base de conocimiento inicial del fenómeno a explorar.

En el mismo sentido expuesto y especialmente dentro del estudio de caso, se exploraría sobre el uso de herramientas para el desarrollo de habilidades propias de la inteligencia emocional en niños con TEA y su efectividad en las unidades de análisis seleccionadas para el estudio.



Imagen 2 Herramientas para desarrollo de habilidades de inteligencia emocional en niños con TEA (Elaboración propia)

Con lo anterior se busca obtener una caracterización de la población objeto de estudio que sea seleccionada y sus posibilidades de intervención de acuerdo a las características que de los entornos personales de aprendizaje particulares se haya recopilado y adaptado. Lo anterior nos permite tener un diagnóstico general, además de identificar los rasgos de mayor congruencia entre las discapacidades y las categorías más pertinentes para su intervención, permitiendo así una mejor adaptación a los criterios de la investigación.

Dentro de las actividades a realizar en esta etapa se tiene la aplicación de instrumentos para la recolección de información acerca de los niveles de inteligencia emocional del estudio de caso realizado, además de la identificación de posibles patrones de diseño de aplicaciones computacionales basadas en la inclusión con fines de aprendizaje y la selección de por lo menos dos casos experimentales para la siguiente fase del proyecto.

### **Fase tres: Validación y recomendación de diseño inclusivo**

Se pretende que luego de la realización de las etapas anteriores, sus resultados puedan ser validados a través de métricas y análisis tanto cualitativo como

cuantitativo con indicadores de evaluación de apropiación de habilidades de inteligencia emocional en niños con trastorno de espectro autista. Las herramientas por considerar en esta etapa son: instrumentos de recopilación de información no invasiva como formatos de observación directa, monitoreo de cambios emocionales a partir de expresiones faciales, filmación de actividades y análisis de imágenes, medición de factores de inteligencia emocional susceptibles de simulación y prototipación de un inicio de entorno de aprendizaje inclusivo.

Las actividades en esta fase culminan con la validación de aplicaciones inclusivas para el tratamiento de TEA, además de un conjunto de recomendaciones para el diseño de aplicaciones computacionales inclusivas, que puedan servir como referente para el desarrollo de nuevos productos de generación de competencias en niños con autismo (modelos Psico-Educativo y Tecnológico).

La imagen 3, muestra las fases de la metodología definidas:



Imagen 3 Metodología del proyecto

#### 1.4 Contexto de la investigación

Actualmente, se está trabajando con una niña de siete (7) años del Centro Pedagógico Leonardo Davinci quien está diagnosticada con grado uno de Síndrome de Espectro Autista y cuenta con el acompañamiento de una profesional en



fonoaudiología y una fisioterapeuta, ambas con experiencia en el manejo clínico de este tipo de casos especiales.

De igual manera, se cuenta con otra niña de la misma edad (7 años) no vinculada a ninguna institución educativa, con quien se realiza el mismo proceso de estudio para la identificación de niveles emocionales y su consecuente desarrollo a partir de la realización de actividades enfocadas en la usabilidad de herramientas computacionales diseñadas para el manejo del autismo.

Para la realización del estudio de caso con estas dos unidades de análisis, se ha definido los formatos para el Consentimiento informado a los padres y un test de medición del coeficiente de TEA, con los cuales se obtiene los valores iniciales de referencia que al final nos permiten determinar el nivel de aprendizaje y mejora de las habilidades emocionales y sociales alcanzados en las niñas (ver sección de Anexos).

### **1.5 Organización del documento**

El documento está dividido en los capítulos que se describen a continuación:

El Capítulo **1**, contiene el planteamiento del problema, las razones que motivan la investigación y su enfoque de actuación, los objetivos, la metodología empleada para el desarrollo del trabajo de grado y la estructura del documento.

En el Capítulo **2** se presenta la base conceptual y contiene los referentes teóricos necesarios para comprender la información presentada en el documento, así como el modelo conceptual en el cual se establecieron los componentes teóricos más relevantes del estudio realizado, tanto desde la parte propia del conocimiento del Autismo, como del modelo de análisis de usabilidad realizado basándonos en el diseño centrado en el usuario.

En el Capítulo **3**, se describe el estado del arte, en el cual se definen los trabajos relacionados con temáticas similares, que conducen a la definición del campo teórico de la presente investigación.

En el Capítulo **4** se define los aspectos metodológicos inferidos para el diseño de aplicaciones inclusivas que sean válidos para su utilización al interior del tratamiento del trastorno de espectro autista.

En el Capítulo **5**, se presenta la realización del estudio de caso realizado, los métodos y herramientas aplicadas, así como los resultados más relevantes que para esta investigación se lograron.

El Capítulo **6** está dedicado a proponer algún marco de recomendaciones y buenas prácticas para el diseño de aplicaciones computacionales inclusivas que, a partir de los resultados anteriores, se puedan brindar en el tratamiento del TEA.

Finalmente, en el Capítulo **7**, se presentan las conclusiones, aportes y trabajos futuros.

# CAPÍTULO 2 - BASE CONCEPTUAL

## 2.1 Aspectos generales acerca de la inteligencia emocional

Actualmente son muchas las definiciones que se tienen acerca de lo que se puede concebir como inteligencia emocional, ante esto, para el proyecto de investigación que origina este escrito se toma la posición de Gardner quien concibe la inteligencia emocional como “el potencial bio-psicológico para procesar información que puede generarse en el contexto cultural para resolver problemas” [5], además de definiciones como las de Martineaud y Elgehart, quienes definen la inteligencia emocional como “la capacidad para leer nuestros sentimientos, controlar nuestros impulsos, razonar, permanecer tranquilos y optimistas cuando no nos vemos confrontados a ciertas pruebas y mantenernos a la escucha del otro” [6]. Por otro lado, Goleman expresa que sólo en los años 90’s surge un modelo científico de la mente emocional, y explica como gran parte de lo que hacemos se dirige emocionalmente con sus propias razones y lógica [2].

Por tanto, se considera relevante la identificación de las habilidades que son tenidas en cuenta dentro de la investigación y que hacen parte de la inteligencia emocional, de manera que su estímulo, mediante técnicas alternativas a la formación y terapia tradicional, aporte a los objetivos propuestos [7]. En este sentido el estudio se centra en las siguientes habilidades:

- El Autoconocimiento<sup>6</sup>.
- Las habilidades sociales<sup>7</sup>.

De acuerdo con diversos autores [8], el manejo adecuado y a conciencia de estas habilidades dentro del proceso de formación básica en una persona, debería fortalecer las competencias blandas que, junto a otras competencias disciplinares que se adquieren dentro del proceso de formación tradicional, conlleven a la persona a un nivel de realización que asegure mejores resultados en las actividades que esta realice a lo largo de su vida.

Las emociones son tan complejas que los niños que presentan discapacidades o algún tipo de déficit no pueden quedarse ajenos al mundo emocional, como un aspecto más integrante de la sociedad en la que nos encontramos inmersos, y en este caso se encuentran presentes los autistas. Las características presentes en los autistas, caracterizadas por la conocida triada de alteraciones<sup>8</sup>, formada por la socialización, comunicación e imaginación, pone de manifiesto que estos sujetos

---

<sup>6</sup> Entendida como la capacidad de reconocer mis emociones, así los puntos fuertes y débiles del manejo de nuestras emociones.

<sup>7</sup> Tomado como las capacidades para relacionarse con otras personas, con un acercamiento eficaz.

<sup>8</sup> Triada de Wing

responden de forma no usual a los estímulos sensoriales, muy característico de ellos es que realizan gran variedad de conductas estereotipadas, mostrando una dicotomía sensorial, en cuanto a que en algunos casos muestran demasiada atención a los estímulos sensoriales y por el contrario en otras ocasiones, muestran aversión o no reaccionan ante ellos.

Podemos señalar además otras conductas anómalas asociadas al autismo, como son la resistencia ante los cambios de rutina (en horarios, en su entorno); la mayoría presenta grandes habilidades viso-motoras; problemas de conducta; isletas de habilidad (en cuanto a que presentan habilidades cognitivas y manuales superiores a las que cabría de acorde a su nivel de desarrollo); comportamientos ritualistas, con obsesiones y compulsiones; y en ocasiones se produce un grave deterioro cognitivo debido a la asociación existente entre el retraso mental y el autismo. Por ello a pesar de estas características presentes en las personas con TEA, es necesario utilizar el uso que nos proporcionan la inmersión de las TIC en nuestra sociedad, proporcionando información, y permitiendo, que personas que presentan grandes déficits puedan interactuar socialmente a través del empleo de medios tecnológicos, eliminando las barreras propias del acceso a estas TIC, desarrollar software específico para personas con trastornos del desarrollo, interviniendo con el sujeto y ayudando al profesional en la intervención con estas personas, así como facilitar la vida y atención con y para sus familiares.

### **2.1.1 Percepción de las emociones en los autistas**

El logro de todo proceso comunicativo se encuentra en que el sujeto sea capaz de interpretar el contexto en el que se encuentra, partiendo de la activación de recuerdos o experiencias anteriores, creencias y conocimientos que han sido aprendidos con anterioridad dentro del ámbito sociocultural en el que nos encontramos. Teniendo en cuenta que es necesario que se activen las estructuras cognitivas, junto con el apoyo que proporciona el contexto del discurso o la situación en la que tiene lugar, haciendo posible la interpretación de las intenciones y estados mentales que se manifiestan en los distintos entornos sociales.

Precisamente es en ese punto donde se encuentra la problemática en los autistas, ellos no son capaces de comprender, y en consecuencia no pueden realizar atribuciones de los mundos mentales (como pueden ser creencias, deseos, emociones) a la otra persona que se encuentra formando parte del proceso comunicativo. Cabría entonces plantearse la pregunta ¿Se encuentran presentes las emociones en los autistas? Aunque parece una paradoja que nos preguntemos si los autistas presentan emociones, teniendo en cuenta las características que presentan las personas con este trastorno, y las carencias al mismo tiempo en cuanto a relaciones sociales e interacciones personales, es una pregunta constante y que permanece a lo largo del tiempo por varios autores [9], y de hecho ¿Por qué actúan estas personas como si no establecieran lazos emocionales con el resto de personas? Su diagnóstico es simple: “el circuito emocional no está conectado”; eso

es lo que falla y como señala Kanner<sup>9</sup> “hemos de asumir que estos niños han nacido con una discapacidad” que no les permite establecer lazos emocionales con otras personas, “del mismo modo que otros niños nacen con trabas físicas o intelectuales”.

Uno de los vínculos más importantes para comunicar emociones, y facilitar la interacción social, lo constituye la expresión facial [10], al mismo tiempo la percepción y decodificación de estas expresiones faciales, potencia una habilidad muy significativa que mejorará la interacción social, como ha podido observarse en diversos individuos, que no solo presentan TEA, sino también con esquizofrenia, deficiencia mental, depresión y otro tipo de alteraciones. Los autistas no son capaces de “leer” los sentimientos que otras personas manifiestan a través de expresiones faciales, o de indicaciones orales con la voz, debido a que presentan un déficit para posibilitar la comprensión de las emociones.

Existen diversas investigaciones (Hobson y Weeks; Jennings) a través de las cuales se extrae que estos sujetos con TEA son capaces de clasificar las caras de diferentes personas, en las que se encuentran presentes las mismas emociones, y al mismo tiempo eran capaces de identificar a las mismas personas, aunque con diferentes expresiones emocionales, teniendo en cuenta, que los autistas emplean mayor tiempo en realizar cualquier tarea con respecto a la población normal.

## **2.2 Trastorno de Espectro Autista**

El Trastorno del Espectro Autista es parte de los trastornos del desarrollo neurológico de tipo permanente, en el que se deterioran las áreas relacionadas con la interacción social, comunicación, comportamiento, intereses entre otras [11]. De acuerdo con [12] en el ambiente educativo se le da importancia a la dimensión afectiva de los procesos de aprendizaje. Sin embargo, este autor explica que los aspectos emocionales en educación siguen siendo un reto complejo en nuestra actualidad.

De igual manera, [7] explica que la emoción se constituye de tres componentes: Neurofisiológico, Conductual y Cognitivo. El componente neurofisiológico se manifiesta en aspectos tales como la respiración, la sudoración y la hipertensión, que si bien son respuestas involuntarias que el individuo no puede controlar, aclara que si se pueden prevenir mediante técnicas apropiadas. El componente conductual se relaciona con las expresiones faciales, el lenguaje no verbal, el tono de voz y los movimientos del cuerpo, entre otros. A diferencia del componente neurofisiológico esas expresiones son controlables y aportan señales de bastante precisión sobre el estado emocional de la persona. El componente cognitivo es el que se relaciona

---

<sup>9</sup> En su artículo “Las alteraciones del contacto afectivos en los autistas” (1943).

con los sentimientos, pues el miedo, la angustia y la rabia, entre otras emociones se expresan en este componente.

El autor distingue el componente cognitivo del neurofisiológico, en términos de emoción y sentimiento. Es decir, el estado corporal (neurofisiológico) expresa la emoción y es una sensación que se produce inconscientemente, mientras que el estado mental (cognitivo) expresa el sentimiento y lo hace de manera consciente. Si trasladamos los componentes propuestos por [8] a un escenario donde quien aprende es una persona con características particulares de desarrollo físico y cognitivo, como puede ser un niño con TEA, el panorama de identificación y trabajo de los aspectos neurofisiológico, conductual y cognitivo aparece de una manera más compleja y requiere de una comprensión más detallada de su naturaleza y condiciones particulares.

La diversidad de hipótesis acerca de la naturaleza del trastorno autista que ha habido durante las últimas décadas, todas ellas centradas más en la causa que en los procesos mentales subyacentes, ha limitado mucho la eficacia de los diferentes tratamientos aplicados para su "rehabilitación" [13].

Afortunadamente, en los últimos años, los avances realizados en las investigaciones sobre los aspectos mentales y cognitivos de las personas con TEA, junto a las comunicaciones personales realizadas por muchas de estas personas acerca de cómo veían y ven el mundo que les rodea, han permitido acercarnos a sus mentes [13]. Lo anterior permite tener una idea más acertada de cómo un niño con TEA ve el mundo que lo rodea, y de cuáles son las dificultades que aparecen en su relación con él.

Estos estudios, por ejemplo, han permitido diferenciar el TEA en tres niveles de acuerdo con las características de percepción y alteración sensorial de quien lo padece de la siguiente manera:

Tabla 1 Niveles de compromiso en el Trastorno del Espectro Autista

Nivel diagnóstico	Comunicación Social	Intereses restringidos y conductas repetitivas
<p align="center"><b>Nivel 1:</b> <b>“Requiere soporte”</b></p>	<p>Sin recibir apoyo, déficit en la comunicación social que causan discapacidades observables. Tiene dificultad al iniciar interacciones sociales y demuestra claros ejemplos de respuestas atípicas o no exitosas a las aproximaciones sociales de otros.</p>	<p>Rituales y conductas repetitivas causan interferencia significativa con el funcionamiento en uno o más contextos. Resiste intentos de otros para interrumpir rituales y conductas repetitivas o ser apartado de un interés fijo.</p>

	Puede aparentar una disminución en el interés a interactuar socialmente.	
<b>Nivel 2: “Requiere soporte esencial”</b>	Marcado déficit en habilidades de comunicación social verbal y no verbal; aparentes discapacidades sociales incluso recibiendo apoyo; limitada iniciación de interacciones sociales y reducida o anormal respuesta a las aproximaciones sociales de otros.	Rituales y conductas repetitivas y/o preocupaciones o intereses fijos aparecen con suficiente frecuencia como para ser obvios al observador casual e interfieren con el funcionamiento en varios contextos. Se evidencia malestar o frustración cuando se interrumpen rituales y conductas repetitivas; dificultad de apartarlo de un interés fijo.
<b>Nivel 3: “Requiere soporte muy importante”</b>	Déficit severo en habilidades de comunicación social verbal y no verbal que causan severas discapacidades de funcionamiento; muy limitada iniciación de interacciones sociales y mínima respuesta a las aproximaciones sociales de otros.	Preocupaciones, rituales fijos y/o conductas repetitivas que interfieren marcadamente con el funcionamiento en todas las esferas. Marcado malestar cuando los rituales o rutinas son interrumpidos; resulta muy difícil apartarlo de un interés fijo o retorna a él rápidamente.

Algunas particularidades [13] de las personas con TEA sirven para identificar las características que han de tenerse en cuenta para el diseño de soluciones computacionales que aporten a los tratamientos que actualmente se utilizan. Entre estas características se tiene:

- El pensamiento visual
- Dificultad para la anticipación
- Alteraciones sensoriales
- Dificultades en la coherencia central (Encontrar diferencias entre objetos o personas)
- Funciones ejecutivas (control de impulsos)

El uso de tecnologías para mejorar y estimular particularmente la comunicación de los niños con TEA ha aumentado en los últimos tiempos de manera exponencial. Estas herramientas en contextos terapéuticos posibilitan una generalización del comportamiento hacia contextos naturales del niño. Por lo tanto, se pretende verificar en este estudio de caso si el uso de software especializado y mediante dispositivos móviles permite a niños diagnosticados con **nivel 1 de TEA** que se avance con su tratamiento, fuera del ámbito clínico, pudiendo utilizarlo en su casa/escuela para comunicarse con sus vínculos sociales cercanos; por lo tanto, se diseñará este estudio mediante modelos de interacción humano-computador.

### 2.3 Tratamientos para el Trastorno de Espectro Autista

La comunicación es uno de los objetivos más importantes en el proceso de trabajo de una persona con autismo [14], por lo que el desarrollo de esta habilidad tiene que estar presente en todas las situaciones de su tratamiento. Hay que aprovechar cualquier situación para fomentar la comunicación, ya sea en contexto de actividades académicas o de ocio. Lo importante es crear múltiples situaciones para incentivar a la persona a comunicarse, atendiendo en todo momento a sus actos y reacciones comunicativas. Según [15] "Todos los sujetos autistas presentan, en mayor o menor grado, un fallo para desarrollar adecuadamente las habilidades comunicativas y lingüísticas. Los trastornos del lenguaje pueden variar, podemos encontrarnos desde con una ausencia total del habla hasta con una adquisición simplemente retrasada que se acompaña con rasgos desviados del lenguaje". Todo acto comunicativo consta de varios componentes:

Tabla 2 Componentes del acto comunicativo

<b>Modalidad</b>	<b>Función</b>	<b>Contenido</b>	<b>Contexto</b>
No verbal:	Petición	Objeto	Lugar
Actos instrumentales	Rechazo	Acción	Persona
Gestos naturales	Respuesta	Persona	
Sistemas Alternativos de Comunicación (SAC)	Pregunta		



	Comentario		
--	------------	--	--

De acuerdo con los componentes presentados en la Tabla 1, se analiza la conducta del niño con TEA y de acuerdo con los resultados se elabora el programa de intervención educativa integral particular. Se debe tener en cuenta que una persona con TEA manifiesta, generalmente, alteraciones profundas y complejas en el área de comunicación, tanto verbal como no verbal, presentando ausencia de la intención comunicativa o alteraciones en la utilización del lenguaje [15]. Por lo tanto, dentro de la comunicación no verbal, hay que distinguir entre actos instrumentales, gestos naturales y Sistemas Alternativos de Comunicación (SAC).

Para este estudio de caso, nos centramos exclusivamente en los sistemas alternativos de comunicación, que son las habilidades de la inteligencia emocional y social que se pretende analizar y para los cuales se desarrollaría una solución posterior con enfoque de la interacción humano-computador.

## **2.4 Principios de la educación inclusiva**

Uno de los grandes problemas en la educación es el inadecuado manejo de las emociones, esto por falta de formación en aspectos como el aprendizaje colaborativo, la adaptación social, la toma de decisiones, la capacidad de afrontar conflictos, es decir, lo que es conocido como inteligencia emocional [16]. Lo anterior demuestra una relación directa entre inteligencia emocional y aprendizaje, sin embargo, los procesos de formación en general se centran más en la adaptabilidad del estudiante a ciertos procesos sociales y de trabajo en grupo [2]. Esta situación se torna más compleja cuando se analiza el proceso de formación y tratamiento de personas con algún tipo de discapacidad, especialmente el Trastorno de Espectro Autista –TEA.

En el caso de las personas con TEA, el ritmo de trabajo de cada persona, sus capacidades y necesidades van a variar dependiendo de sus características y de su progreso, lo que hace necesario llevar a cabo aplicaciones digitales fácilmente

adaptables a estas necesidades [17]. Por lo tanto, se debe profundizar en las nuevas alternativas de uso de herramientas computacionales, basadas en la interacción humano computador –HCI, para el mejoramiento de las condiciones emocionales y sociales de niños con TEA que conlleven al mejoramiento de su calidad de vida. En tal sentido, este estudio de caso tiene como propósito fundamental la exploración de diferentes aplicaciones computacionales que permitan el desarrollo de habilidades propias de la inteligencia emocional en niños con TEA, utilizando para ello principios de interacción y accesibilidad de un recurso tecnológico vinculado a procesos de tratamiento actuales del autismo.

#### 2.4.1 Programas de tratamiento y educación actual

El programa TEACCH (*“Treatment and Education of Autistic and related Communication Handicapped Children”*) proporciona, diferentes servicios tanto para las personas con autismo y trastornos asociados, como para sus familias [18]. Su fundador, Eric Schopler, ha desarrollado, a través de numerosas publicaciones en “The TEACCH Division”, diversas programaciones y una metodología de enorme influencia en el trabajo con las personas con graves dificultades en la comunicación y por tanto aplicables a los alumnos que se encuentran enmarcados dentro del espectro autista [18] [15].

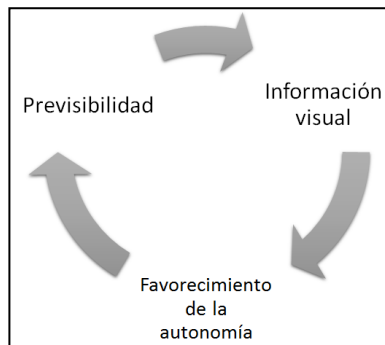


Imagen 4 Modelo TEACCH

El uso de TEACCH como modelo de tratamiento, busca lograr que, mediante la aplicación de las actividades preparadas, el niño con TEA logre un mejoramiento en su autonomía, mientras evita las dificultades de comunicación y comprensión del

lenguaje [11]. Las tareas propias para niños con TEA que empiezan a trabajar en esta metodología son aquellas tareas que son manipulativas y que enseñan los principios de la tarea: la idea de complemento, de buscar las instrucciones, uso de los materiales y todo aquello que se defina para las competencias emocionales o sociales que se desee trabajar.

Es de resaltar que quien trabaja con personas con autismo debe conocer que la motivación es clave para conseguir aprendizajes. La atención y la motivación aumentan cuando las actividades son diseñadas con claridad. Cualquier actividad que se desee hacer, hay que diseñarla como si se tratará de una actividad con características TEACCH.

Una alternativa a TEACH ha sido la utilización de aplicaciones de software con tecnología NFC (“Near Field Communication”) para niños con diversidad funcional que, mediante su uso en dispositivos móviles, utilizan pictogramas animados para la representación de actividades cotidianas de una persona, con lo cual se busca favorecer la comunicación, permitir planificar, organizar y anticipar de ciertas actividades.

Se espera validar si estas herramientas contribuyen a las terapias convencionales y favorecen una mejor interacción social. Las actividades de las aplicaciones están pensadas para ser desarrolladas de manera tripartita, es decir que se fomentará la interacción entre el niño, las nuevas tecnologías y el profesional o tutor y se apunta a que sea transferible a distintos ámbitos de referencia del niño, principalmente familia y el centro educativo en el que se encuentre [19].

#### **2.4.2 Modelos computacionales como apoyo al tratamiento del TEA**

Los niños con TEA, como también otros niños que no padecen este trastorno, presentan una afinidad por las tecnologías de la información y la comunicación -TIC [20]. Teniendo en cuenta esta característica, dentro del tratamiento del TEA se debe considerar el uso de Interfaces Naturales de Usuario (Natural User Interface) donde

el usuario interactúa sin utilizar controles de mando o dispositivos de entrada tales como el mouse, teclado, touchpad, joystick, y otros [21] [22]. En lugar de estos controles, se hace uso de movimientos gestuales como las manos o el cuerpo, que se convierten en el control de mando de la aplicación. La realidad aumentada es otro concepto que ha resultado útil en algunos casos para el tratamiento del TEA, usada para definir una visión a través de un dispositivo tecnológico de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real [23].

En el ámbito escolar existen niños con necesidades educativas especiales, dentro de estos se encuentran estudiantes con TEA, con características para tener en cuenta para llevar a cabo una intervención acertada y eficiente. Puesto que en la escuela se desarrolla una parte importante de la vida de los niños; para favorecer la evolución personal y social de estas personas es preciso que la intervención psicoeducativa ofrezca respuestas a las necesidades individuales aportando el apoyo necesario en la instrucción académica y favoreciendo, también, la integración en su grupo de iguales [24].

Con relación al uso de aplicaciones de este tipo en el tratamiento de casos de TEA, se encuentra que no existe una metodología de intervención general para una evaluación objetiva con respecto al nivel de facilidad de uso de las aplicaciones con las que se ha experimentado, y estas deben ser ajustadas de manera particular para cada caso de estudio seleccionado. Esto significa que los resultados concluyentes se deben recolectar mediante la ejecución de pruebas que evalúen la usabilidad en cada caso. Lo anterior es coherente con las experiencias obtenidas por [24] [25] y [26], quienes evalúan la usabilidad de la interfaz natural de usuario a través de pruebas dirigidas mediante interacciones touch-less orientadas hacia las acciones más comunes en niños con TEA como pueden ser el hacer clic, arrastrar, desplazarse o hacer zoom a una serie de imágenes (pictogramas) en la pantalla. El nivel de usabilidad se define por una escala de calificación dividida en un grado de diez donde la calificación 9 (nueve) representa la experiencia intuitiva y sin requisito necesario para el aprendizaje y la calificación 0 (cero) representa la peor experiencia cuando las interacciones no son utilizables en absoluto [24].

Para los fines de nuestro estudio de caso, partiremos de estos resultados encontrados en otras experiencias para identificar el conjunto de pautas que puedan ser aplicables al uso de aplicaciones digitales en las personas con TEA seleccionadas como unidades de análisis, agregando técnicas de juego (Gamificación) y que su actividad esté basada en la manipulación de pictogramas, comparando los resultados obtenidos con la posibilidad de repetir la actividad con los mismos pictogramas impresos y utilizados como fichas de aprendizaje en entornos familiares o educativos reales. Con esto, esperamos encontrar patrones de comportamiento y desarrollo de habilidades propias de la inteligencia emocional y social que nos permitan inferir algunos rasgos y características de diseño de una aplicación computacional que integre los aspectos terapéuticos y formativos, además de un seguimiento más preciso al proceso de desarrollo emocional del niño con TEA, cuando este es integrado a sus factores familiares y educativos.

## 2.5 Inclusión de tecnologías en el tratamiento y formación de niños con TEA

Para el desarrollo de este aspecto, se recurre a la exploración del estado de la técnica relacionado con la existencia de aplicaciones computacionales enfocadas al apoyo de tratamientos del TEA, discriminando entre diversos factores como: Fabricante, Descripción de la aplicación, Tipo de licenciamiento, Características tecnológicas, Contexto de aplicación.

Tabla 3 Hallazgos de herramientas computacionales para tratamiento de TEA

APLICACIÓN	FABRICANTE	DESCRIPCIÓN	LICENCIA	CARACTERÍSTICAS	CONTEXTO
José Aprende	Aprendices visuales – Fundación Orange www.aprendices visuales.com	Colección de cuentos basados en pictogramas para aprender a identificar las emociones mientras los niños se divierten.	Free	Todos los cuentos están desarrollados en pictogramas para acercarse a los más pequeños, prelectores, así como a niños con autismo, cuya vía de aprendizaje	Plataformas iPad e iPhone

				preferente es la visual.	
PictoTEA	Velociteam	Comunicación por pictogramas para niños con TEA, TGD y síndromes relacionados.	Free	Contiene una colección de pictogramas para la creación de secuencias de acciones de uso común	Plataforma Android
Project@ Emociones	Universidad de Valparaíso - Chile	Aplicación que apoya el desarrollo de la empatía en niños con TEA.	Free	Permite trabajo en Phone y Tablet. Permite que el niño identifique mediante pictogramas (dibujos y fotos) las diferentes emociones de una persona.	Plataforma Android
Día a Día	Fundación Orange	Es un diario visual para programar las actividades diarias de manera intuitiva y basada en pictogramas	Free	Herramienta útil para los padres y terapeutas de niños con TEA	Plataforma Android 6
TEA - Asperger	Proyecto-TIC.es	Aplicación documental sobre las temáticas y tratamientos de TEA y Asperger.	Free	Requiere conexión a internet para la consulta de documentación relacionada.	Plataforma Android
Picto One: TEA – Comunicación con pictogramas	B1A Studio	Herramienta comunicativa con pictogramas, audio y texto.	Free		Plataforma Android
HablaFácil Autismo DiegoDice	Green Bubble Labs	App con forma práctica de enseñar a un niño con TEA los elementos básicos de la comunicación	Free	Permite al niño con TEA armar una frase corta basado en pictogramas. La versión básica permite indicar “Yo quiero” y señalar pictogramas para completar la frase. La versión Pro agrega “Yo estoy” y “Yo voy”	Plataforma Android

Project@ Retratos - Autismo	Universidad de Valparaíso - Chile	Aplicación que apoya al desarrollo de la teoría de la mente a niños con TEA	Free	Técnica de gamificación para desarrollo de habilidades emocionales y sociales en niños con TEA.	Plataforma Android
Autism Language and Cognitive Therapy with MITA	ImagiRation LLC	Terapia Mental e Imaginaria para Autismo (MITA)	Free	Herramienta lúdica que permite armar puzzles, ordenar pictogramas por tamaños, colores o formas.	Plataforma Android
Impresionante mente Autista	Android in London	Quiz para identificar niveles de autismo en una persona	Free	Cuenta con 5 criterios: Conmutación, Atención a detalles, Interacción social, Comunicación, Imaginación.	Plataforma Android
EmoPLAY	Fundación Orange	Aplicación para el aprendizaje de las emociones mediante reconocimiento facial.	Free	Es una aplicación Android/iOS basada en técnicas de visión por computador para el reconocimiento o de emociones en niños con TEA.	Plataforma Android
e-Motion	Universidad de Illinois (EE. UU) y Universidad de Amsterdam (Holanda) <a href="http://www.visual-recognition.nl">www.visual-recognition.nl</a>	Aplicación que permite monitorear en tiempo real los cambios emocionales en una persona de acuerdo con su expresión facial.	Free	Aplicación desarrollada para sistema operativo Windows XP o 2000. Utiliza sistema de reconocimiento o facial mediante la cámara web del pc u otra cámara instalada al equipo.	Aplicación de escritorio para Windows

## **CAPÍTULO 3 - ESTADO DEL ARTE**

### **3.1 Protocolo clínico para el manejo adecuado del TEA**

El Trastorno de Espectro Autista comprende una gama de trastornos complejos del neuro-desarrollo caracterizados por impedimentos sociales, dificultades en la comunicación y patrones de conducta repetitivos, restringidos y estereotípicos, sin que se presenten estas características o patrones en todos los casos. El trastorno del espectro autista varía ampliamente en gravedad y síntomas incluso puede pasar sin ser reconocido, especialmente en los niños levemente afectados o cuando se enmascara por problemas físicos más debilitantes.

El análisis de la conducta (behavior analysis) es una disciplina científica afiliada a la psicología comportamental como paradigma independiente de investigación con su propia filosofía, modelos, conceptos y aplicaciones a los problemas sociales humanos. Particularmente el análisis de la conducta nació del estudio científico de los principios y procedimientos del aprendizaje y conducta investigados por BF Skinner desde la década de 1930 [27] [28].

El análisis del comportamiento humano se enmarca en principios del aprendizaje operante como el reforzamiento positivo. Cuando el comportamiento específico de un niño es seguido por algún tipo de recompensa o reforzamiento positivo, es más probable que este comportamiento vuelva a presentarse y sea repetido.

Hacia los años 60 se comenzó a trabajar con la técnica ABA (Análisis de comportamiento aplicado, o Applied Behavior Analysis en inglés), y durante décadas de investigación, el campo del análisis de la conducta ha desarrollado muchas otras técnicas para aumentar las conductas útiles y reducir aquellas que puedan causar daño o interferir con el aprendizaje. Estas técnicas están enfocadas en la enseñanza estructurada de destrezas funcionales como la utilización del lenguaje y la comprensión del desarrollo de habilidades sociales y de interacción. El Análisis de Comportamiento Aplicado, ABA, utiliza estas técnicas y principios



para lograr un cambio significativo y positivo en el comportamiento del ser humano [29] [30].

El análisis conductual aplicado, ABA, tiene dos vertientes, la experimental y la aplicada o clínica, ambas reconocidas por el Behavior Analyst Certification Board (BACB)<sup>10</sup> uno de los organismos de certificación en Estados Unidos. La primera vertiente, en la cual se formulan las categorías, unidades analíticas, parámetros, paradigmas de investigación y las leyes o principios para el manejo de los datos; la segunda vertiente, la aplicada o clínica, en la cual se incluyen tratamientos basados en los procedimientos de ABA que usan procesos sistemáticos, enfocados en el moldeamiento de la conducta, que se divide en pasos y tareas que proporcionan oportunidades de aplicar las habilidades aprendidas en diferentes escenarios y entornos, cuyo objetivo es mejorar la capacidad de los niños con autismo para aprender, desarrollar habilidades para la vida y función de forma independiente. En los últimos 20 años, se reporta un crecimiento importante de evidencia de intervención comportamental intensiva temprana a través de ABA en el progreso del desarrollo y rendimiento intelectual de los niños con autismo. Se ha reportado por otro lado que los efectos obtenidos en niños menores de 3 años son gratificantes.

Actualmente en Colombia, se ha desarrollado un protocolo clínico de atención, que orienta la sospecha y confirmación diagnóstica de personas con trastorno del espectro autista, define y orienta los mecanismos para realizar una intervención basada en la estrategia de análisis del comportamiento aplicado, ABA, en personas con diagnóstico de autismo. Adicionalmente este protocolo pretende proponer la estructura de la ruta de atención integral para personas con diagnóstico de TEA, específicamente el desarrollo del tratamiento fundamentado en el análisis conductual aplicado; sin embargo, este protocolo no aborda el manejo intrahospitalario ni uso específico de herramientas pedagógicas o tecnológicas para dichos tratamientos.

Este protocolo está dirigido al ámbito asistencial ambulatorio y es dirigido a profesionales de la salud en medicina general, medicina de familia, enfermería, psicología clínica, pediatría, neurología infantil, psiquiatría infantil, terapia del

---

<sup>10</sup> <http://www.bacb.com>

lenguaje, terapia ocupacional y miembros de la comunidad (personas con el diagnóstico y cuidadores).

En este mismo sentido, el protocolo de atención definido está orientado a los siguientes grupos de personas:

- Niños, niñas y adolescentes que acuden a control médico o que están en la comunidad, para la identificación de signos de alarma de alteraciones del desarrollo.
- Niños, niñas y adolescentes con identificación de signos de alarma de alteraciones del desarrollo para confirmación de alteración del desarrollo.
- Niños, niñas y adolescentes con alteración del desarrollo confirmada y con sospecha de trastorno del espectro autista para confirmación diagnóstica.
- Niños, niñas y adolescentes con diagnóstico confirmado de trastorno del espectro autista para el tratamiento integral enmarcado en la opción terapéutica ABA.

El protocolo no toma en consideración, y por lo tanto quedan excluidos, los siguientes grupos:

- Tratamiento farmacológico de TEA y de comorbilidades.
- Tamización de TEA con escalas específicas.
- Tratamiento hospitalario de eventos agudos derivados o no de TEA.

Así mismo, el protocolo solo aborda una opción terapéutica para niños y adolescentes con diagnóstico de Trastorno del Espectro Autista, que es ABA, no significando esto que no existan otras intervenciones terapéuticas. La población que no se toma en consideración, hace referencia a que en este protocolo no se emiten recomendaciones dirigidas a esta, mas no quiere decir que no se les presenten atenciones de salud dentro del sistema [31].

Por tanto, el protocolo aborda los siguientes aspectos:

- Signos de alarma para la sospecha de alteraciones del desarrollo
- Criterios diagnósticos para el trastorno del espectro autista

- Tratamiento no farmacológico del TEA basado en el análisis conductual aplicado

### **3.2 Interacción Humano-Computador**

La interacción humano-computador (IHC o HCI por sus siglas en inglés) es un espacio disciplinar dentro del que se estudian el diseño, la implementación y la validación de sistemas computacionales interactivos, orientados al uso por parte de seres humanos [32].

En el escenario tradicional, el foco de estudio de la disciplina se ve orientado al trabajo alrededor de aplicaciones de software utilizando computadores y sus periféricos como intermediarios. Es evidente, sin embargo, que con el crecimiento y ampliación de las posibilidades que en términos de hardware y software existen hoy en día, esta definición puede y de hecho debe, ampliarse.

Por otro lado, si se toman en consideración también las posibles variaciones en la definición de “seres humanos”, la situación se vuelve aún más compleja. El incluir por ejemplo grupos de personas que interactúen simultáneamente con un sistema de cómputo, dentro de la categoría de usuarios, permite entrar a definir un universo nuevo y amplio de posibilidades de interacción, con todas las implicaciones disciplinares que esto trae.

Es claro que independientemente de la definición puntual que se ofrezca del término, existen múltiples áreas particulares dentro del estudio de la interacción humano-computador, que deben ser consideradas si se espera abordar dicho estudio de una manera más o menos comprehensiva. Por tanto, se encuentra, de manera evidente y esencial la comunicación entre el usuario y la máquina. Adicionalmente se puede nombrar la capacidad del usuario de utilizar de manera efectiva la máquina (punto estrechamente vinculado con la definición de usabilidad), y los procesos de software asociados al diseño y construcción de las interfaces que permiten la comunicación entre el usuario y la máquina. No obstante, están también allí las preocupaciones asociadas con la representación visual, sonora y, en general, física de los resultados de los procesos de diseño de software. Y varios otros aspectos, enfoques y preocupaciones que atañen a la disciplina. Todos estos

elementos construyen los resultados esperados de la labor conjunta entre el usuario y el sistema computacional, y describen los procesos para permitir y optimizar dicha labor.

Es evidente entonces con lo dicho, que el problema de la interacción humano-computador es eminentemente multidisciplinar. Con sólo el atisbo que se ha dado a sus posibles implicaciones y raíces, resulta claro que le atañen preocupaciones de índole sociológica, psicológica, estética, de diseño industrial, y prácticamente cualquier otro campo y disciplina que se requiera de acuerdo con la situación particular de estudio. Cuando se habla del campo de la interacción humano-computador, la teoría de la comunicación, la lingüística, el diseño gráfico e industrial, se encuentran lado a lado con tópicos relacionados con los gráficos por computador, los sistemas operativos, las disciplinas de diseño, desarrollo y pruebas de software.

### **3.2.1 Estado actual, alternativas y consideraciones**

El estado actual de las alternativas de interacción humano-computador es de dinámico crecimiento. Además de las alternativas que ya se consideran tradicionales, como el uso de teclados, ratones y otros dispositivos similares de entrada de información, las herramientas tecnológicas actuales han abierto la puerta a otras múltiples posibilidades. Es de notar que, de la mano con estas posibilidades, viene la responsabilidad de valorar las alternativas que aparecen cuando se está llevando a cabo el proceso de diseño de una aplicación y sus herramientas de interacción. Para reforzar este punto, y a manera de ejemplo, a continuación, se presentan algunas de las áreas y posibilidades que actualmente se encuentran en el centro de las posibilidades:

**Interacción por voz.** A pesar de que existen diferentes enfoques para la interacción a través de la voz, y a pesar de que una de las más conocidas sea la interpretación de comandos de voz, existen otras posibilidades que pueden representar alternativas interesantes. Existe, por ejemplo, el concepto de VoiceSites. Pensado específicamente para países en vías de desarrollo y poblaciones rurales, los VoiceSites son equivalentes auditivos de web sites. El acceso a los mismos se da a través de una llamada telefónica, y los usuarios pueden escuchar la información

disponible en el VoiceSite, y efectuar opciones de navegación a través de comandos de voz o la utilización del teclado del teléfono [33].

**Interacción con usuarios con limitaciones.** Las posibilidades que actualmente ofrecen las interfaces humano-computador, potenciadas por las facultades del hardware y el software sobre el que se apoyan, presentan un sinnúmero de escenarios en los que se pueden desplegar interacciones y procesos cognitivos de una sofisticación elevada. Sin embargo, en la mayor parte de las ocasiones no se tiene en cuenta a los usuarios que presentan algún tipo de dificultad física, ya sea de tipo visual o motora. Existen, no obstante, iniciativas que pretenden establecer precedentes en términos de lo que es necesario para ofrecer experiencias inmersivas y productivas a usuarios con limitaciones. Herramientas y facilidades para la navegación, retroalimentación y personalización del ambiente son fundamentales en situaciones como las descritas. Existen iniciativas de considerable peso y con trabajo constante que buscan determinar las principales necesidades y las mejores alternativas de solución en escenarios como los descritos [34] [35] [36].

**Interacciones “naturales”.** La simplificación de conceptos y procesos de interacción, adaptándolos de otros que se hacen de manera usual cuando no se está interactuando con un sistema computacional, presenta fortalezas que se exploran con mucho interés. Procesos tan naturales -como el bocetar representaciones simplificadas de las ideas en una discusión o proceso de planeación o diseño son portados a escenarios digitales buscando “naturalizar” la interacción de los usuarios con el computador. Alrededor de esta iniciativa particular, y en gran medida gracias a la ubicuidad de dispositivos portátiles como las tablet, existen desarrollos promisorios [37]. De la misma manera, tecnologías emergentes, apoyadas en paradigmas -como por ejemplo la interacción con multi-touch, y la surface computing- ofrecen alternativas de investigación, renovación y exploración en los escenarios asociados al diseño y definición de interfaces humano-computador [38] [39].

Desde luego, no se pretende que las áreas aquí enumeradas sean una representación completa de las posibilidades existentes. Sólo se usan como una muestra de las posibilidades que presenta el escenario que ocupa este escrito, pues se busca evidenciar la necesidad de evaluar que al emprenderse un proceso de

conceptualización y diseño de un esquema de interacción humano-computador, es imprescindible considerar las características puntuales de los usuarios finales, tanto como las del ambiente donde se utilizará el software resultado del proceso de desarrollo. Este tipo de cuidado durante el proceso de construcción ofrecerá resultados mucho más cercanos a lo realmente deseable.

### 3.3 Diseño centrado en el usuario

A pesar de que el surgimiento de la internet, y su posterior crecimiento exponencial, han supuesto un cambio radical en cuanto a la facilidad de difusión y disponibilidad de la información, las limitaciones y el mal uso por parte de los diseñadores de las tecnologías de publicación web, están dando lugar a situaciones de imposibilidad de acceso a la información por parte de aquellos usuarios con ciertos tipos de discapacidad.

En este sentido, no podemos olvidar que los usuarios discapacitados pueden tener motivaciones adicionales para usar Internet, ya que la Web puede servir de medio facilitador para tareas que les resultarían más costosas de llevar a cabo en el mundo real [40].

En contraposición, como demuestran numerosos estudios sobre evaluación de *accesibilidad* de sitios web [41] [42] [43] [44], la mayoría de los sitios presentan numerosas barreras de accesibilidad, por lo que resulta de inmediata necesidad la puesta en marcha de medidas que terminen con esta situación. Este requerimiento no sólo está motivado por razones éticas, sino también económicas, políticas y legales [45].

Para poder definir qué es la Accesibilidad, primero debemos conocer los tipos de limitaciones que pueden impedir el acceso a la información en la Web.

Los principales tipos de discapacidades son:

- **Deficiencias visuales:** Entre las que se encuentran la ceguera, la visión reducida y los problemas en visualización de color.

- **Deficiencias auditivas:** Estas deficiencias pueden ser consideradas menos limitadoras en el acceso y uso de contenidos digitales, debido a que el canal sonoro es mucho menos utilizado en interfaces web que el canal visual. Aun así, no podemos olvidar limitaciones y barreras derivadas de esta discapacidad, como es el caso del lenguaje.
- **Deficiencias motrices:** Son las relacionadas con la capacidad de movilidad del usuario. Estos usuarios no suelen ser capaces de interactuar con el sistema a través de dispositivos de entrada tradicionales, por lo que utilizan dispositivos alternativos.
- **Deficiencias cognitivas y de lenguaje:** Son usuarios que presentan problemas en el uso del lenguaje, la lectura, percepción, memoria, salud mental. En esta escala se encuentra el Trastorno de Espectro Autista en el que se enfoca este proyecto.

Estas cuatro categorías engloban una gran diversidad de sub-tipos de discapacidad, cada una de las cuales requerirá de atención específica a la hora de desarrollar productos web. Tampoco se debe olvidar que estas discapacidades no tienen por qué ser excluyentes entre sí, pues un mismo usuario podría presentar varios tipos de discapacidad simultáneamente. Además, algunas discapacidades pueden tener carácter transitorio o temporal.

En consecuencia, podemos definir la accesibilidad Web como el atributo de calidad de un producto o servicio web que se refiere a la posibilidad de que pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas, indiferentemente de las limitaciones propias del individuo o de las derivadas del contexto de uso.

En la definición, «las limitaciones propias del individuo» no sólo engloban aquellas representadas por discapacidades, sino también otras, como pueden ser el idioma, conocimientos o experiencia. Además, la accesibilidad no sólo implica la necesidad de facilitar el acceso, sino también la de facilitar el uso. La distinción entre usabilidad -facilidad de uso- y accesibilidad, como indica Henry [40], no sólo es difícil, sino en muchos casos innecesaria.

Un diseño será accesible cuando sea usable para más personas en más situaciones o contextos de uso [40], posibilitando a todos los usuarios, de forma eficiente y satisfactoria, la realización y consecución de tareas [46]. La accesibilidad debe ser

entendida como parte de la usabilidad, así como requisito necesario para que ésta sea posible.

### 3.3.1 El Diseño Centrado en el Usuario como metodología

El Diseño Inclusivo para casos de aplicaciones pensadas en usuarios con trastorno de espectro autista, se fundamenta básicamente en una característica, su aplicabilidad. Por un lado se trata de un modelo sencillo, basado en la adaptación de técnicas y métodos de Diseño Centrado en el Usuario para la inclusión de más tipos de usuarios en sus contextos de uso diario o relacionado a un tratamiento específico, por lo que se establece una familiaridad a priori entre los desarrolladores y el modelo, ya que estos métodos son ampliamente conocidos por el entorno de profesionales del diseño de software. A pesar de esto, una propuesta de adaptación metodológica no debería excluir las soluciones basadas en una única interfaz común para todos los usuarios, ya que se entiende que no siempre resulta viable económicamente el desarrollo de múltiples interfaces o interfaces adaptables.

Es por ello que pensar en un modelo de diseño de aplicaciones inclusivas que sirvan como apoyo al tratamiento del trastorno de espectro autista, debería seguir el esquema de proceso iterativo del Diseño Centrado en el Usuario.

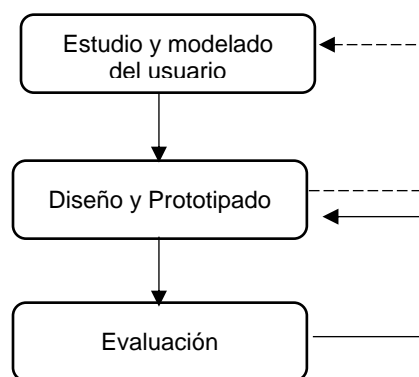


Imagen 5 Modelo de Diseño Centrado en el Usuario

El número de etapas de DCU, así como de métodos y técnicas a aplicar en cada etapa, dependen del tipo y complejidad de la aplicación a desarrollar.



Ahora bien, aunque para la mayoría de los usuarios "la interfaz es la aplicación" puesto que es la parte que ven y a través de la cual interactúan [47], debemos entender que la usabilidad de la aplicación depende no sólo del diseño del interfaz, sino también de su arquitectura -estructura y organización-, en otras palabras, del componente no visible del diseño.

En este sentido, hay dos aspectos de la Arquitectura de la Información (AI) que merece la pena resaltar:

**La Recuperación de la Información:** El objetivo principal de definir una correcta arquitectura de información es facilitar al usuario la recuperación de información. Esto se consigue por un lado posibilitando que el usuario pueda encontrar información - diseño y definición de índices, clasificaciones, taxonomías y sistemas de recuperación de información o sistemas de búsqueda en el sitio web -, y por otro lado posibilitando que cada elemento de información pueda ser encontrado - descripción a través de metadatos y optimización del sitio para buscadores-. Este segundo caso es lo que se denomina "findability", "encontrabilidad" o visibilidad.

**El diseño a nivel conceptual:** Las técnicas propias de la AI, dentro del ciclo de vida del desarrollo del sitio, se ubican en fases de diseño conceptual. Las fases de diseño visual están, en cambio, copadas por técnicas de Ingeniería de la Usabilidad, Diseño de Interfaces y Diseño de Información.

### **3.4 Herramientas computacionales para tratamiento del TEA**

Según [48], en el marco desde una posición optimista, la tecnología informática y de comunicación, cumple un papel invaluable, puesto que ella puede proveerle al sujeto los soportes físicos necesarios para el desarrollo de sus potencialidades comunicativas, cognitivas y socio afectivas; a través de ella puede lograrse una aproximación a tres grandes objetivos: autonomía, independencia e inclusión.

Así mismo, existen recursos tecnológicos basados en el uso de las TIC diseñados específicamente para posibilitar la accesibilidad de las personas con discapacidad. Nos enfocamos en estos recursos por su pertinencia en el tema y por la importancia

de difundirlos, y, sobre todo, dinamizar el uso de la tecnología y lograr que ésta sea una herramienta útil para mejorar el aprendizaje a través de métodos y técnicas pedagógicas innovadoras.

Las nuevas tecnologías pueden ayudar a las personas con TEA a desarrollar sus capacidades. Existen estudios sobre la implementación de realidad aumentada como herramienta dinamizadora en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en los cuales se ha obtenido importantes resultados que permiten vislumbrar los beneficios de la implementación de esta tecnología en las aulas de clase.

Es obvio entonces que en la sociedad actual las tecnologías se encuentran inmersas en todos los ámbitos, contribuyendo a mejorar el día a día de cada uno de nosotros, y este avance que ha supuesto el campo tecnológico, ha alcanzado al ámbito de las discapacidades, favoreciendo su comunicación, procesos de enseñanza-aprendizaje, y en definitiva mejorando su calidad de vida. El uso en masa de los medios tecnológicos por todos los usuarios, ha conducido a que también en el ámbito educativo se produzca la reorientación de todo el conjunto de enseñanza-aprendizaje, poniendo de manifiesto que es necesario tener en cuenta aspectos como las emociones<sup>11</sup> para lograr con éxito el aprendizaje de todos los estudiantes, presenten o no NEES (necesidades educativas especiales), y así existen en el mercado diversidad de software que favorecen su desarrollo evolutivo.

En las personas con TEA existen diversos materiales que además de favorecer la comprensión de las emociones y creencias, también favorecen la interacción con otros (con los padres, profesores o grupo de iguales), siendo el objetivo de muchos de estos materiales, comprender emociones que son básicas para poder prever la conducta en los demás. Las TIC son un potente recurso para las personas con TEA en varios ámbitos: educación, comunicación, ocio y tiempo libre, valoración y diagnóstico [19], pero especialmente es en el campo de la Educación y el desarrollo de la Comunicación donde están imponiendo un uso cada vez más imprescindible y con mayores posibilidades [25]. Entre ellas destacan, el empleo de SAAC, como el sistema comunicación total de B. Schaeffer (Sistema de Comunicación por

---

<sup>11</sup> Durante años se ha ejercido un importante interés en el C.I. (coeficiente intelectual), representativo de la Inteligencia Tradicional, hasta la comprensión actual de que es muy importante la motivación y la atención emocional para que se desarrolle de forma correcta el aprendizaje por parte del estudiante, configurando la llamada Inteligencia Emocional.

Intercambio de Imágenes (PECS), así como otras ayudas técnicas. Sin olvidarnos de mencionar el aporte que supone la realidad virtual en este campo de atención, permitiendo incrementar las posibilidades de las TIC convencionales.

### **3.4.1 Tipología de herramientas**

Las personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) tienen *Necesidades Educativas Especiales* (NEE) que hasta hace poco sólo se trabajaban mediante la metodología tradicional. En la actualidad, la evolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) hacen que cada vez aparezcan más recursos adaptados a las personas con TEA con el objetivo de mejorar prácticamente cualquier área del desarrollo y de sus competencias básicas. Así, en este trabajo se han recopilado una serie de programas que favorecen el aprendizaje de las personas con TEA mediante las TIC, realizando una clasificación de ellos en función de su finalidad.

A pesar de que vivimos en la era de la información y pese a las numerosas campañas de concienciación cada día más crecientes acerca de qué es el Trastorno del Espectro Autista (en adelante TEA), hoy en día aún existe mucho desconocimiento sobre este trastorno.

Por otro lado, el vivir en esta era tiene también sus beneficios, como que se hayan producido y desarrollado muchas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) las cuales han influido muy positivamente en la vida de las personas con este trastorno. De hecho, como comentan algunos autores, en estos últimos años ha aumentado el interés por conocer cómo se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje en personas con TEA mediante tareas en las que se utilizan como medio las TIC [49]. El aumento del interés por este tema surge según Lozano [50] por la creencia de los beneficios que reporta para estas personas el uso de estos medios.

Estas tecnologías pueden llegar a tener un papel muy importante en la medida en que sepamos mediar con ellas, ya que nos ofrecen una gran cantidad de recursos que pueden potenciar los beneficios que se obtienen utilizando otros más tradicionales y además resultan muy fáciles de manejar para las personas con TEA. De hecho, parece ser que estas personas tienen una afinidad natural para trabajar

con las TIC debido a que proporcionan un entorno controlado, atención individualizada y posibilidad para repetir los ejercicios [51].

Además, está comprobado como las tareas de aprendizaje que se realizan mediante el uso de las TIC resultan muy motivadoras para las personas con TEA [52] [53]. Sabiendo la importancia de lo visual en el procesamiento cognitivo de las personas con TEA, se puede comprobar cómo a estas personas les pueden resultar más atractivas el uso de estas tecnologías que a cualquier otra, esto es debido a las cualidades visuales que poseen y que favorecen la estimulación multisensorial, sobre todo visual, y por tanto, se adaptan perfectamente a sus NEE [54].

La exploración y organización tipológica de herramientas utilizadas en el tratamiento del TEA, se hace con base en su funcionalidad de la siguiente manera:

### **1. Herramientas comunicativo-lingüísticas**

Están basadas en los Sistemas de Comunicación Alternativa y Aumentativa (SCAA). Estas aplicaciones que favorecen el desarrollo del lenguaje corporal y el auto-reconocimiento.

### **2. Herramientas sociales y emocionales**

Diseñadas para que los usuarios puedan disfrutar y aprender cuando interactúan y juegan de manera autónoma con el navegador o aplicación específica.

### **3. Herramientas cognitivas**

Son plataformas para el apoyo para el aprendizaje. Ofrecen herramientas con la que se pueda diseñar actividades educativas personalizadas y adaptadas que se puedan utilizar en cualquier lugar, además de favorecer la integración social del usuario.

#### **3.4.2 Definición de métricas de usabilidad de aplicaciones**

El diseño de interfaces en las aplicaciones informática no solo depende de principios o criterios de usabilidad, sino que se basan en ciertos estándares cuyo objetivo son

eliminar inconsistencias en el desarrollo de las interfaces, por lo que se plantea una serie de estándares de usabilidad que hacen referencia a los siguientes aspectos: uso del producto, interfaz de usuarios e interacción, proceso llevado a cabo para el desarrollo del producto y capacidad de una organización para aplicar diseño centrado en el usuario.

Algunos de los estándares más relevantes referentes a la usabilidad son los siguientes:

Tabla 4 Estándares más relevantes que hacen referencia a la usabilidad

<b>Estándar/Norma</b>	<b>Denominación</b>	<b>Propósito</b>	<b>Aspectos a Evaluar</b>
<b>ISO/IEC 9241-11</b>	Requisitos ergonómicos para el trabajo de oficina con terminales de visualización.	La medida con la que un producto se puede usar por usuarios determinados para conseguir objetivos específicos.	Eficiencia Eficacia Satisfacción
<b>ISO/IEC 9126-1</b>	Ingeniería de software - Calidad del producto	Clasifica a la calidad de software en un conjunto de característica a evaluar, una de ellas es la usabilidad.	La usabilidad se divide en las siguientes características a evaluar: Facilidad de aprender. Comprensibilidad Operabilidad Atractividad Conformidad
<b>ISO 13407</b>	Procesos de diseño centrados en el ser humano para sistemas interactivos	Involucra el Diseño Centrado en el Usuario para alcanzar la calidad en el uso del software	Principios de Diseño Centrado en el Usuario: Involucrar en todo momento al usuario. Asignación de funciones adecuadas al software. Diseño interactivo. Diseño multidisciplinario
<b>ISO/TR 18529</b>	Ergonomía de la interacción humano-sistema - Descripciones del proceso del ciclo de vida centrado en el ser humano	Se aplica el Modelo de Madurez de Usabilidad” en el que constan tareas de inclusión de usuarios de un sistema	Define componentes individuales - Garantizar el contenido de diseño centrado en el usuario.

		durante el ciclo de vida del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificar y gestionar el proceso de diseño centrado en el usuario.</li> <li>- Especificar los requisitos de la parte interesada y de la organización.</li> <li>- Comprender y especificar el contexto de uso.</li> <li>- Producir soluciones de diseño.</li> <li>- Evaluar diseños contra requisitos</li> <li>- Introducir y operar el sistema.</li> </ul>
<b>ISO 14598-1</b>	Tecnología de la información - Evaluación de productos de software	Es un estándar formal de usabilidad que proporciona un marco de trabajo para evaluar la calidad de todo tipo de software.	Incluye los requisitos para aplicar métodos de medición y su evaluación
<b>ISO 14915 – 1</b>	Ergonomía del software para interfaces de usuario multimedia.	Establece principios de diseño para interfaces de usuario multimedia destinadas principalmente a actividades profesionales y vocacionales, como el trabajo o el aprendizaje.	Incluye medios estáticos como texto, gráficos o imágenes, y medios dinámicos como audio, animación, video o medios relacionados con otras modalidades sensoriales
<b>ISO TR 16982</b>	Métodos de usabilidad que apoyan el diseño centrado en el ser humano	Proporciona información sobre Métodos de usabilidad centrados en el ser humano que pueden utilizarse para el diseño y la evaluación.	Los principales usuarios serán los gerentes por lo que aborda los aspectos técnicos humanos y la ergonomía solo en la medida necesaria para que los gerentes puedan comprender su relevancia e importancia en el proceso de diseño como un todo.

## Directrices de usabilidad para niños

Varios estudios proponen la aplicación de directrices para el diseño de la interfaz enfocada a un grupo específico de usuarios, los niños, cuyas interfaces deben ser compatibles con las habilidades cognitivas de los niños con el único objetivo de proporcionar una experiencia de aprendizaje eficaz.

En muchos de los casos, los modelos existentes pueden no ser apropiados para aplicarse en programas de software educativos diseñadas para niños, por lo que se realiza una revisión de la literatura sobre las directrices de usabilidad empleada para el diseño de interfaces dirigidas a niños.

Una investigación realizada por Kamaruzaman, Mohd, & Harrini (2016) se basa en la aplicación de directrices establecidas en el diseño de la interfaz de usuario para niños con autismo y cuyas reglas aplicadas son las siguientes:

- Cada idea necesita palabras e imágenes, ya que ambos elementos son igualmente importantes.
- Las imágenes y las palabras van al lado del otro, ya que esto ayuda a más personas a entender la información.
- Asegúrese de que está claro qué imagen de apoyo que los bits de texto.
- Las imágenes deben ser fáciles de entender.
- Las imágenes deben ir a la izquierda.
- Las imágenes pueden ser dibujos, fotografías u otras imágenes.
- Asegúrese de que las imágenes sean lo más grandes posible.
- Las palabras deben ser fáciles de entender.
- Si se usan palabras difíciles, diga lo que significan en palabras fáciles.
- Las palabras van a la derecha.
- Las palabras deben ser escritas claramente.
- Las palabras deben ser grandes.
- Cada oración debe ser lo más breve posible, no más de 15 palabras.
- Cada documento debe ser corto.

Por otro lado, la aplicación de las heurísticas de Nielsen [46], en software dirigida a niños, en muchos de los casos no es posible, debido a que éstas no se ocupan de

los requisitos específicos de los niños, no se describen en detalle y por último la confiabilidad de los resultados dependen en gran medida de los conocimientos individuales, la experiencia y habilidades que posea el evaluador [55].

Ahora bien, [55] sugiere veintiuna heurísticas de usabilidad para aplicaciones de aprendizaje infantil clasificando al conjunto de heurísticas en tres categorías, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 5 Heurísticas de Usabilidad para aplicaciones formativas infantiles

Heurísticas de Usabilidad de Nielsen	Heurísticas de Usabilidad del Niño	Heurísticas de Usabilidad para el aprendizaje
<p>Visibilidad del Estado del Sistema</p> <p>El programa de e-learning mantiene al niño informado sobre lo que está sucediendo a través de una retroalimentación adecuada dentro de un tiempo razonable.</p> <p>El niño recibe comentarios frecuentes y claros que lo animan a seguir adelante.</p> <p>El niño siempre debe ser capaz de identificar su puntuación / estado y objetivo en el programa.</p> <p>El niño entiende toda la terminología usada en el programa.</p> <p>El niño sabe dónde está en todo momento, cómo llegó allí y cómo volver a la página principal</p>	<p><b>Diseño atractivo de la pantalla</b></p> <p>El diseño de la pantalla es eficiente y visualmente agradable.</p> <p>La elección de la fuente, los colores y los tamaños son consistentes con un buen diseño de pantalla infantil.</p> <p>El diseño de la pantalla parece simple, es decir, limpio, legible y memorable</p>	<p><b>Diseño de contenido de aprendizaje</b></p> <p>El vocabulario y la terminología utilizados son apropiados para los alumnos.</p> <p>Los conceptos abstractos (principios, fórmulas, reglas, etc.) se ilustran con ejemplos concretos y específicos.</p> <p>La organización de las piezas de contenido y objetos de aprendizaje es adecuada para alcanzar los objetivos principales del programa de formación.</p> <p>Los objetos de aprendizaje similares se organizan en un estilo similar.</p> <p>La curva de aprendizaje se acorta siguiendo las</p>



		tendencias establecidas por la industria del e-learning para satisfacer las expectativas del niño
<p>Relación entre el sistema y el mundo real</p> <p>La interfaz del programa emplea palabras, frases y conceptos sencillos para el niño.</p> <p>El programa de e-learning hace que la información aparezca en un orden natural y lógico.</p> <p>Todos los objetos de aprendizaje e imágenes deben ser reconocibles y comprensibles para el niño.</p>	<p>Utilización de dispositivos de hardware adecuados.</p> <p>Los dispositivos de entrada / salida se utilizan para sus propios fines y son adecuados para el grupo de edad específico del niño.</p> <p>Los potenciales estudiantes de e-learning tienen todas las habilidades necesarias para usar la aplicación.</p> <p>Debe haber una consistencia entre el esfuerzo motor y las habilidades requeridas por el hardware y la etapa de desarrollo del niño.</p> <p>Todos los dispositivos de entrada / botones que no tienen funcionalidad están desactivados para evitar errores de entrada del usuario.</p>	<p>Evaluación</p> <p>El programa incluye autoevaluaciones que promueven el logro de los niños.</p> <p>El programa proporciona suficiente retroalimentación (audio, video) al niño para proporcionar instrucciones correctivas.</p> <p>El programa proporciona al instructor informes de evaluación y seguimiento de los niños.</p>
<p>Libertad y control de Usuario</p> <p>El programa permite al niño recuperarse de sus errores de entrada. Se distingue entre errores de entrada permitiendo una fácil recuperación y errores cognitivos.</p> <p>El niño puede dejar un estado indeseado sin tener que pasar por un diálogo extendido.</p> <p>Los objetos y herramientas de navegación se mantienen en particular y posiciones claramente definidas.</p>	<p><b>Desafío en el niño</b></p> <p>El niño debe tener suficiente información para comenzar a usar el programa cuando lo enciende.</p> <p>El programa es fácil de aprender, pero difícil de dominar. La aplicación es estimulada para aplicar presión, pero no frustra al niño. El nivel de dificultad varía para que el niño tenga mayores desafíos a medida que desarrolla el dominio.</p> <p>La fatiga del niño se minimiza al variar las actividades y las</p>	<p><b>Motivación para aprender</b></p> <p>El programa incorpora nuevas características.</p> <p>El programa estimula una mayor investigación de diferentes maneras.</p> <p>El programa de utiliza juegos, simulaciones, roles, actividades y estudios de casos para captar la atención y mantener la motivación de los alumnos.</p> <p>El programa es agradable e interesante.</p> <p>La aplicación proporciona al estudiante con actividades de aprendizaje frecuentes y</p>

<p>El niño debe percibir un sentido de control e impacto en la aplicación de e-learning. Se le permite moverse en el programa de una manera inequívoca, incluyendo la posibilidad de volver a la página de inicio o volver a las secciones visitadas anteriormente.</p> <p>El niño puede activar y desactivar fácilmente la aplicación y puede guardar su perfil de usuario en diferentes estados</p>	<p>dificultades durante las sesiones de aprendizaje. El programa es agradable para reproducir. El programa ofrece recompensas que involucran al niño más profundamente en la aplicación moviendo al niño a un nivel más alto. El niño se involucra rápida y fácilmente con las lecciones y / o niveles de dificultad progresivos o ajustables.</p>	<p>variadas que aumentan el éxito del aprendizaje. Las acciones del niño son recompensadas por audio, video, texto o animaciones y las recompensas son significativas</p>
<p><b>Coherencia y estándares</b></p> <p>El niño experimenta la interfaz de usuario como consistente (color, tipografía y diseño de diálogo).</p> <p>Las teclas de control son intuitivas, convenientes, consistentes. El programa de e-learning es consistente en su uso de diferentes palabras, situaciones o acciones y sigue los estándares generales de software y plataforma.</p>	<p><b>Evoca imágenes mentales de niños</b></p> <p>El programa permite al niño utilizar su imaginación, lo que mejora su comprensión. El programa apela a la imaginación y estimula el reconocimiento para crear una interpretación única de los personajes o contextos de un niño. El niño está interesado en los personajes del programa porque (1) son como el niño; (2) son interesantes para él, (3) son sacados de la propia cultura del niño.</p>	<p><b>Interactividad</b></p> <p>El niño se compromete con el programa de e-learning a través de actividades que desafían al niño. El niño debe ser capaz de responder al programa en su tiempo libre. El programa, por otra parte, necesita responder inmediatamente al niño. El niño confía en que el programa de e-learning interactúa y opera de la manera en que fue diseñado para interactuar y operar.</p>
<p><b>Prevención de Errores</b></p> <p>El programa está cuidadosamente diseñado para evitar que ocurran problemas comunes en primer lugar. El programa no permite que el niño cometa errores irreversibles. El programa está diseñado para proporcionar una</p>	<p><b>Apoya a la curiosidad del niño</b></p> <p>El programa apoya la curiosidad cognitiva del niño a través de sorpresas, paradojas, humor, y tratando temas que ya le interesan al niño.</p>	<p><b>Accesibilidad</b></p> <p>El programa de e-learning puede utilizarse en una variedad de equipos y plataformas tales como ordenadores portátiles, PDA.</p>

segunda oportunidad cuando se recibe una entrada inesperada.		
<p>Reconocer en lugar de recordar</p> <p>El programa hace visibles objetos, acciones y opciones para que el niño no tenga que recordar la información de una parte del programa a otra.</p> <p>Las instrucciones para el uso del programa son visibles o fácilmente recuperables, de modo que el niño no tiene que memorizar cosas innecesarias.</p> <p>Los iconos y otros elementos de la pantalla son intuitivos y se explican por sí mismos.</p> <p>La navegación es coherente y lógica.</p>		
<p>Flexibilidad y Eficiencia de Uso</p> <p>El programa está diseñado para acelerar las interacciones para el niño experto, pero también para satisfacer las necesidades del niño sin experiencia.</p> <p>Los objetivos de aprendizaje deben ser equilibrados con múltiples formas de aprender.</p>		
<p>Diseño Estético</p> <p>La interfaz de pantalla no contiene información que sea irrelevante o raramente necesaria en el programa.</p>		
<p>Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperar errores</p>		

<p>El programa expresa mensajes de error en un lenguaje sencillo que no incluye el código del programador, indica con precisión el problema y de manera amigable sugiere una solución que un niño puede manejar.</p>		
<p>Ayuda y documentación</p> <p>El niño debe recibir ayuda durante el uso del programa para no quedarse atascada ayuda de un instructor. La ayuda debe ser fácil de buscar. Cualquier ayuda proporcionada se centra en la tarea del niño, y enumera los pasos concretos simples a ser llevados a cabo. El programa incluye interesantes tutoriales o flashes que imitan lecciones en el programa. El niño no necesita usar un manual para usar la aplicación. El niño tiene la opción de recibir orientación adicional, instrucción u otras formas de asistencia según sea necesario.</p>		

Fuente: *(Usability Heuristics Evaluation for Child E-learning Applications, 2010)*

Otro de los estudios realizados por [21] proporcionan un modelo de medición que sirve de base para la evaluación integral de la usabilidad de aplicaciones educativas móviles diseñadas para niños, sintetizando características de usabilidad, criterios de diseño de interfaces, preguntas, métricas (objetivas y subjetiva) e instrumentos de evaluación.

Este modelo adopta factores de usabilidad provenientes de la Norma ISO/IEC 9241-11:2010 y 9126-1:2002, cuyas características de usabilidad son: eficiencia, eficacia, satisfacción, comprensión, capacidad de aprendizaje, operatividad y atractivo.

Existen tres componentes básicos que intervienen en la medición de usabilidad, como:

- **Usuarios representativos:** Es necesario conseguir a algunos usuarios que representen la razón de ser del sistema, tales como clientes de para un sitio de comercio electrónico.
- **Realización de tareas:** Una vez que se distingue a los usuarios, se le pide realizar tareas representativas con respecto al diseño del sistema.
- **Observar lo que hacen los usuarios:** determinar dónde tienen éxito y dificultades con la interfaz de usuario, algo que es muy importantes, es que el moderador, se quede callado mientras se ejecuta la prueba.

Es así, que una de las propuestas de evaluación de usabilidad son las métricas de planteadas según el estándar ISO/IEC 9241-11, como eficacia, eficiencia y satisfacción, las mismas que son presentadas de manera estructurada y son clave para la evaluación, sin embargo, en la norma ISO 9126-4, se especifica el cálculo para cada una de estas métricas.

## CAPÍTULO 4 - ESTUDIO DE CASO PARA NIÑOS CON TEA

Algunos autores como [56] consideran el método de *estudio de caso* apropiado para temas que se consideran prácticamente nuevos, pues en su opinión, la investigación empírica tiene los siguientes rasgos distintivos:

- Examina o indaga sobre un fenómeno en su entorno real.
- Las fronteras entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes.
- Se utilizan múltiples fuentes de datos, y
- Puede estudiarse tanto un caso único como múltiples casos.

En esta oportunidad, si bien el estudio de caso hace parte de una investigación exploratoria, el análisis se relaciona con una de las variables centrales del proyecto, el trastorno de espectro autista, y esto nos permite conocer más a fondo el fenómeno sobre el cual se formularán, más adelante, soluciones desde el enfoque de las ciencias computacionales para el apoyo a los actuales tratamientos y el eventual desarrollo de habilidades propias de la inteligencia emocional en este tipo de casos.

En este sentido, el procedimiento metodológico para el diseño del estudio de caso estará centrado en la definición y planteamiento del problema específico que desea ser estudiado, la obtención de literatura apropiada para estos casos, la obtención de datos relevantes para el caso, el análisis de los mismos y, finalmente, la generación de conclusiones globales y sus implicaciones en la investigación general.

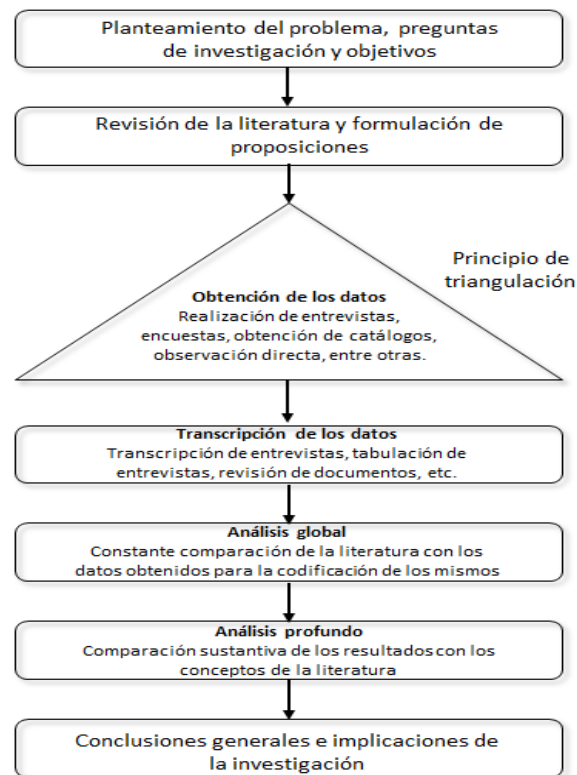


Imagen 6 Procedimiento metodológico para el estudio de caso  
Elaboración propia basada en Shaw (1999)

#### 4.1 Planteamiento del problema para el estudio de caso

El trastorno de espectro autista (TEA) es un cuadro que genera una condición en la cual las personas dentro de este espectro tienen una serie de características motoras y cognitivas tales que les dificulta todo su proceso de desarrollo, aprendizaje e interacción con el medio que los rodea. Es importante resaltar que el autismo es una condición con la que se nace y que puede variar considerablemente entre un niño y otro, es decir que no se encuentran dos casos totalmente iguales y cada uno debe ser analizado y tratado de manera independiente. De igual manera, es importante acotar que esta condición ha venido siendo considerada como tal desde hace apenas un par de décadas y tal vez por ello antes de esta época muy poco se conocía sobre el tema, esto hace aún más importante la necesidad de exploración de lo que hoy en día se conoce sobre el TEA y la manera en que otras

disciplinas pueden aportar a este propósito, como lo son las ciencias computacionales.

Hoy, según Francisco Javier Paredes<sup>12</sup>, médico fonoaudiólogo, 60 niños por cada 10.000 en el mundo son autistas, cuando anteriormente se hablaba de 10 por cada 10.000. Inicialmente se consideró que el autismo obedecía a problemas psicológicos y a madres demasiado frías e incapaces de generar vínculos con sus hijos. Por fortuna, hoy se sabe que esta teoría no es cierta y que, como explica Paredes, es una condición con la que se nace. Los expertos consideran que en todos los casos es fundamental una intervención temprana y oportuna que les ayude a estos niños a desarrollar habilidades que les faciliten su desenvolvimiento en el mundo.

En tal sentido, se debe conocer en detalle las señales que indican un posible caso de autismo que requiera de la intervención de profesionales en el área. Estas señales de detección temprana son las siguientes:

De 0 a 6 meses:

- Pobre seguimiento visual
- Pobre respuesta a la voz de la madre
- Poca respuesta general a los estímulos del medio
- Parece indiferente al momento de lactar
- Llanto inconsolable sin motivo aparente

De 18 a 36 meses:

- Sordera aparente
- No fija la mirada en lo que hacen las personas
- Hace pataletas ante los cambios
- Carece de lenguaje, es poco funcional o dice cosas repetitivamente
- Resulta difícil “compartir actividades” con él o ella
- No señala con el dedo para compartir experiencias

---

<sup>12</sup> <http://www.abcdelbebe.com/nino/2-a-4-anos/testimonios-de-ninos-autistas-y-claves-de-como-detectar-esta-condicion-a-tiempo-12946>



- Tiene juegos repetitivos u obsesiones con el orden
- Se resiste a los cambios de ropa, alimentación, horarios o situaciones
- No hace juego simbólico (no representa con objetos o sin ellos situaciones, acciones, etc.).
- Evita el contacto corporal, no le gusta.

### **Tratamientos más indicados para problemas del lenguaje:**

Cuando se detecta un caso de trastorno del espectro autista o un problema de desarrollo, por lo general son atendidos por diversos especialistas, entre ellos, un patólogo del habla y el lenguaje (fonoaudiólogo), quien está capacitado para tratar a las personas con trastornos de la voz, el habla y el lenguaje. Este profesional hace una evaluación completa de la habilidad del niño para comunicarse y diseña un programa de tratamiento de acuerdo con las condiciones que detecta, además de la realización de pruebas de audición para asegurar que los niveles de escucha del niño son normales.

Dentro de las estrategias más utilizadas por parte de los especialistas del sector de la salud, se torna importante el poder enseñarles a los niños con TEA la manera de mejorar sus habilidades de comunicación para que puedan alcanzar su máximo potencial posible. Existen muchas maneras para mejorar sus habilidades de comunicación, pero estos presentan mejores resultados cuando dichos programas de tratamiento son aplicados en edades tempranas, y están adaptados a la edad y los intereses del niño. Este tipo de programas también deben ayudar con los problemas de comportamiento y con las habilidades de comunicación del niño y debe reforzar regularmente las acciones positivas. En su mayoría, los niños con TEA responden bien a los programas especializados y bien estructurados. Los padres o quienes estén a cargo del cuidado del niño, al igual que otros familiares, deben involucrarse en el programa de tratamiento para que éste forme parte de la vida diaria del niño.

Para algunos niños más pequeños con estos trastornos, una meta realista del tratamiento es mejorar las habilidades del habla y del lenguaje. Los padres y otras personas encargadas del cuidado del niño pueden aumentar su posibilidad de alcanzar esta meta si ponen atención al desarrollo del lenguaje desde un comienzo.

Así como los niños aprenden a gatear antes de caminar, también desarrollan habilidades previas al lenguaje antes de comenzar a usar palabras. Estas habilidades incluyen uso del contacto visual, gestos, movimientos del cuerpo, imitación de otras personas y balbuceo y otras vocalizaciones como ayuda para su comunicación. Los niños que no tienen estas habilidades pueden ser evaluados y tratados por el patólogo del habla-lenguaje para así evitar mayores retrasos en el desarrollo.

Para los niños un poco mayores con trastornos del espectro autista, la instrucción en comunicación les enseña habilidades básicas del habla y del lenguaje, como palabras solas y frases. La instrucción avanzada se enfoca en la manera en el que el lenguaje puede servir un propósito, como aprender a mantener una conversación con otra persona, lo cual incluye mantenerse dentro del tema y esperar el turno para hablar.

Algunos niños con estos trastornos quizá nunca lleguen a desarrollar habilidades del habla y del lenguaje verbal. Para ellos, la meta puede ser aprender a comunicarse usando gestos, como con el lenguaje de señas. Otros tienen como meta comunicarse mediante un sistema de símbolos (pictogramas) donde se usan dibujos para comunicar ideas. Los sistemas de pictogramas incorporan, entre otras cosas, pizarras para dibujar, tarjetas y en casos muy recientes hasta aparatos electrónicos sofisticados que generan el lenguaje a través de botones que representan las acciones o cosas comunes, sin embargo, estas experiencias de uso de apoyos tecnológicos se han venido desarrollando de manera aislada y no siempre hacen parte de los modelos de tratamiento clínicos del TEA. Es por ello que para este estudio de caso nos centraremos en este último grupo de niños que padecen un grado 1 (inicial detectado) de TEA y para ellos se explorará el nivel de atención y fijación de actividades que se logra hacia el uso de aplicaciones computacionales que estén enfocadas hacia el desarrollo de habilidades emocionales y sociales, especialmente el *auto-reconocimiento* y la *empatía*.

#### **4.2 Contexto de estudio**

El propósito del estudio de caso es verificar mediante la aplicación de modelos de interacción humano-computador si el uso de software especializado, y a través de

dispositivos móviles, permite que se avance en los resultados del tratamiento de niños con Trastorno de Espectro Autista –TEA desarrollando algunas habilidades emocionales y sociales como el auto-reconocimiento y el desempeño social de los niños. Como parte de esta etapa del proyecto, se realiza el estudio de caso en el contexto de la Ciudad de Popayán, donde el autismo es el séptimo tipo de discapacidad más encontrado en las instituciones educativas de primera infancia, según lo reportado en la última década por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE<sup>13</sup>.

## **A. CENTRO PEDAGÓGICO LEONARDO DAVINCI**

Contacto: Andrés Rodríguez – Rector Centro Pedagógico

Teléfono: 3002155722

Es una institución educativa privada, que imparte educación escolar mixta en los niveles de preescolar, primaria, básica secundaria, bachillerato cíclico para adultos y técnico laboral por competencias. Ubicado en el municipio de Popayán Cauca, se pretende generar un nuevo enfoque pedagógico y social a través de una innovación educativa. La intencionalidad y los objetivos del proyecto educativo se basan en una concepción del ser humano, constituido por tres aspectos esenciales: Mente, cuerpo y sentimiento, y de sus posibilidades de desarrollo integral y armónico<sup>14</sup>.

Los niveles de Preescolar y Primaria tienen como propósito, incentivar el espíritu de solidaridad, la inteligencia emocional y la destreza mental de los niños, mediante un contenido psicosocial que les dote de elementos de juicio favorecedores de un conocimiento integral del ser humano que les permita por lo tanto una eficaz interacción entre niños, líderes y comunidad, interacción que redundará en el logro del objetivo propuesto.

---

<sup>13</sup> [https://formularios.dane.gov.co/Anda\\_4\\_1/index.php/catalog/286/datafile/F1](https://formularios.dane.gov.co/Anda_4_1/index.php/catalog/286/datafile/F1)

<sup>14</sup> Tomado del sitio web de la institución educativa.

### 4.3 Recolección de datos y evidencias

Para la realización de las sesiones de aplicación de herramientas computacionales al interior del tratamiento de los niños con TEA, se debió realizar la preparación documental de permisos y consentimientos dirigida a padres de familia de los niños autistas, el diseño de actividades didácticas que hicieran uso de las aplicaciones recopiladas y la organización y alistamiento tanto de los espacios físicos como de los instrumentos para la toma de evidencias y resultados por recopilar.

Para la recolección de información de análisis, se recurre a la adaptación y aplicación de herramientas conceptuales ya diseñadas por profesionales expertos en identificación y estudio del trastorno de espectro autista –TEA. En este sentido, se definen los siguientes formatos para ser aplicados a cada una de las unidades de análisis seleccionadas:

1. **Instrumento 1** – Modelo de consentimiento informado para padres de familia ([Anexo A](#))
2. **Instrumento 2** - Enfoque clínico-terapéutico ([Anexo B](#)).
3. **Instrumento 2** – Enfoque tecnológico -estudio usabilidad de aplicaciones inclusivas para TEA ([Anexo C](#) y [Anexo D](#)).

### 4.4 Diseño de ambiente para elaboración del estudio de caso (Laboratorio de usabilidad)

El uso de TEACCH como modelo de realización del estudio de caso busca lograr, a través de la aplicación de actividades preparadas, la identificación en el niño de los niveles de autonomía para la realización de actividades que involucren el uso de habilidades emocionales, reconociendo al mismo tiempo las dificultades de comunicación y la comprensión del lenguaje. Las tareas para los niños con TEA que comiencen a trabajar con esta metodología son de complemento de actividades, de seguir instrucciones, de uso de materiales y todo lo que se defina para manejo de lo emocional o de competencias sociales.

En consecuencia, las actividades de utilización de aplicaciones computacionales bajo el modelo TEACCH deben permitir el acompañamiento en el tratamiento a través de las siguientes actividades específicas:

- Aprendizaje estructurado.
- Aprendizaje del error.
- Enseñanza incidental.
- Fomento de conductas de comunicación.
- Apoyo visual.
- Sistemas de trabajo cooperativo.

Para esto, la estructura física del entorno de interacción con el niño se define entre las siguientes posibilidades:

- A. **Cara a cara:** Entre quien realiza el estudio y el niño con TEA. Es más exigente ya que requiere mayor atención por parte del niño hacia la actividad a realizar en los dispositivos móviles.
- B. **Una persona al lado de la otra:** permite la imitación por parte del niño hacia lo que hace quien dirija la actividad y se centra en los materiales e instrucciones que esta le vaya brindando.
- C. **Detrás:** La persona que realiza el estudio observa desde una perspectiva no visible para el niño con TEA. Esta opción tiene menos control en el desarrollo de las tareas solicitadas por el software y fomenta la independencia en el niño.

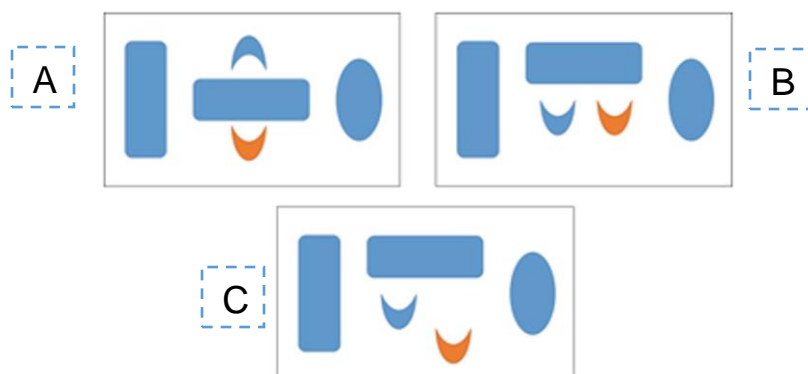


Imagen 7 Alternativas de distribución física para el estudio de caso

Ahora bien, el ambiente que sea diseñado para la realización del estudio de caso debe contemplar aspectos que faciliten la prueba por parte de los niños con TEA (unidades de análisis seleccionadas) en el uso de las herramientas computacionales seleccionadas para la validación de habilidades emocionales y sociales esperadas. Al mismo tiempo, se debe facilitar la captura de imágenes de las expresiones faciales de los niños identificando así el impacto directo que tiene en ellos el uso de las aplicaciones y la reacción frente a cada tarea que sea propuesta por el software. De forma paralela, los especialistas educativos y clínicos podrán aplicar los instrumentos clínico-terapéuticos adaptados para cada caso particular. Los resultados de aplicación de los dos tipos de instrumentos determinan la data de resultados que sería susceptibles de análisis para encontrar los resultados del estudio y que conlleven a un posterior diseño de una posible aplicación computacional más enfocada al desarrollo de habilidades específicas para cada unidad de análisis.

En consecuencia, el espacio físico presentado en la figura 6 irá cambiando de acuerdo con el tipo de resultados que se vayan obteniendo y en todos los casos se cuenta con los siguientes instrumentos:

1. **Mesa de trabajo:** Sobre la cual se ubica una tableta digital o celular donde de manera previa se ha cargado las aplicaciones seleccionadas para el estudio.
2. **Sillas:** Donde se ubica al niño con TEA y la persona que realice la actividad. También se puede disponer de una adicional para la persona que recopile la información de instrumentos no automatizados (Fichas o test de observación) de las reacciones de los niños durante las actividades propuestas.
3. **Cámara de filmación:** Para la captura de las expresiones faciales del niño durante el desarrollo de la actividad y la identificación de los cambios emocionales expresados.

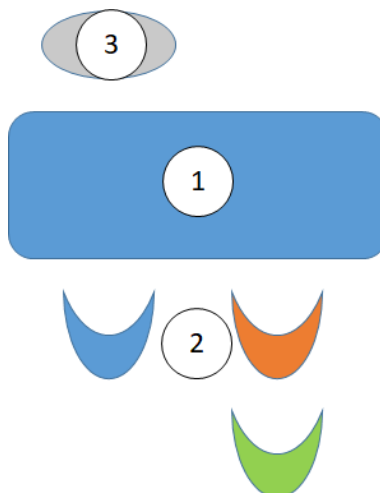


Imagen 8 Distribución de elementos para el estudio

#### 4.4.1 Propositiones e hipótesis

- a. Las instituciones de la región que han asumido el manejo de casos diagnosticados de Trastorno de Espectro Autista no han explorado el uso de herramientas computacionales como apoyo a los tratamientos actuales.
- b. El campo de terapia basado en manejo pictográfico es de los mayormente utilizados en el manejo de TEA, pero este se aplica de manera análoga mediante tarjetas gráficas impresas. En consecuencia, su validación mediante aplicaciones computacionales facilita el desarrollo de las terapias y genera en los niños un factor motivacional extra que permite un mejor desarrollo de las habilidades trabajadas.
- c. El uso de aplicaciones computacionales, basadas en la administración, diseño de escenas y formación de habilidades para la inteligencia emocional en niños con TEA podría facilitar cualitativamente los resultados terapéuticos utilizados en las instituciones contempladas para el estudio de caso.

#### 4.4.2 Unidades de análisis

Las unidades de análisis para el estudio de caso se determinan por la cantidad de niños con TEA que son autorizados para hacer parte del estudio.

Tabla 6 Instituciones con unidades de análisis contempladas en el estudio

<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>SÍNDROME</b>	<b>CANTIDAD DE PERSONAS</b>
Caso familiar en la ciudad de Popayán	Trastorno de Espectro Autista.	1
Centro Pedagógico Leonardo Davinci	Trastorno de Espectro Autista. Síndrome de Asperger	1 1

Finalmente, se decide trabajar en el proyecto con las dos niñas identificadas y diagnosticadas con el trastorno de espectro autista.

#### 4.5 Herramientas computacionales

De las herramientas encontradas y listadas en el apartado 2.5 del documento, para el desarrollo del estudio se definió a las siguientes para las sesiones de trabajo con cada unidad de análisis:

Tabla 7 Herramientas computacionales para realización del estudio

<b>APLICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>LICENCIA</b>	<b>RAZÓN DE SELECCIÓN</b>
PictoTEA	Comunicación por pictogramas para niños con TEA, TGD y síndromes relacionados.	Free	Contiene una colección de pictogramas para la creación de secuencias de acciones de uso común
Proyect@ Emociones	Aplicación que apoya el desarrollo de la empatía en niños con TEA.	Free	Permite trabajo en Phone y Tablet. Permite que el niño identifique mediante pictogramas (dibujos y fotos) las diferentes emociones de una persona.
Día a Día	Es un diario visual para programar las actividades diarias de manera intuitiva y basada en pictogramas	Free	Herramienta útil para los padres y terapeutas de niños con TEA
TEA - Asperger	Aplicación documental sobre las temáticas y tratamientos de TEA y Asperger.	Free	Requiere conexión a internet para la consulta de documentación relacionada.
Picto One: TEA – Comunicación con pictogramas	Herramienta comunicativa con pictogramas, audio y texto.	Free	



HablaFácil Autismo DiegoDice	App con forma práctica de enseñar a un niño con TEA los elementos básicos de la comunicación	Free	Permite al niño con TEA armar una frase corta basado en pictogramas. La versión básica permite indicar “Yo quiero” y señalar pictogramas para completar la frase. La versión Pro agrega “Yo estoy” y “Yo voy”
Project@ Retratos - Autismo	Aplicación que apoya al desarrollo de la teoría de la mente a niños con TEA	Free	Técnica de gamificación para desarrollo de habilidades emocionales y sociales en niños con TEA.
Autism Lenguaje and Cognitive Therapy with MITA	Terapia Mental e Imaginaria para Autismo (MITA)	Free	Herramienta lúdica que permite armar puzzles, ordenar pictogramas por tamaños, colores o formas.
Impresionante mente Autista	Quiz para identificar niveles de autismo en una persona	Free	Cuenta con 5 criterios: Conmutación, Atención a detalles, Interacción social, Comunicación, Imaginación.
EmoPLAY	Aplicación para el aprendizaje de las emociones mediante reconocimiento facial.	Free	Es una aplicación Android/iOS basada en técnicas de visión por computador para el reconocimiento de emociones en niños con TEA.
e-Motion	Aplicación que permite monitorear en tiempo real los cambios emocionales en una persona de acuerdo con su expresión facial.	Free	Aplicación desarrollada para sistema operativo Windows XP o 2000. Utiliza sistema de reconocimiento facial mediante la cámara web del pc u otra cámara instalada al equipo.

Así mismo, se agrega una actividad adicional de utilización de la herramienta **eMotion**, de la Compañía Emotion Research Lab<sup>15</sup>, para la medición de los cambios emocionales en los niños durante el desarrollo de las actividades propuestas con el uso de cada herramienta computacional respectiva.

El propósito de esta nueva actividad es la identificación de los estados emocionales expresados por los niños (unidades de análisis) durante su interacción con cada una de las aplicaciones trabajadas, esto como un insumo adicional para la inferencia de las preferencias de colores, animaciones y actividades preferidas por los niños con autismo.

---

<sup>15</sup> Emotion Research Lab <https://emotionresearchlab.com/es/>

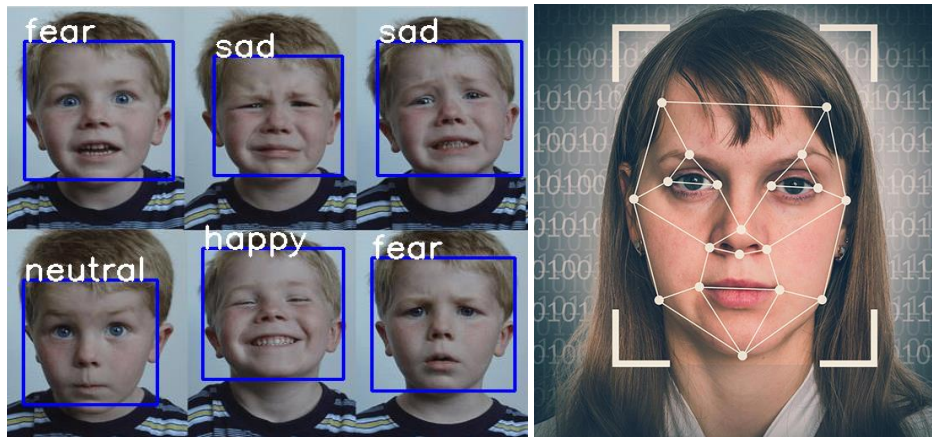


Imagen 9 Identificación de emociones mediante técnica Facial Recognition

#### 4.6 Definición de métricas de evaluación

Las métricas para la evaluación de las aplicaciones utilizadas en el estudio de caso, se seleccionaron de acuerdo a los factores de usabilidad determinados en el instrumento diseñado para tal fin ([Anexo C](#)). En este sentido, los criterios aplicados con los siguientes:

- Facilidad de uso (Criterio FU)
- Documentación de la aplicación (Criterio CD)
- Estética (colores y distribución de objetos gráficos) Usabilidad desde principios de Nielsen (Criterio CE)
- Operatividad de la aplicación (Incluye técnicas de aprendizaje, juego, etc.) (Criterio CO)
- Acceso a la herramienta de software (Criterio CAS)
- Tiempo de permanencia de usuario en la APP (Criterio TP)

Con el fin de guiar al evaluador, y contar con una herramienta que emita resultados confiables, se establece una escala de juicio de valor que puede tener cada criterio:

Tabla 8 Cuantificación de criterios para valoración de factores

<b>Criterio de valor</b>	<b>Sigla</b>	<b>Valor</b>
Se cumple plenamente	CP	5,0
Se cumple en alto grado	CAG	4,0 a 4,9
Se cumple aceptablemente	CA	3,0 a 3,9
Se cumple insatisfactoriamente	CI	1,0 a 2,9
No se cumple	NC	0,0 a 0,9

A continuación, se presenta el instrumento a ser utilizado para evaluar la usabilidad de las aplicaciones inclusivas que sean trabajadas con cada unidad de análisis:

Tabla 9 Criterios de usabilidad de aplicaciones inclusivas para TEA

<b>CRITERIOS DE USABILIDAD DE APLICACIONES INCLUSIVAS PARA TEA</b>		<b>Valoración</b>
<b>1. Facilidad De uso</b>		
1.1.	Las representaciones en la interfaz son análogas a los aspectos del mundo real.	
1.2.	Las palabras, frases y conceptos son familiares y apropiados para el niño con TEA.	
1.3.	La información aparece en un orden lógico y natural.	
1.4.	Se evita el uso de imágenes que no generan correspondencia con el mundo real y no contribuyen al aprendizaje (desarrollo de habilidades emocionales y/o sociales).	
1.5.	Se evidencia un manejo coherente e intuitivo en todas las fases de la aplicación.	
<b>2. Documentación de la aplicación</b>		
2.1.	La aplicación presenta documentación propia o enlaces de consulta orientados a los facilitadores, terapeutas, docentes o padres y familiares de los niños con TEA.	
2.2.	Se presenta información de contacto de los desarrolladores de la aplicación.	
<b>3. Estética</b>		
3.1.	Los colores de la aplicación presentan buen contraste y son agradables a la vista de los diferentes usuarios.	
3.2.	La calidad de las figuras y representaciones gráficas presentadas son fieles a los objetos homólogos del mundo real.	
<b>4. Operatividad</b>		
4.1.	La aplicación es fácil de utilizar por parte de niños con TEA de acuerdo con sus capacidades motrices (uso de botones, enlaces, flechas de navegación, etc.)	
<b>5. Acceso a la herramienta</b>		
5.1.	La herramienta de software es accesible fácilmente a través de repositorios de aplicación para dispositivos móviles.	
5.2.	La aplicación no tiene costo para descarga, al menos en su versión básica que permita el trabajo con bajo costo en hogares e instituciones educativas.	

Para esta actividad de evaluación de aplicaciones móviles, se diseña un instrumento de evaluación heurística (Anexo Excel) para las aplicaciones seleccionadas, mediante el cual se recopila los resultados de su utilización durante las sesiones de trabajo con las unidades de análisis y se seleccionan aquellas que mejores prestaciones arrojan desde el enfoque de la usabilidad y el diseño centrado en el usuario, que en nuestro caso son los niños que padecen el grado 1 del trastorno de espectro autista.

A continuación, se presenta la fórmula para el cálculo del porcentaje de usabilidad alcanzado por cada APP y el establecimiento de las mejores características que debe poseer una aplicación inclusiva apta para su uso en el tratamiento del autismo en el desarrollo de habilidades emocionales:

$$PU = \frac{\sum_{i=1}^{i=ncc} (vc * re)}{\sum_{i=1}^{i=ncc} (cc * rc)} * 100$$

Imagen 10 Fórmula calcular porcentaje de usabilidad de app para TEA

## 4.7 Resultados de estudio de caso

### 4.7.1 Evaluación heurística de aplicaciones inclusivas para TEA

La utilidad de la evaluación heurística para las aplicaciones utilizadas en esta parte del proyecto busca la identificación de las características funcionales y de diseño más relevantes de estas aplicaciones y que debieran ser tenidas en cuenta para un eventual mejoramiento dentro de la construcción a futuro de una nueva aplicación inclusiva que esté adaptada al tratamiento del trastorno de espectro autista.

Para este propósito, se ha aplicado los diez principios de evaluación heurística de Nielsen<sup>16</sup> con relación al diseño de aplicaciones móviles:

1. **Visibilidad del estado del sistema:** el sistema siempre debería mantener informados a los usuarios de lo que está ocurriendo, a través de retroalimentación apropiada dentro de un tiempo razonable.
2. **Relación entre el sistema y el mundo real:** el sistema debería hablar el lenguaje de los usuarios mediante palabras, frases y conceptos que sean familiares al usuario, más que con términos relacionados con el sistema. Seguir las convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.
3. **Control y libertad del usuario:** hay ocasiones en que los usuarios elegirán las funciones del sistema por error y necesitarán una “salida de emergencia” claramente marcada para dejar el estado no deseado al que accedieron, sin tener que pasar por una serie de pasos. Se deben apoyar las funciones de deshacer y rehacer.
4. **Consistencia y estándares:** los usuarios no deberían cuestionarse si acciones, situaciones o palabras diferentes significan en realidad la misma cosa; siga las convenciones establecidas.
5. **Prevención de errores:** mucho mejor que un buen diseño de mensajes de error es realizar un diseño cuidadoso que prevenga la ocurrencia de problemas.
6. **Reconocimiento antes que recuerdo:** se deben hacer visibles los objetos, acciones y opciones, El usuario no tendría que recordar la información que se le da en una parte del proceso, para seguir adelante. Las instrucciones para el uso del sistema deben estar a la vista o ser fácilmente recuperables cuando sea necesario

---

<sup>16</sup> Tomados de: <http://www.braintive.com/10-reglas-heuristicas-de-usabilidad-de-jakob-nielsen/>

7. **Flexibilidad y eficiencia de uso:** la presencia de aceleradores, que no son vistos por los usuarios novatos, puede ofrecer una interacción más rápida a los usuarios expertos que la que el sistema puede proveer a los usuarios de todo tipo. Se debe permitir que los usuarios adapten el sistema para usos frecuentes.
  
8. **Estética y diseño minimalista:** los diálogos no deben contener información que es irrelevante o poco usada. Cada unidad extra de información en un diálogo, compite con las unidades de información relevante y disminuye su visibilidad relativa.
  
9. **Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores:** los mensajes de error se deben entregar en un lenguaje claro y simple, indicando en forma precisa el problema y sugerir una solución constructiva al problema.
  
10. **Ayuda y documentación:** incluso en los casos en que el sistema pueda ser usado sin documentación, podría ser necesario ofrecer ayuda y documentación. Dicha información debería ser fácil de buscar, estar enfocada en las tareas del usuario, con una lista concreta de pasos a desarrollar y no ser demasiado extensa.

Esta evaluación de aplicaciones se realizó desde la mirada de dos perfiles en el proyecto: Experto y Usuario. El primero de ellos consistió en la valoración por expertos en Diseño Centrado en el Usuario y en Desarrolladores de aplicaciones móviles. El segundo tipo de evaluador consistió en la valoración de la app acorde al funcionamiento de la aplicación por parte del usuario, es decir el niño autista.

Tabla 10 Grupo de expertos para evaluación heurística

<b>Actividad de evaluación heurística de app móviles para el TEA</b>		
<b>Fecha:</b>	<b>Nivel de experticia</b>	<b>Nombre:</b>
16/02/2019	Diseño Centrado en el Usuario y HCI	Evaluador 1: Phd. Gabriel Elias Chanchí
23/04/2019	Desarrollador de aplicaciones web y móviles	Evaluador 2: Andrés Arias
23/04/2019	Diseñador gráfico	Evaluador 3:

	Rúmel Correa Vargas
--	---------------------

A cada uno de los expertos se le dispuso de un dispositivo móvil (Tablet o Celular) que contaba con la instalación previa de las aplicaciones a evaluar y un computador personal con el instrumento de revisión heurística para App inclusivas diseñado para el proyecto ([Anexo D](#)).

Cada experto analizó las aplicaciones móviles y entregaron las siguientes valoraciones:

Tabla 11 Resultados de evaluación heurística de app inclusivas

EVALUADOR	PORCENTAJE USABILIDAD POR APLICACIÓN									
	Día a Día	DiegoDíce	Emociones	EmoP LAY	Impresionante mente autista	MITA	Picto One	Pict oTE A	Retrat os	TEA - Asperger
Evaluador 1	58 %	84,22 %	96,11 %	97,78 %	94,44 %	88 %	97,78 %	97,78 %	80,89 %	94 %
Evaluador 2	59 %	89,22 %	96,11 %	97,78 %	96,11 %	88 %	100 %	100 %	80,89 %	92,33 %
Evaluador 3	58 %	84,22 %	96,11 %	97,78 %	94,44 %	90 %	97,78 %	100 %	80,89 %	94 %

#### Cálculo del porcentaje de usabilidad:

Para esto se tuvo en cuenta los siguientes elementos:

vc: Valor del criterio

re: Relevancia de evaluación (Deseables por encima del valor 4 para el proyecto)

rc: Relevancia del criterio

cc: Cantidad de criterios evaluados

A través de este instrumento, se recopila los resultados de evaluación por expertos, además de su utilización durante las sesiones de trabajo con las unidades de análisis para la identificación de aquellas que mejores prestaciones arrojan desde el enfoque de la usabilidad y el diseño centrado en el usuario, para el contexto de los niños que padecen el grado 1 del trastorno de espectro autista.

A los resultados obtenidos se les aplica la fórmula para el cálculo del porcentaje de usabilidad alcanzado por cada APP (Imagen 10) y el establecimiento de las mejores

características que debe poseer una aplicación inclusiva apta para su uso en el tratamiento del autismo en el desarrollo de habilidades emocionales.

Los resultados detallados de las valoraciones realizadas son las siguientes:

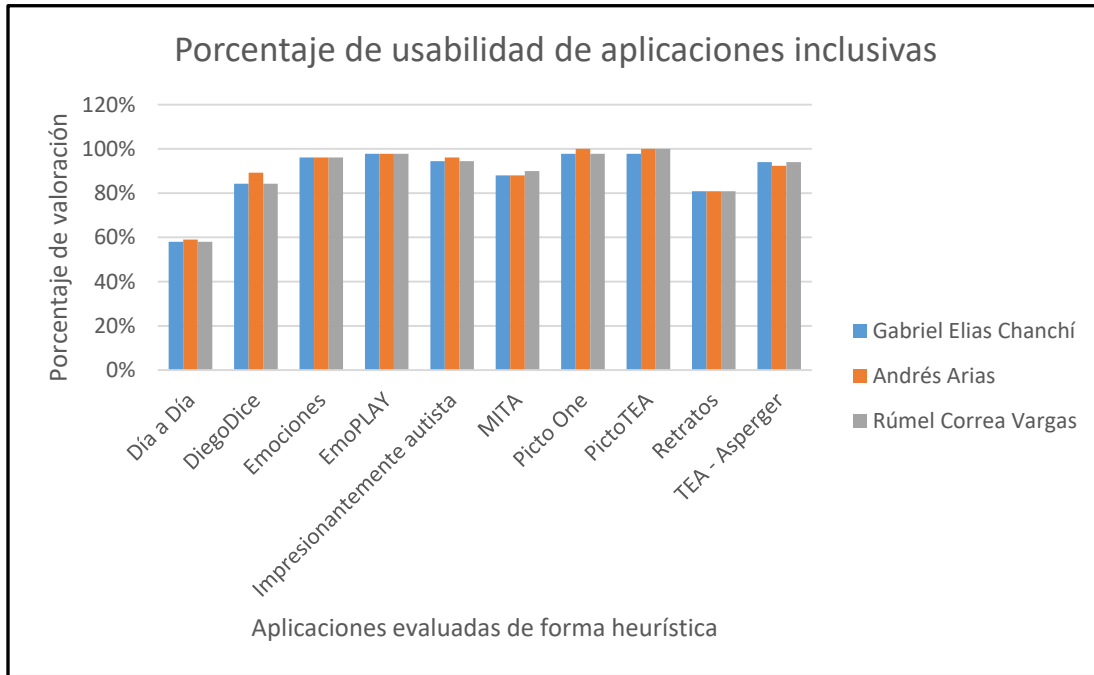


Imagen 11 porcentaje de usabilidad de aplicaciones inclusivas



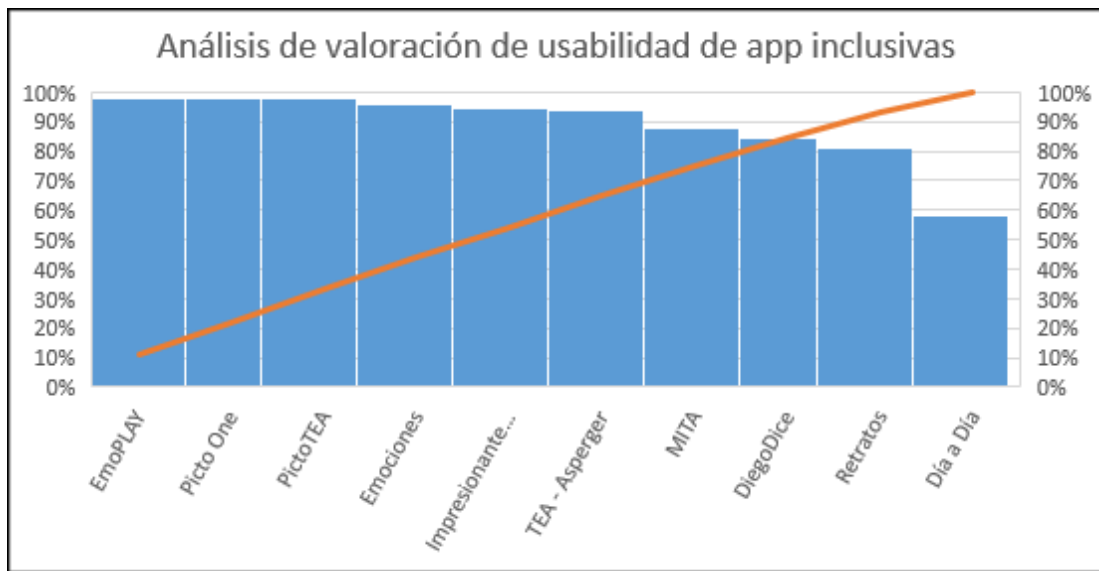


Imagen 12 Análisis de valoración de usabilidad de app inclusivas

Desde el punto de vista de los elementos de diseño de las aplicaciones evaluadas, se analizan los valores promedio de cada aspecto valorado de manera heurística y se encuentran los siguientes elementos:

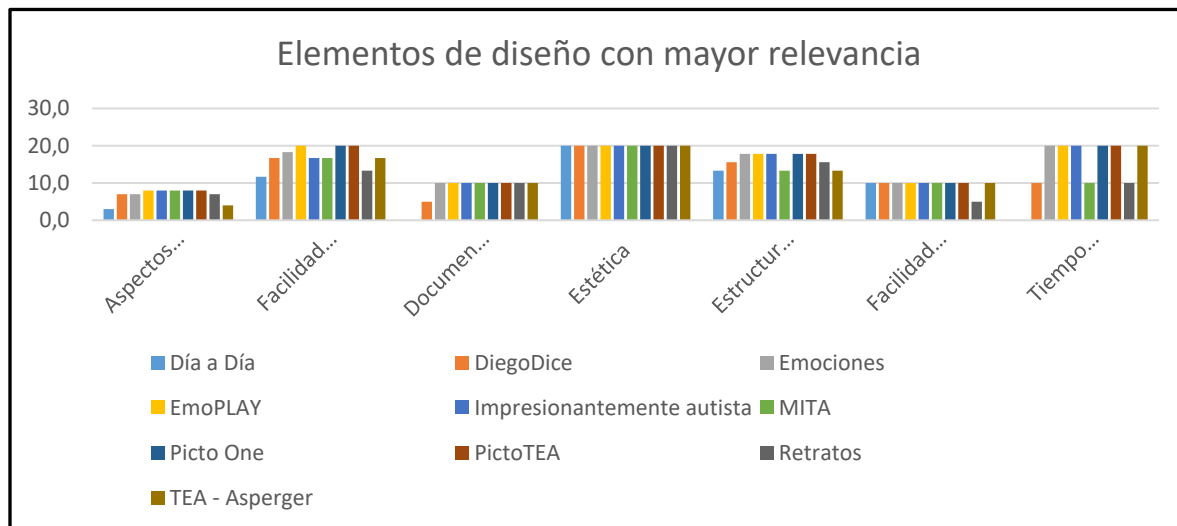

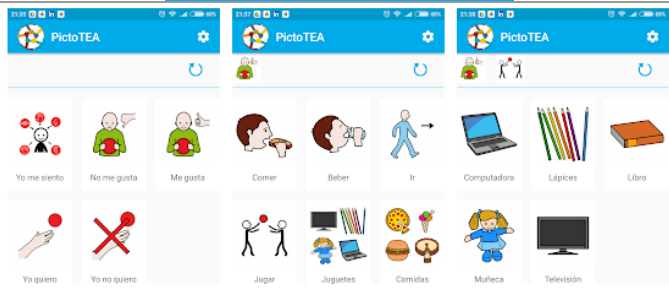
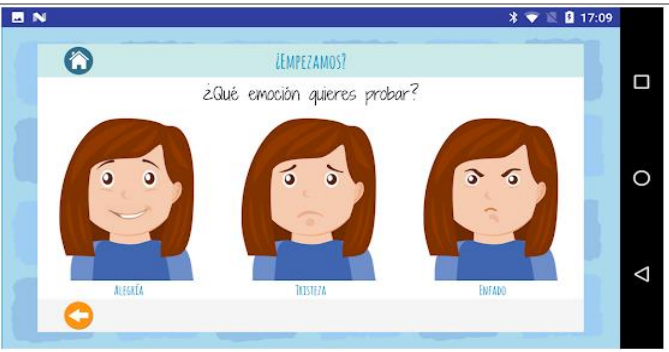


Imagen 13 Elementos de diseño con mayor relevancia

Tomando como base los resultados de evaluación heurística anterior, se define como herramientas para las sesiones de trabajo con las unidades de análisis las siguientes aplicaciones:

Tabla 12 Aplicaciones inclusivas seleccionadas para actividad exploratoria

Aplicación móvil	Imágenes
PictoOne	
PictoTEA	
EmoPlay	



#### 4.7.2 Desarrollo de actividades con unidades de análisis

Para la realización de esta actividad se tuvo en cuenta la disposición de un ambiente controlado. En este caso, para cada una de las unidades de análisis seleccionadas en el proyecto, se organizó y preparó el espacio físico de manera que estuvieran disponibles todos los elementos requeridos, de acuerdo con lo expresado en las alternativas de distribución física presentados en la imagen 7.

En este caso, se prefiere la distribución en la cual la persona que realiza el estudio observa desde una perspectiva no participativa y menos visible para la unidad de análisis, es decir desde la parte de atrás del niño con TEA. Esta opción tiene menos control en el desarrollo de las tareas solicitadas por el software y fomenta la independencia en el niño, mientras que permite la observación directa de las reacciones alcanzadas durante cada actividad preparada. De igual manera se resalta la realización de monitoreo y recopilación de respuestas emocionales desde un enfoque No-invasivo y limitado a la captura de expresiones faciales durante la realización de las actividades propuestas en el dispositivo móvil.

Se debe resaltar la ubicación de una cámara en la parte frontal del niño que interactúa con cada aplicación móvil, esto con el fin de identificar y documentar los estados emocionales por los que va pasando el niño durante su interacción con cada aplicación utilizada. En nuestro caso, se debió probar en diversas ocasiones con cámaras ubicadas en trípodes o el uso de una webcam de buena calidad para la identificación más cercana de los movimientos faciales que generan las imágenes de diagnóstico emocional en usuarios de aplicaciones computacionales.

Con lo anterior en mente se realizaron 2 jornadas de trabajo con cada unidad de análisis, en las cuales se buscaba observar el estado emocional al momento de uso de las App seleccionadas y la ponderación del tiempo de permanencia de ellos en cada ocasión. En dichas sesiones se dispuso un dispositivo móvil (Tablet HP Slate 7) con las aplicaciones seleccionadas instaladas y en la parte de enfrente un pc con webcam activada con la aplicación e-Motion para la captura de emociones bajo la técnica de reconocimiento facial (Imagen 14)



Imagen 14 Desarrollo de actividades de tratamiento con uso app inclusivas

Durante algunas sesiones se realizó el monitoreo de las reacciones emocionales que surgían durante la interacción de la niña autista con las aplicaciones inclusivas; esto permitió la identificación del tipo de actividad específica que causaba los cambios, además de inferir las habilidades motrices que cada unidad de análisis (Imagen 15).

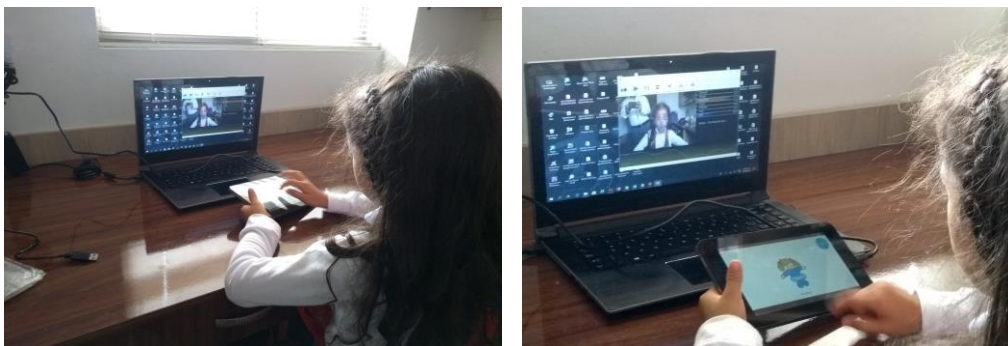


Imagen 15 Medición de cambios emocionales (e-Motion) en niños con TEA en uso de APP inclusivas

Los resultados del monitoreo de cambios emocionales mediante técnica de reconocimiento facial (Facial Recognition) demostraron que el trabajo con pictogramas y desarrollo de actividades análogas al día a día del niño autista incrementa los niveles de seguridad y esto es expresado por sus expresiones faciales.

Con relación a los estados emocionales durante el ejercicio de utilización de las aplicaciones móviles y la realización de las actividades en ellas propuestas, se documentó cada reacción facial mediante la aplicación eMotion y su consecuente estado de ánimo expresado (Imagen 16). En consecuencia, se obtuvo los siguientes datos de relevancia para el estudio:

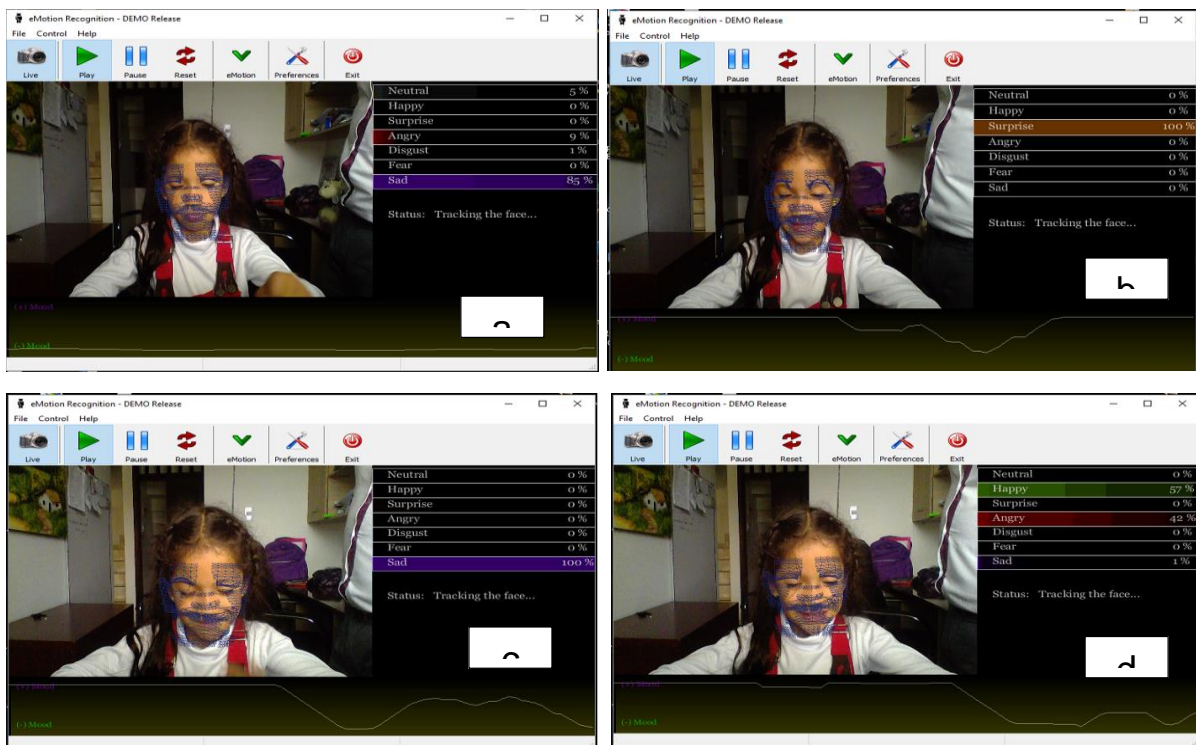


Imagen 16 Identificación de emociones mediante Facial Recognition

En la tabla a continuación se correlacionan las actividades realizadas y el estado de ánimo predominante en cada una de ellas:

Tabla 13 Relación de emociones predominantes al uso de app inclusivas

<b>Actividad</b>	<b>Emoción predominante</b>	<b>Evidencia</b>
Visualizar pictogramas y escuchar su pronunciación.	Sorpresa (Surprise)	Imagen 15 b)
Organizar oraciones basadas en pictogramas.	Tristeza (Sad)	Imagen 15 c)
Reconocer partes de su cuerpo expresadas gráficamente.	Sorpresa (Surprise)	Imagen 15 b)
Posibilidad de expresión de sentimientos, deseos y actividades por realizar.	Felicidad (Happy)	Imagen 15 d)
Jugar con personajes y completar tareas	Felicidad (Happy)	Imagen 15 d)

Con lo anterior, podemos identificar las actividades que, para este estudio de caso, representa los de mayor atención, tiempo de permanencia y mejor desempeño emocional en los niños con TEA analizados.

## **CAPÍTULO 5 - METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE APLICACIONES PARA TRATAMIENTO DE TEA**

Teniendo en mente los resultados alcanzados en la etapa de estudio de caso, este capítulo busca la identificación de las mejores prácticas encontradas en el tratamiento del Trastorno de Espectro Autista –TEA con uso de herramientas computacionales para la eventual creación de un marco de trabajo con algunas recomendaciones para el diseño de aplicaciones computacionales inclusivas aplicadas dentro del tratamiento del autismo. Para este propósito, es importante la identificación de los elementos que resulten básicos para el diseño informático inclusivo, pero además que lo implementado haga parte de los factores utilizados en el tratamiento del autismo, por ejemplo, el mejoramiento de la comunicación visual y el desempeño social [57], que han sido las habilidades de mayor importancia encontradas en durante las etapas previas del proyecto. Este es el caso del ‘juego’ como elemento básico para el desarrollo de habilidades emocionales en niños autistas, siempre que este haga parte de un tratamiento profesional, aplicado entre los terapeutas, los educadores y la familia del niño.

El uso de estrategias de juego al interior de actividades propias del tratamiento del autismo es algo bastante usual, sin embargo, las actuales tendencias terapéuticas buscan mejorar el impacto en el desarrollo de habilidades emocionales y sociales mediante el uso de elementos de juegos serios, implementados a través de aplicaciones computacionales [57]. Es así, como al incluir elementos propios para su tratamiento en escenarios digitalizados, que son conocidos como “gamificación” o “serious games”, ha dado resultados positivos, pero a la vez genera nuevos interrogantes tanto para la comunidad terapéutica como para la comunidad informática en general, esto debido a las necesidades específicas que varían de un caso a otro de TEA, aunque estos puedan parecer similares.

Partiendo de lo anterior, en esta parte del proyecto se presenta una aproximación al estado del arte que aporte a la construcción de herramientas computacionales utilizadas como apoyo en el tratamiento del autismo, desde un enfoque basado en

la *gamificación*<sup>17</sup>. Se inicia desde el estudio de dos modelos de diseño de aplicaciones computacionales para juego y que están relacionadas con el desarrollo de aplicaciones para el apoyo a tratamientos de algún tipo de discapacidad. Entre estas están el MDA Framework y el Método 6D, que contienen distintos marcos de trabajo para el diseño de juegos. Mientras que MDA proporciona las Mecánicas, Dinámicas y Estética de diseño de la aplicación, 6D define las fases mediante las cuales podemos construir una aplicación inclusiva. Igualmente, se estudia el modelo MPIu+a como mecanismo genérico para el diseño de aplicaciones informáticas inclusivas. Finalmente, buscamos proponer un modelo integrador de las estrategias de diseño para aplicaciones inclusivas gamificadas y su utilización en entornos inclusivos que apoyen el tratamiento de TEA, lo que corresponde al Marco de trabajo EmoTEA realizado por los autores del documento.

Es así como dentro del estudio realizado se busca, por un lado, el conocimiento detallado de las características del TEA, así como las opciones de tratamiento utilizadas y, por otra parte, las alternativas de diseño de aplicaciones computacionales inclusivas, indagando por aquellas que se enfocan directamente a casos de autismo.

El estudio de caso presentado en el capítulo anterior nos ha demostrado la relación directa entre el uso de aplicaciones informáticas y el desarrollo de emociones en cinco niños entre los 5 y los 12 años que sufren de autismo (Imagen 14).

En este caso, la información se evidencia del estudio de caso anterior en donde se evidencia el impacto del uso de herramientas informáticas en la generación de alguna reacción emocional en niños diagnosticados con autismo.

Ahora bien, una siguiente etapa del proyecto requiere del estudio en profundidad de los tipos de aplicaciones informáticas inclusivas más utilizadas en el tratamiento del autismo y la determinación de su funcionalidad de acuerdo con los requerimientos terapéuticos más utilizados dentro del estudio de caso realizado. Lo anterior permitiría identificar las características de interacción, desarrollo emocional y social,

---

<sup>17</sup> Entendida como el uso de estrategias de juego aplicadas en los procesos de formación de habilidades y competencias propias de la inteligencia emocional en niños autistas.



así como de comunicación entre Terapeuta-Niño autista-Familia, esto como parte de un modelo integrado que mejore los actuales resultados de tratamiento.

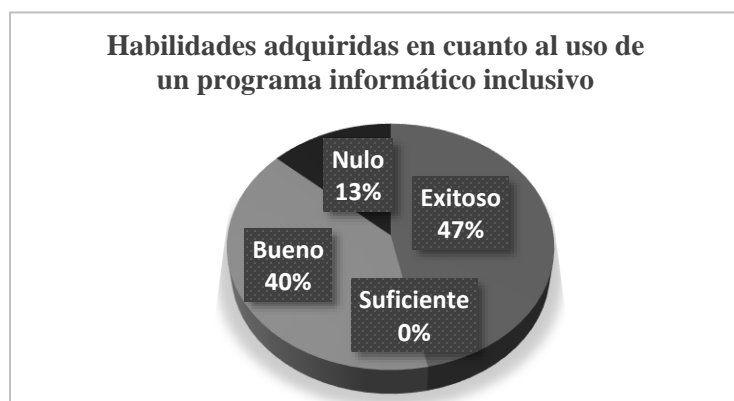


Imagen 17 Uso de aplicaciones informáticas y desarrollo emocional

## 5.1 Estado de la técnica

La revisión de literatura durante el proyecto nos permitió la identificación de los estudios más relevantes para los propósitos del estudio general, con lo cual se profundiza en el conocimiento de los tratamientos actuales para el autismo, la existencia de actividades de tratamiento basadas en el uso de aplicaciones computacionales y la relación existente entre el uso de técnicas de gamificación y el desarrollo de habilidades emocionales. De igual manera, se estudia dos modelos de diseño de aplicaciones gamificadas, viables de utilización para los propósitos particulares, y un modelo de diseño de aplicaciones inclusivas. Se espera que la apropiación de estos elementos permita la formulación de recomendaciones para un marco de diseño inicial para el diseño de aplicaciones informáticas inclusivas, basadas en gamificación, que estén relacionadas con el logro de habilidades emocionales en niños con TEA.

### 5.1.1 Estudios realizados

#### Relacionados con el tratamiento del TEA

El diseño de aplicaciones inclusivas en Colombia se ha inclinado principalmente hacia la construcción de aplicaciones computacionales como apoyo a

discapacidades motrices, visuales o auditivas (Imagen 14), pero poco se ha hecho respecto a otras alteraciones o trastornos, como por ejemplo el del espectro autista [58].

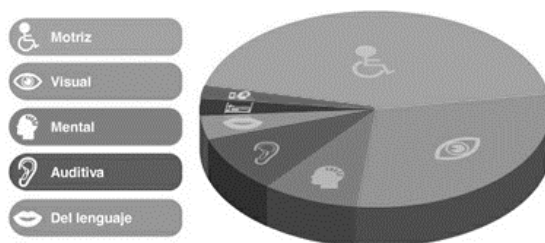


Imagen 18 Diseño de aplicaciones computacionales para apoyo a discapacitados en Colombia

Es claro que la tecnología es una gran aliada para ayudar en el desarrollo de personas con trastornos como el autismo y en este contexto, al profundizar en las iniciativas de desarrollo de aplicaciones computacionales, se encuentra una proliferación de iniciativas tendientes al apoyo terapéutico de esta población, pero ajustadas a casos particulares que han generado la formulación de proyectos en muchos casos, y de colecciones de aplicaciones móviles orientadas a comunidades que trabajen en el tratamiento de este trastorno.

En este sentido, ha sido variado el espectro de alternativas de tratamiento experimentadas al interior de círculo terapéutico para buscar alternativas complementarias válidas al manejo medicado de los niños que padecen de TEA [59]. Así, por ejemplo, se ha probado con el uso de aplicaciones computacionales para facilitar al niño el desarrollo de habilidades para su concentración y aprendizaje de actividades en su vida cotidiana. Esta terapia ha resultado de las más utilizadas por sus resultados a mediano o largo plazo y sobre ella se ha variado en su aplicación desde el uso de pictogramas impresos, digitalizados en tabletas o computadores hasta terapias innovadoras que utilizan perros amaestrados para que los niños copien su comportamiento frente a ciertas situaciones para las que se quiere apropien su comportamiento, o simplemente porque calman sus sensaciones emocionales [60].

De acuerdo con lo anterior, se ha explorado las aplicaciones que más se mencionan en la literatura para el trabajo con autismo, y que se conocen como Sistemas Alternativos y Aumentativos de Comunicación (SAACs) [61].

Estas aplicaciones encontradas son las siguientes:

Tabla 14 Sistemas alternativos y Aumentativos de Comunicación (SAAC)

APLICACIÓN	PLATAFORMA	LICENCIA	WEB
<b>ARASAAC</b>	Todas	Creative Commons (BY-NC-SA)	<a href="http://www.catedu.es/arasaac">www.catedu.es/arasaac</a>
<b>Piktoplus</b>	Android	Comercial	<a href="http://piktoplus.com/">piktoplus.com/</a>
<b>Ayword</b>	Windows, Linux y Apple	Libre distribución	<a href="http://www.proyectotico.es/wiki/index.php/AraWord">www.proyectotico.es/wiki/index.php/AraWord</a>
<b>E-mintza</b>	Android y Windows	Libre distribución	<a href="http://fundacionorange.es/emintza_descarga.html">fundacionorange.es/emintza_descarga.html</a>
<b>Proyecto TICO</b>	Windows	Libre distribución	<a href="http://www.proyectotico.com/wiki/index.php/Inicio">www.proyectotico.com/wiki/index.php/Inicio</a>
<b>Comunicador CPA</b>	iOS. Dispositivo móvil Ipad / Iphone / Ipad	Aplicación gratuita	<a href="http://www.comunicadorcpa.com">www.comunicadorcpa.com</a>
<b>ABLAH</b>	iOS. Dispositivo móvil Ipad/Iphone/Ipad	Aplicación de pago, 14,99 €	<a href="http://www.ablah.org/">www.ablah.org/</a>
<b>Baluh</b>	iOS. Dispositivo móvil Ipad/Iphone/Ipad	Aplicación de pago, 5,99 €	<a href="http://blog.baluh.org/">blog.baluh.org/</a>
<b>PictoDroid Lite</b>	Android	Libre distribución	<a href="http://www.accegal.org/pictodroid-lite/">www.accegal.org/pictodroid-lite/</a>
<b>In-TIC</b>	Android	Libre distribución	<a href="http://www.proyectosfundacionorange.es/intic/index.php/">www.proyectosfundacionorange.es/intic/index.php/</a>
<b>Proyecto Azahar</b>	Windows	Libre distribución	<a href="http://www.proyectoazahar.org/azahar/whatis.do">www.proyectoazahar.org/azahar/whatis.do</a>
<b>DIME</b>	iPads	Aplicación de pago 59,99 €	<a href="http://www.dimetecnologia.com/">www.dimetecnologia.com/</a>
<b>Proyecto Arcón</b>	Windows, Linux y Mac, iPads, Pizarras Digitales, Nintendo DS, Android	Libre distribución	<a href="http://www.arconvoz.es/">www.arconvoz.es/</a>

En la exploración inicial realizada a los sitios web de los autores de estas aplicaciones, se pudo comprobar que, si bien existe una relación directa en el

manejo conceptual y la presentación de los pictogramas dentro de las posibilidades de uso en casos de TEA, no es visible directamente su utilización como complemento a un tratamiento terapéutico con acompañamiento de expertos clínicos. En consecuencia, se tendría que recurrir al contacto directo con los autores para solicitar información puntual acerca de los detalles técnicos de implementación de estas soluciones y buscar algún tipo de caso relacionado con aspectos de diseño de tratamiento haciendo uso de cada aplicación en particular; o en su defecto a la creación de las experimentaciones pertinentes para validar los resultados que pudieran ser obtenidos. Debido esto, se pretende brindar un inicio de formulación de propuesta de modelo tecnológico que sirva como marco para el diseño de aplicaciones inclusivas que sean complementarias al tratamiento del TEA y analizar la vinculación de técnicas de gamificación en el tratamiento de utilización de estas.

### **Relación entre Gamificación y desarrollo de habilidades emocionales**

La exploración de literatura realizada arroja deducciones interesantes en cuanto a la formulación de nuevas iniciativas terapéuticas y que ha originado programas como el uso de dispositivos móviles con tecnología NFC (Comunicación de Campo Cercano) o hasta la utilización de animales [62]. No obstante lo anterior, no se han encontrado investigaciones o proyectos relacionados con la aplicación combinada de los anteriores elementos, es decir, el uso de herramientas de software que utilicen tecnología NFC para la presentación de pictogramas animados de animales, además de la inclusión de elementos de juegos serios que apoyen los actuales tratamientos de niños con TEA o incluso con diversidad funcional de otro tipo, por lo que sería un aporte respecto a nuevas prácticas de educación inclusiva en ésta área del conocimiento.

Respecto al modelo para el diseño de aplicaciones computacionales que apoyen los tratamientos del TEA, si bien en la literatura seleccionada se encuentra el uso de aplicaciones dentro de algunos tratamientos con resultados importantes para el mejoramiento del comportamiento de niños con TEA [59] [50], se evidencia que no es posible generalizar un tratamiento para diversos casos de autismo que hayan sido diagnosticados, por lo tanto, debe diseñarse un tratamiento específico para cada caso y en tal sentido igualmente tendría que hacerse ajustes específicos a la

aplicación computacional que sea diseñada desde el enfoque de los principios de juego, interacción y accesibilidad [63].

En consecuencia, se busca explorar las ventajas que para el desarrollo de habilidades emocionales conlleva la utilización de técnicas de juego dentro de las alternativas terapéuticas, esto es el uso de gamificación dentro de la estrategia de diseño de aplicaciones computacionales, donde la utilización de estas técnicas para la innovación de propuestas terapéuticas facilita la motivación intrínseca del niño con TEA (quien aprende) y aumenta los resultados esperados [64] [65].

Para el diseño gamificado, se utilizaría el modelo de diseño básico ARCS (Imagen 15) que determine los niveles de Satisfacción, Seguridad, Atención y Relevancia [66] [67] que sean determinados de manera colaborativa entre los actores involucrados en el diseño: Terapeuta, Familiares y Desarrolladores de software.

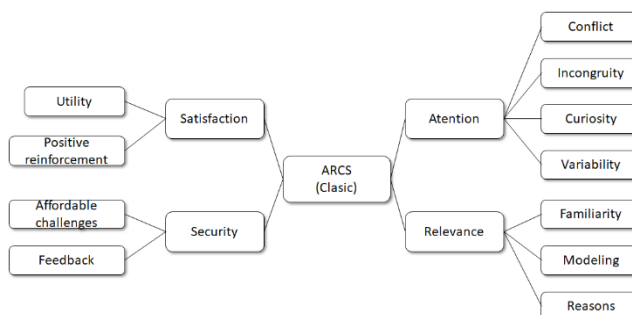


Imagen 19 Modelo de diseño gamificado clásico

## Relacionados con el diseño de aplicaciones con el Modelo MDA

Por la relación entre Gamificación y juego, es posible utilizar las mismas herramientas usadas para el desarrollo y creación de este tipo de aplicaciones. Una de dichas herramientas es el MDA Framework, uno de los marcos de trabajo más comunes para el diseño de juegos [68]. MDA son las siglas en inglés de Mechanics (Mecánicas), Dynamics (Dinámicas) y Aesthetics (Estética); este marco de trabajo es un enfoque formal para entender los juegos, y tiene como función ser una herramienta de diseño y además una herramienta de estudio. MDA permite enfocar el diseño de los juegos de una forma metódica e iterativa. Además, este enfoque permite conceptualizar el comportamiento dinámico de los juegos, facilitando así la creación de técnicas de desarrollo iterativo, permitiendo la identificación temprana

de resultados no deseados y replantear estrategias de desarrollo acordes a lo esperado (Imagen 8).

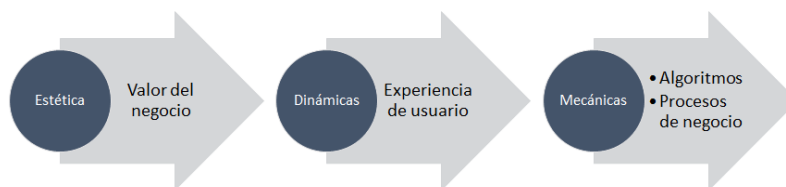


Imagen 20 MDA Framework

## Relacionados con el diseño de aplicaciones con el Modelo 6D

Es otro marco de trabajo compuesto por seis (6) fases destinadas al diseño de aplicaciones tipo juego: 1) Definición de objetivos del sistema; 2) Definición de comportamientos deseados; 3) Descripción de los jugadores; 4) Diseño de ciclos de actividad; 5) Elementos de diversión adicionados; 6) Implementación de herramientas adecuadas.

Además de este tipo de aspectos arquitectónicos netamente computacionales, cuando el desarrollo gamificado sea aplicado en contextos de apoyo a terapias de síndromes como el TEA, debe basarse en el enfoque de la gamificación colaborativa que debe permitir la mediación o acompañamiento de un experto (terapeuta y/o médico especializado) y garantizar la interactividad entre todos los participantes de la experiencia: familiares y personas de apoyo al desarrollo computacional.

Para su desarrollo, existen algunos ejemplos de aplicaciones y plataformas que pueden ser útiles al momento de prototipar (Mozilla Open Badges, Institute of play, Q Design Packs, Quest to learn, Classcraft) o en algunos casos para el diseño de soluciones definitivas. Todas ellas, tienen la ventaja de estar soportadas bajo lenguajes de HTML5, soporte de CSS3, PHP y SQL, lo que las hace compatibles con muchos dispositivos y navegadores de internet actuales.

## Relacionados con el diseño de aplicaciones con el Modelo MPlu+a

El Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad – MPlu+a busca cubrir los aspectos relacionados con el Diseño de sistemas interactivos Centrados en el Usuario (DCU) contemplando todas sus fases de realización (Imagen 9): Análisis, Diseño, Implementación, Lanzamiento, Prototipado y Evaluación [22] [69].

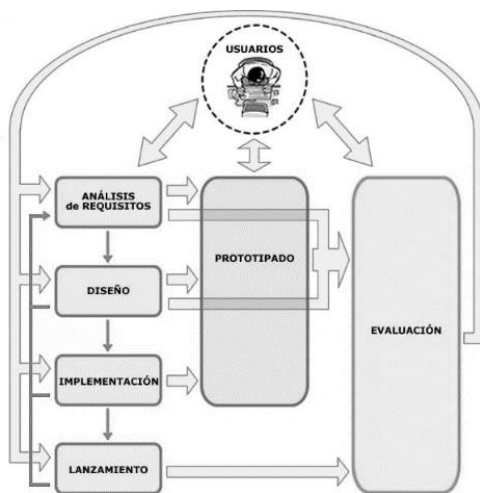


Imagen 21 Modelo MPlu+a

Inicialmente, se enmarca el desarrollo del modelo de aplicaciones informáticas inclusivas desde los conceptos relacionados con la discapacidad ligada al TEA y específicamente en este caso, debería centrarse en el desarrollo de habilidades Intrapersonales (como la motivación) e Interpersonales (por ejemplo, las habilidades sociales) relacionadas con la inteligencia emocional que es lo pretendido en la investigación. Lo anterior tiene que ver con la organización conceptual del proyecto dentro de los aspectos propios de la Ingeniería del Software con los principios básicos de la Ingeniería de la Usabilidad y los de Accesibilidad, proporcionando una metodología que es capaz de guiar a los equipos de desarrollo durante el proceso de implementación de un determinado sistema gamificado, interactivo e inclusivo.

Los requisitos de un sistema interactivo generalmente hacen referencia al componente funcional del software dejando otros aspectos fuera del alcance del sistema, tales como quiénes serán los usuarios y el uso que éstos realizan del sistema. Debido a lo anterior, esta fase del modelo de proceso se fundamenta en la

Ingeniería de los Requisitos y en el modelo de calidad definido en el estándar ISO/IEC 25010<sup>18</sup>, que describe la calidad de los requisitos del sistema en las etapas iniciales del ciclo de vida, refiriéndose principalmente a la vista externa y a la vista del usuario (funcionalidad, rendimiento, seguridad, mantenibilidad, compatibilidad, portabilidad y especialmente la Usabilidad) más que en referencia a la calidad interna o funcional de la implementación, que es a la que únicamente hacen referencia los desarrolladores.

---

<sup>18</sup> <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>



## **CAPÍTULO 6 - RECOMENDACIONES DE DISEÑO PARA APLICACIONES COMPUTACIONALES EN TRATAMIENTOS DE TEA**

Inicialmente, se enmarca el desarrollo del modelo de aplicaciones informáticas inclusivas desde los conceptos relacionados con la discapacidad ligada al Trastorno de Espectro Autista -TEA y específicamente en el desarrollo de habilidades Intrapersonales (como la motivación) e Interpersonales (por ejemplo, las habilidades sociales) relacionadas con la inteligencia emocional. Lo anterior tiene que ver con la organización conceptual del proyecto dentro de los aspectos propios de la Ingeniería del Software con los principios básicos de la Ingeniería de la Usabilidad y los de Accesibilidad, proporcionando una metodología que sea capaz de guiar a los equipos de desarrollo durante el proceso de implementación de un determinado sistema interactivo e inclusivo.

Los modelos de ingeniería de requisitos para el caso de aplicaciones inclusivas destinadas al tratamiento del autismo añaden nuevos factores para tener en cuenta, lo que debe garantizar el desarrollo de aplicaciones con un grado mucho mejor desde el punto de vista funcional, es decir, desde su usabilidad y su accesibilidad para niños con TEA.

Durante el desarrollo de una aplicación computacional, una vez resueltas las funcionalidades que el sistema debe cubrir junto con el resto de sus características derivadas del contexto de la interacción, se continúa con el diseño de la actividad y el diseño de la información como principales actividades que conforman el proceso global de diseño de dicha interacción. Además de esto, se debe tener en cuenta los atributos de calidad mencionados por la norma ISO 25010 y las características de jugabilidad requeridos para aplicaciones gamificadas, por lo tanto, se debe incluir un ciclo de evaluación (o de mejora) de la aplicación a desarrollar dentro de su definición arquitectónica (Imagen 22). Es aquí donde se integrarían los modelos MPlu+a y los marcos de diseño MDA y/o 6D ya mencionados.

Lo anterior garantiza que tanto los requisitos funcionales como los no funcionales sean alcanzados desde el inicio del diseño de las aplicaciones y no hasta el final que se realicen las pruebas con niños que estén inmersos en un tratamiento de TEA.

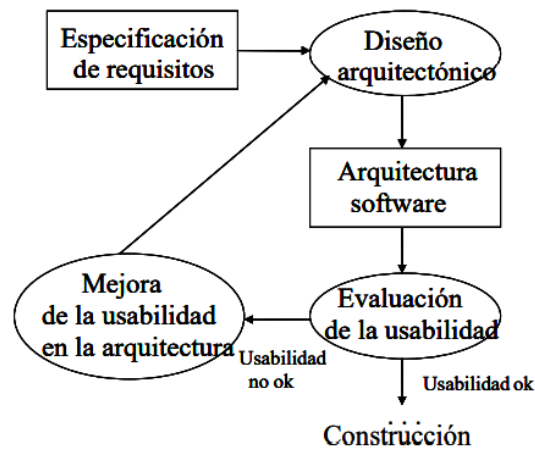


Imagen 22 Diseño de aplicaciones para la usabilidad

Pensando en el usuario final del resultado del proyecto, es decir en los desarrolladores de sistemas interactivos, se pretende que la *usabilidad* sea un factor determinante para las aplicaciones inclusivas que sean realizadas bajo este enfoque, de manera que las interfaces, capacidad comunicativa y estructura funcional del software desarrollado, tengan que ser cuanto más sencillas y simples mucho mejor. Por tanto, para el diseño del modelo tecnológico que defina arquitecturas de software apropiadas, se tiene en cuenta cada una de las fases de realización MPlu+a de la siguiente manera:

### 1. Especificación de requerimientos:

La comunicación con los usuarios es un aspecto prioritario para las empresas que desarrollan sistemas software; aun así, tradicionalmente se confía más en la experiencia acumulada de sus desarrolladores que en la aplicación de métodos creados para capturar la experiencia de los usuarios y sus verdaderas necesidades. Los requisitos de un sistema interactivo generalmente hacen referencia al componente funcional del software dejando otros aspectos fuera

del alcance del sistema, tales como quiénes serán los usuarios y el uso que éstos realizan del sistema.

Esta fase del modelo de proceso se fundamenta en la Ingeniería de los Requisitos y en el modelo de calidad definido en el estándar ISO/IEC 25010<sup>19</sup>, que describe la calidad de los requisitos del sistema en las etapas iniciales del ciclo de vida, refiriéndose principalmente a la vista externa y a la vista del usuario (funcionalidad, rendimiento, seguridad, mantenibilidad, compatibilidad, portabilidad y especialmente la Usabilidad) más que en referencia a la calidad interna o funcional de la implementación, que es a la que únicamente hacen referencia los desarrolladores.

El punto de vista que de la fase del Análisis de Requisitos realiza la Ingeniería del Software (IS) “clásica” establece los servicios que el sistema debe proporcionar y las restricciones bajo las cuales debe operar. Se especifican las condiciones que determinan qué debe hacer el sistema y cómo debe hacerlo, es decir los requisitos:

- **Funcionales:** Describen una funcionalidad o un servicio que debe cumplir el sistema.
- **No funcionales:** Suelen ser restricciones al sistema (por ejemplo, el tiempo de respuesta) o para su proceso de desarrollo (definición de utilización de un determinado lenguaje).

Por otra parte, los modelos de Ingeniería de los Requisitos añaden nuevos factores para tener en cuenta que garantizarían el desarrollo de un sistema con un grado mucho mejor, desde el punto de vista funcional, es decir, desde su usabilidad y su accesibilidad. En este último aspecto se debe tomar como referencia los elementos que el Modelo Metodológico del proyecto general aporta en relación con las estrategias seleccionadas para el desarrollo de habilidades Intra e Inter personales en función de la inteligencia emocional de personas con TEA.

---

<sup>19</sup> <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>

En esta etapa se deben definir los criterios de usabilidad de la aplicación, basados en el desarrollo de los módulos por agregar al software inclusivo, teniendo en mente su característica lúdica, y su enfoque hacia usuarios con necesidades educativas y de tratamiento especiales asociadas a la discapacidad intelectual que tiene el TEA.

Para definir criterios de usabilidad se toman en cuenta, principalmente, las habilidades cognitivas de los niños, los mismos que están especificados en cada una de las fases de desarrollo de la metodología ágil *Extreme Programming (XP)*, donde cada una de ellas arroja un producto el cual es utilizado como insumo para la siguiente definición, generando así, criterios específicos y diferentes.

Las fases propuestas que aplica XP son las siguientes:

- a. Exploración
- b. Planificación
- c. Iteraciones hasta obtener entregables finales
- d. Producción
- e. Mantenimiento
- f. Finalización del proyecto

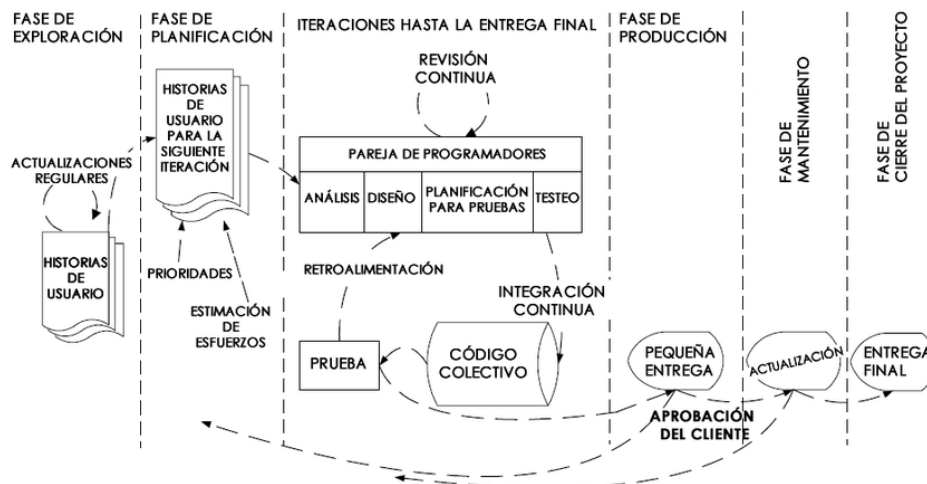


Imagen 23 Fases del ciclo de vida de XP

## 2. Diseño arquitectónico:

El desarrollo del proyecto de una manera iterativa debería llevarnos a esta fase tras realizar actividades relacionadas con el Análisis de Requisitos anterior y que proporciona información necesaria para que el equipo de desarrollo sea capaz de modelar el sistema y así posteriormente proceder a su codificación.

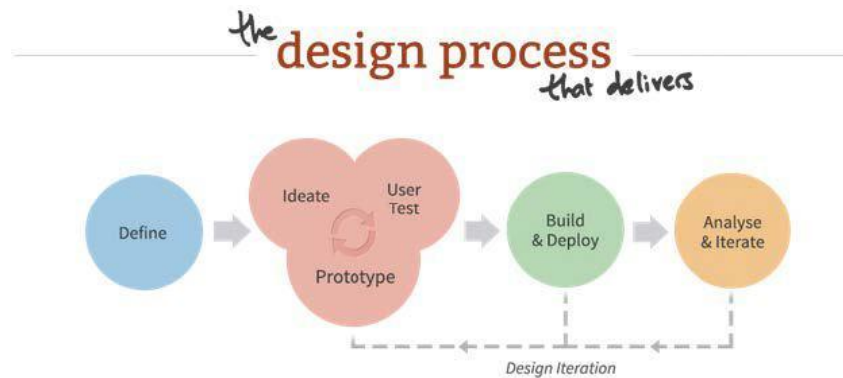


Imagen 24 Diseño de procesos para diseñadores UX (Ali Adair)

Durante el desarrollo de una aplicación computacional, una vez resueltas las funcionalidades que el sistema debe cubrir junto con el resto de sus características derivadas del contexto de la interacción, se continúa con el diseño de la actividad y el diseño de la información como principales actividades que conforman el proceso global de diseño de dicha interacción. Teniendo en cuenta los atributos de calidad mencionados por la norma ISO 25010 que son de suma importancia dentro de la usabilidad del producto a obtener, se debe incluir un ciclo de evaluación (o de mejora) de la aplicación a desarrollar dentro de su definición arquitectónica. Lo anterior garantiza que tanto los requisitos funcionales como los no funcionales sean alcanzados desde el inicio del diseño de las aplicaciones y no hasta el final que se realicen las pruebas.

### Diseño de la actividad:

Diseñar la actividad (en este caso entendida como al análisis y diseño de una aplicación computacional para desarrollo de habilidades específicas en personas con TEA) está directamente relacionado con la especificación

funcional, la tecnología y las nuevas posibilidades que el sistema ofrece para que las personas discapacitadas sean capaces de utilizar sistemas interactivos para la consecución de sus actividades de formación. El diseño de la actividad se consigue analizando las funcionalidades y las tareas necesarias que permiten realizarlas (el análisis de las tareas) y el modelado a nivel conceptual buscando una aproximación al modelo mental de los usuarios -previamente analizados para incorporar sus particularidades como elementos utilizables por los miembros del equipo de desarrollo. El diseño de la actividad cubre el espacio existente entre las funcionalidades definidas y la interfaz del usuario.

En consecuencia, se pretende analizar qué patrón de diseño de arquitectura de software sería el más adecuado para el logro de los objetivos propuestos en el diseño de la actividad. El concepto de patrón de diseño es ampliamente utilizado en el desarrollo del software orientado a objetos. En este sentido, un patrón de diseño es una descripción de las clases y de los objetos que trabajan conjuntamente para resolver un problema concreto [5]. No obstante, no se tomaría un patrón como una solución única sino como una alternativa de referencia. Acorde a esto, se inclinaría el modelo tecnológico hacia el uso del Patrón Fachada (Facade) como estructura arquitectónica de base para la solución a utilizar en el diseño de aplicaciones. Esta selección se debe a que este patrón aporta a la necesidad de proporcionar una interfaz simple para un subsistema complejo, ya que las distintas fachadas serían el punto de entrada a cada nivel que se requiera trabajar con el usuario final de las aplicaciones que sean implementadas bajo este modelo.

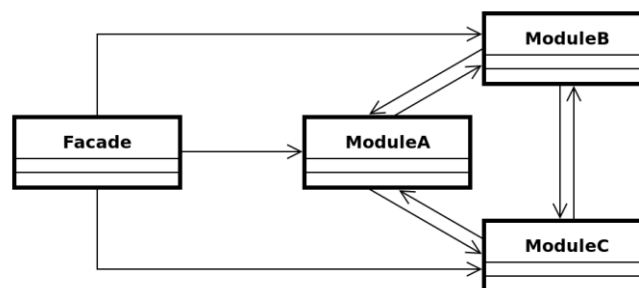


Imagen 25 Patrón Fachada

Lo que si se debe considerar puntualmente es que un patrón arquitectónico, al ser una descripción de los componentes de un diseño y de la comunicación

entre ellos, como se ha dicho antes, debe incorporar opciones concretas de evaluación de la usabilidad en el diseño del software que se esté proyectando.

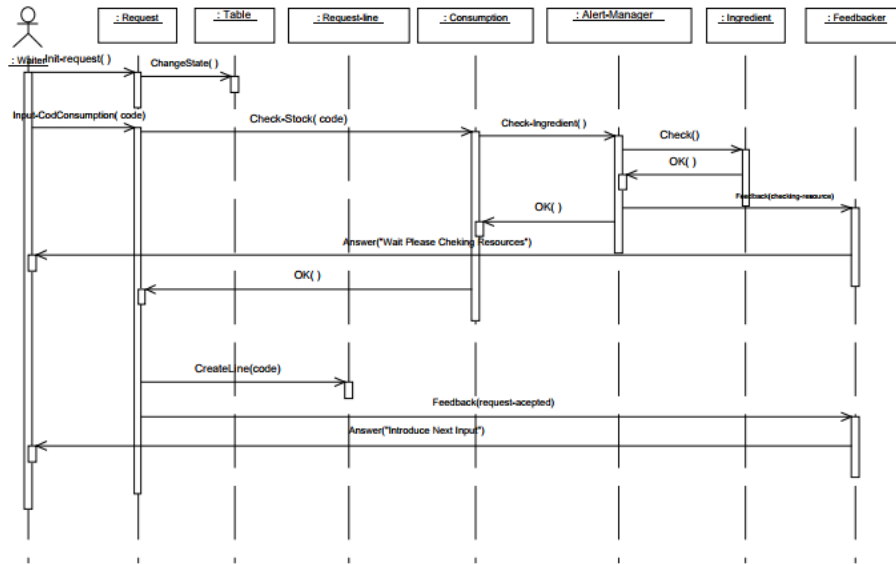


Imagen 26 Diagrama de interacción con patrón de usabilidad

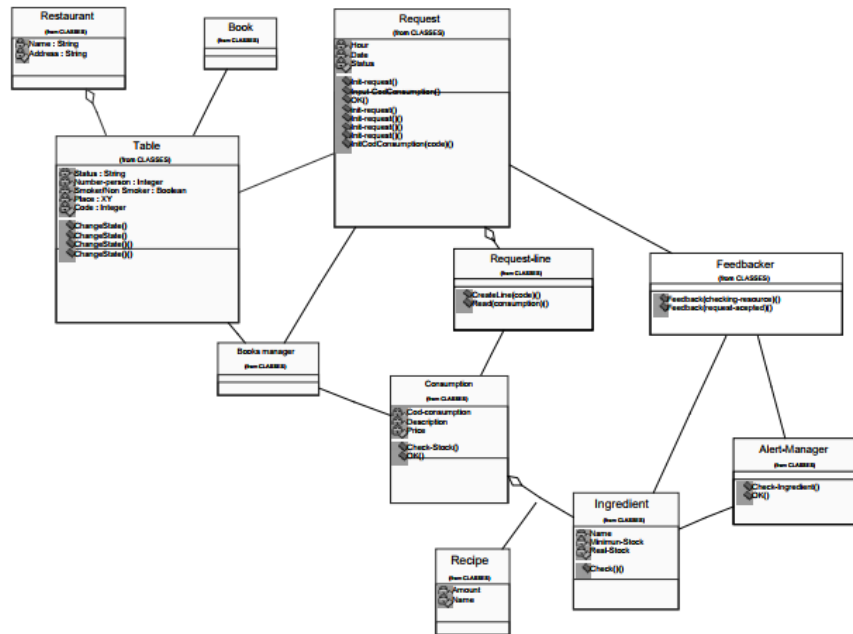


Imagen 27 Diagrama de clases con patrón de usabilidad

Una abstracción de la solución de diseño de aplicaciones con patrones de usabilidad podría comprenderse de la siguiente manera:

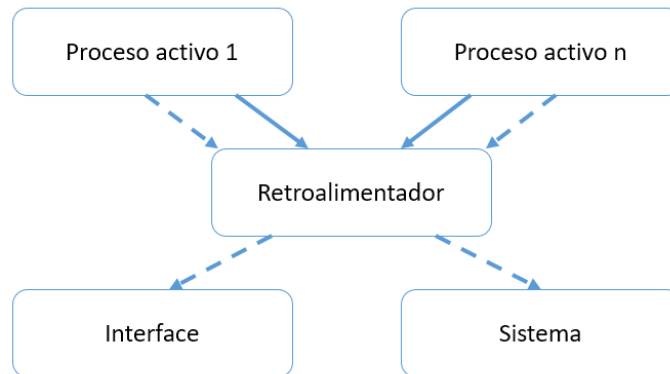


Imagen 28 Modo genérico para patrón retroalimentador (Feedbacker)

### Diseño de la información:

El diseño de la información, cuyo principal objetivo es dar soporte a la percepción, la interpretación y la comprensión de la información de los sistemas interactivos, afronta diversos aspectos relacionados con la parte física de la interacción (colores, organización de los elementos en pantalla, etc.), el lenguaje (visual para las interfaces visuales, auditivo para las auditivas, etc.), los modelos de la información, la consistencia y la coherencia. No sólo nos referimos a qué colores o fuentes tipográficas utilizar, sino a la disposición de los elementos interactivos en la interfaz de acuerdo con las tareas a realizar y en compromiso con los objetivos de usabilidad y a la consecución funcional de dichas tareas.

#### A. Implementación y Lanzamiento:

Esta fase es conocida también como fase de *codificación*, pues supone todo el proceso de escribir el código de software necesario que hará posible que el sistema finalmente implementado cumpla con las especificaciones establecidas en la fase de análisis de requisitos y responda al diseño del sistema descrito en la fase anterior. Se aplica teniendo en cuenta la necesidad de continuar realizando constantes evaluaciones sobre los



prototipos o versiones preliminares desarrolladas del sistema con implicación directa de los usuarios directos.

Esta fase agrupa toda la programación del software necesario para concretar la aplicación junto con todos los procesos necesarios para el ensamblaje entre los módulos de software y dispositivos físicos necesarios para el trabajo en personas con TEA. Cuando se llega a esta fase del modelo de proceso ya se ha determinado el lenguaje de programación a utilizar para la implementación del proyecto, las bases de datos correspondientes que se precisen, los sistemas de intercomunicación de procesos, y en general toda la tecnología necesaria.

En esta fase es recomendable trabajar con desarrolladores de aplicaciones computacionales en la realización de prototipos, para así durante los estados iniciales de implementación puedan evaluar sus avances con usuarios finales de manera regular (niños con TEA seleccionados para el proyecto). Es recomendable al final de esta fase y antes de empezar la etapa de lanzamiento evaluar el sistema mediante el método de la evaluación heurística para comprobar la consistencia global del producto justo antes de su puesta en funcionamiento definitivo.

### **B. Prototipado:**

Desde que se inicia el desarrollo de un sistema interactivo necesitamos probar partes de este con el fin de verificar sus funcionalidades (diseño de la actividad), definir algunos aspectos relacionados con la interfaz del sistema como posición de botones, controles, textos, colores, etc. (diseño de la información) y validar su navegación o inclusive probar nuevas posibilidades técnicas. El MPlu+a no marca ninguna pauta para indicar a los diseñadores en qué situaciones deberán recurrir al uso de una determinada técnica para simular el funcionamiento del sistema, pero tampoco los limita a poder realizar un primer prototipo en una fase inicial del proyecto.

Debido a lo anterior, el diseño inicial del prototipo se realizaría conteniendo tres componentes básicos para su funcionamiento: Un Módulo de interfaz, Módulo de datos y el Módulo lógico que contengan todos los elementos

descritos por el modelo MPIu+a. El módulo de Interfaz estaría elaborado bajo el modelo de vistas 4+1 de Kruchten [70] con un enfoque centrado en el usuario para un estudio de caso propio de una institución de formación de niños con discapacidades de TEA.

El contenido del Documento de Distribución de la Arquitectura (SAD) [4] es la siguiente:

- Vista lógica
- Vista de procesos
- Vista de despliegue (física)
- Vista de desarrollo
- Vista de seguridad

Adicionalmente el proyecto incluye apartados con la manera en que el sistema cumplirá los requerimientos no funcionales y las estrategias que se emplean para tal fin; en adición a las cuatro vistas base del modelo.

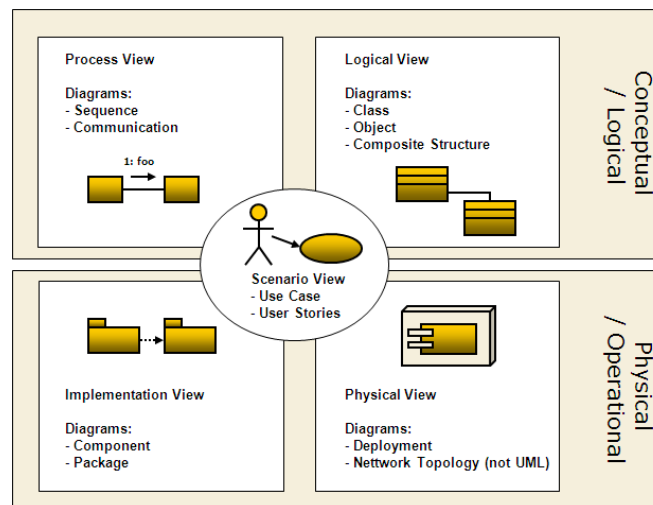


Imagen 29 Modelo de vistas 4+1 de Kruchten

En este sentido, la estructura de cada aplicación desarrollada bajo este modelo contaría con tres módulos base de la siguiente manera:

### Módulo de interfaz

Contiene las clases de software que son utilizadas no solo para la interacción de los usuarios de la aplicación (en este caso los niños en tratamiento de TEA) sino además la entrada de datos tomadas de las herramientas disponibles para que los niños con discapacidad puedan usar el sistema

(Accesibilidad) o también los datos ingresados por los profesionales que acompañan el tratamiento. Entre estas clases están:

- Escenario de interacción humano-computador
- Elementos de Micro-mundo (captura de datos)
- Interfaz de conexión con la BD

### **Módulo de datos**

Se encarga de gestionar todos los elementos que requieren ser almacenados por el sistema para luego ser invocados en el momento que se necesiten. Entre los elementos del modelo tenemos:

- Gestor de las actividades de estimulación (Actividades por niveles de rehabilitación)
- Gestor de opciones (Básicas para el funcionamiento del software)

### **Módulo Lógico**

Encargado de administrar y controlar la lógica de funcionamiento de la aplicación y mantener de forma actualizada la base de datos.

## **3. Evaluación de la usabilidad de la aplicación:**

Aunque el concepto de usabilidad es fácil de asimilar, conseguir que un producto sea usable es más difícil. En general, cuando se diseña un producto, y más en un sistema software, se está más preocupado de la funcionalidad que de la usabilidad de este, por no hablar de la accesibilidad, que es aún más complicada.

Los diseñadores y en su defecto, los programadores, asumen que si ellos pueden utilizar el software y lo encuentran funcional ya es suficiente. Además, prefieren evitar evaluar el producto con usuarios porque incrementa el tiempo de desarrollo, cuesta más dinero y, sobre todo, porque temen el trabajo adicional que puede suponer implementar los cambios derivados de la evaluación. Sólo se preocupan de probar la parte puramente funcional del sistema.

Evaluar consiste en probar algo para saber si funciona correctamente o no, si cumple con las expectativas, o simplemente para conocer cómo funciona una determinada herramienta. En MPlu+a, la fase de evaluación constituye un punto clave para la obtención de sistemas interactivos usables y accesibles. Será en esta fase donde se aplicarán las técnicas necesarias para recibir la realimentación necesaria por parte de los usuarios y/o evaluadores expertos que se verá reflejado en el diseño de las interfaces, mejorando sus procesos interactivos. Por tanto, para este proceso se habla de la evaluación como: La actividad que comprende un conjunto de metodologías y técnicas que analizan la usabilidad y/o la accesibilidad de un sistema interactivo que busque la rehabilitación de habilidades de niños con TEA, durante diferentes etapas del ciclo de vida del software.

De acuerdo con lo anterior, el método de inspección de resultados más idóneo podría ser la evaluación heurística que es utilizado para encontrar problemas de usabilidad en una interfaz y puede ser realizado por un pequeño grupo de evaluadores verificando el grado de cumplimiento de los principios de usabilidad y diseño que hayan sido especificados en el análisis de requerimientos inicial.

Una vez definidos los requisitos funcionales desde lo computacional, se propone un modelo de integración de los elementos necesarios para permitir el diseño de aplicaciones computacionales con características de desarrollo de habilidades emocionales (Sistema de gestión de la formación y el tratamiento), herramientas para la co-creación de terapias asistidas por computador, el producto de software gamificado y alternativas de interacción y comunicación entre el terapeuta y la familia del niño con TEA (Imagen 30).

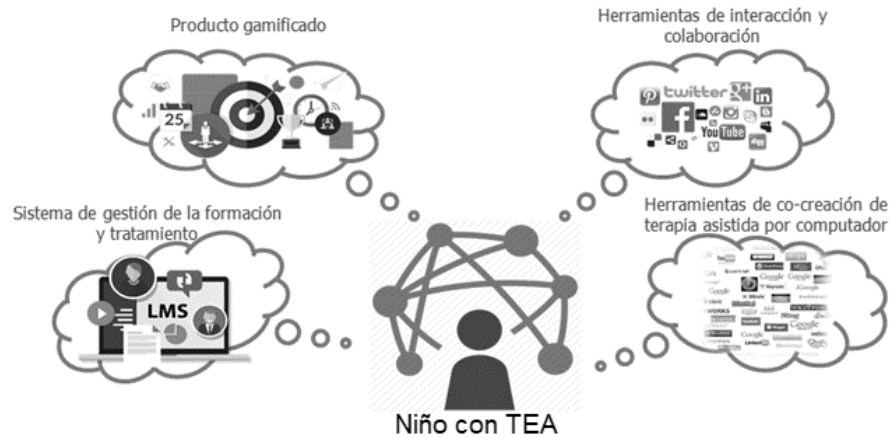


Imagen 30 Diagrama conceptual de Marco de trabajo propuesto para EmoTEA

Este marco de trabajo (framework) propuesto para el desarrollo colaborativo de tratamientos interactivos e inclusivos para niños con trastorno de espectro autista es el que ha de ser probado y validado en la fase de estudio doctoral del autor del proyecto.

# CAPÍTULO 7 - CONCLUSIONES, APORTES Y TRABAJOS FUTUROS

## 6.1 Conclusiones

Desde un enfoque clínico, se aprende que no existen dos casos iguales de TEA, por lo tanto, la definición de un tratamiento con elementos computacionales debe ser específico para cada niño en particular. En este mismo sentido, el desarrollo de habilidades emocionales es un factor clave en el tratamiento del autismo, especialmente el auto-reconocimiento y la empatía, para facilitar la interacción social del niño. En este sentido, se encuentra diversas experiencias de utilización de herramientas de software especializado para el autismo, los cuales arrojan resultados importantes de usabilidad y diseño que aportan elementos clave para un marco de referencia de diseño de aplicaciones computacionales específicas en tratamientos del autismo, en los cuales se requiera del seguimiento permanente del terapeuta y la variación en casa de las actividades a realizar por periodos de tiempo diversos.

Conviene destacar entonces que el generalizar el Trastorno del Espectro Autista es un riesgo que se corre al trabajar con este colectivo de personas, ya que las características de un usuario frente a otro con el mismo trastorno pueden ser totalmente diferentes, de ahí que las recomendaciones de usabilidad de aplicaciones computacionales tiene que ser lo más adaptables (configurables) posible para las necesidades del usuario final.

Para lo anterior, existen modelos de diseño de aplicaciones computacionales, tales como MDA, 6D y MPlu+a, que aportan ayuda para el autismo, pero estos generalmente han sido utilizados de manera autónoma y sin un seguimiento riguroso del especialista clínico o sin la vinculación de la familia del niño en el seguimiento del tratamiento.

Estos mismos modelos, especialmente MDA y 6D, facilitan el desarrollo de aplicaciones informáticas para contextos de aplicación de elementos gamificados,

pero teniendo en cuenta el usuario final para el que estas deben ser diseñadas, es decir, niños con trastorno autista. En cuanto al diseño de estas aplicaciones de software especializadas, se encuentran modelos, patrones y recomendaciones generalizadas para el diseño de software inclusivo, pero estos carecen de algunos elementos particulares para el tratamiento de síndromes como el TEA. El estado del arte y de la técnica, encuentra la existencia de modelos de diseño de aplicaciones inclusivas (como por ejemplo MPlu+a) desde las cuales se puede iniciar la propuesta de creación de un marco de trabajo específico, basado en la interacción humano-computador, para la adaptación de aplicaciones computacionales inclusivas, adecuadas para el apoyo del tratamiento del autismo. Este modelo de integración de aplicaciones informáticas inclusivas y elementos propios de tratamiento del autismo debe ser elaborado paso a paso y con una consecuente validación de resultados desde las heurísticas de usabilidad y accesibilidad más pertinentes.

En todo caso, las lecciones aprendidas de la primera parte del proyecto determinan que se debe definir las heurísticas adecuadas para la evaluación de las herramientas computacionales estudiadas y el diseño de espacios de trabajo adaptados para niños con autismo. Lo anterior facilita la preparación de los niños con TEA, que es fundamental para el desarrollo de las prácticas y pruebas de uso de aplicaciones computacionales.

Así mismo, es claro que el diseño de aplicaciones informáticas enfocadas a tratamientos clínicos como el TEA, deben estar ajustadas a normas de calidad existentes. Igualmente, se podría experimentar con la utilización de técnicas de juego (Gamification) que puede resultar en un factor de motivación para la interactividad entre el niño autista y las aplicaciones de software que sean utilizadas como apoyo terapéutico.

Es posible la formulación de un marco de trabajo que busque la parametrización del diseño de aplicaciones informáticas que apoyen el tratamiento de niños con TEA, especialmente para el desarrollo de algunas habilidades específicas predefinidas. Un marco de trabajo para el diseño de aplicaciones computacionales inclusivas para el tratamiento de TEA puede partir del uso de patrones de arquitectura de software ya establecidos; sin embargo, estos deben ser ajustados a la medida que las condiciones terapéuticas y técnicas lo requieran. El Modelo MPlu+a sigue siendo

una guía para el proceso de ingeniería de usabilidad y accesibilidad por excelencia, sin embargo, en casos particulares de discapacidad podría requerir de algún ajuste metodológico para el logro de objetivos particulares deseados.

## **6.2 Aportes**

### **Producción bibliográfica:**

Publicación del artículo "Use of HCI for the development of emotional skills in the treatment of Autism Spectrum Disorder: A systematic review" en las conferencias de la IEEE en el marco del 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). Artículo co-escrito con el Dr. Cesar Collazos (Unicauca - Colombia) y el Dr. Fernando Moreira (U. Portucalense -Portugal). La publicación de la IEEE tiene los siguientes datos:

ISSN: 978-1-5386-4885-8, ISSN (Electrónico): 978-989-98434-8-6.

DOI: 10.23919/CISTI.2018.8399209

Enlace: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8399209/>

Artículo (en postproducción y publicación) y ponencia en Simposio Doctoral: "Uso de la gamificación para el desarrollo de habilidades de inteligencia emocional: Una aproximación teórica y experiencial" en las IV Jornadas de Interacción Humano-Computador. Editorial Universidad Autónoma de Occidente. Evento organizado por la Red Iberoamericana de HCI –HCI COLLAB.

## **6.3 Trabajos futuros**

Con el estudio realizado se pudo determinar la correlación existente entre uso de TIC y el desarrollo de habilidades emocionales. En este sentido, se fortalece la hipótesis de mejoramiento conductual en niños con padecimiento de Trastorno de Espectro Autista cuando son acercados al manejo guiado y controlado de realización de actividades de manejo pictográfico de auto-reconocimiento y creación de estados emocionales. Así mismo, se pudo identificar los cambios emocionales positivos alcanzados con actividades tipo juego, lo cual lleva al surgimiento de



nuevas inquietudes como si ¿el uso de técnicas de juego (bajo modelos de Gamification o Serious Games) al interior de aplicaciones inclusivas puede mejorar los resultados alcanzados en este proyecto?

Por otra parte, teniendo en cuenta las características de diseño y desarrollo a la medida de este tipo de aplicaciones inclusivas que están enfocadas a un tipo especial de usuario, como lo son los niños con autismo, igualmente surge la inquietud de si es posible la definición de un marco de trabajo y desarrollo específico para el diseño y la implementación de aplicaciones informáticas inclusivas para este tipo de discapacidad. En tal sentido, se debería abordar el estudio detallado de metodologías de diseño, métodos, métricas y estándares existentes para determinar su validez o pertinencia, o en su defecto proponer un marco específico para estos casos. Específicamente, se podría recurrir al desarrollo de modelos de ingeniería inversa empleadas en el estudio detallado de las aplicaciones inclusivas consideradas en esta fase de maestría, para con ello conocer mayores detalles de los requisitos funcionales que deben ser considerados en las aplicaciones recordadas para el apoyo a tratamiento de niños con TEA.

De igual manera, el diseño de nuevas actividades de apoyo al tratamiento del TEA, así como el marco de consideraciones para el diseño de aplicaciones inclusivas enfocadas a este tipo de trastornos, idealmente debe ser producto del trabajo coordinado de expertos en cada área de conocimiento relacionado con este enfoque de estudio. Para este propósito se podría validar el uso de modelos basados en co-creación colaborativa, como puede ser el de tarjetas (Seedcards<sup>20</sup> o SIM<sup>21</sup>) para el diseño y validación del framework esperado.

El alcance y respuesta a estos nuevos interrogantes haría parte de un siguiente proyecto de fase doctoral en el cual se pueda realizar nuevas experimentaciones y formular nuevo conocimiento relacionado con los aspectos ya señalados.

---

<sup>20</sup> <http://www.seed-cards.com>

<sup>21</sup> <http://www.designwithmeaning.org>

# Bibliografía

- [1] N. Remolina de Cleves y M. G. Calle Márquez, «Incidencia de la inteligencia emocional en el proceso de aprendizaje,» *NOVA - Publicación Científica EN CIENCIAS BIOMÉDICAS*, p. 112, 2011.
- [2] R. M. González y N. A. Ibarra, «Inteligencia emocional en educación,» *Revista Complutense de Educación*, vol. 27, nº 2, pp. 887-888, 2016.
- [3] C. Torres y M. Torres, «El juego como estrategia de aprendizaje en el aula (Centro de Investigaciones para el Desarrollo Integral Sustentable (CIDIS)),» 2002. [En línea]. Available: [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16668/1/juego\\_aprendizaje.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16668/1/juego_aprendizaje.pdf) Mérida/Venezuela.. [Último acceso: 01 2019].
- [4] B. Kitchenham y S. Charters, «Guidelines for performing Systematic Literature Reviews,» *Engineering*, vol. 2, p. 1051, 2007.
- [5] H. Gardner, *Múltiples Intelligencias*, New York: BasicBooks. Ed. Paidós, 1993.
- [6] M. C. Doval y C. Fustiñana, «La Importancia de la Inteligencia Emocional en el aula,» *Revista de Educación*, pp. 97-116, 2003.
- [7] R. Bisquerra, «Educación emocional y competencias básicas para la vida,» *Revista de Investigación Educativa*, vol. 21, nº 1, pp. 7-43, 2013.
- [8] M. Coto, «Impacto de las emociones en el aprendizaje de la programación,» de *12 Congreso Colombiano de Computación*, Popayán, 2017.
- [9] Luckason, «¿Están sumergidas presentes las emociones en las personas con nees y en los autistas?».
- [10] R. Ekman y E. Rosenberg, «Designing emotions,» *Within the design discipline*, 2002.
- [11] k. S. Muñoz R., «Proyect@Emociones: Software para Estimular el Desarrollo de la Empatía en Niños y Niñas con Trastornos del Espectro Autista,» de *Proyect@Emociones: Software para Estimular el Desarrollo de la Empatía en Niños y Niñas con Trastornos del Espectro Autista*, 2012.
- [12] L. Nuñez Cubero, «La educación emocional como modelo de intervención para prevenir la violencia de género,» *Revista Educación, género y políticas de igualdad*, pp. 171-183, 2008.
- [13] S. Repeto Gutierrez, «Naturaleza de los trastornos del espectro autista. Los trastornos generales del desarrollo: una aproximación desde la práctica,» *Consejería de la educación. Junta de Andalucía*, vol. 1, 2010.
- [14] A. Molina Montes, «Cómo potenciar la comunicación en el alumnado con trastorno de espectro autista,» *Los trastornos generales del desarrollo: una aproximación desde la práctica. Junta de Andalucía*, vol. 1, 2010.
- [15] P. Gortázar, «La respuesta educativa ante las dificultades en el ámbito de la comunicación y el lenguaje.,» de *Intervención educativa en autismo*, Tenerife, 2001.
- [16] M. G. Calle Marquez, «Incidencia de la inteligencia emocional en el proceso de aprendizaje -NOVA,» *Ciencias Biomédicas*, p. 112, 2011.
- [17] E. S. Heredero y M. D. Garrido Ceballos, «Desarrollo de la inteligencia interpersonal e intrapersonal en educación primaria a partir del uso de tecnologías de información y comunicación: estudio de casos,» *Notandum*, p. 14, 2017.

- [18] M. d. C. Martín Rodríguez, «La respuesta TEACCH en el aula para alumnos dentro del espectro autista,» de *Intervención educativa en autismo. Jornadas de autismo*, Tenerife, 2001.
- [19] V. Contreras, M. García y A. Langer, «Aplicaciones de software con tecnología NFC en dispositivos móviles, para niños con diversidad funcional,» de *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI), Buenos Aires, 2017.
- [20] J. U. d. T. E. (JUTE), «Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje del Alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA),» Universidad de Sevilla, 2011.
- [21] E. Liddy, W. Paik y M. McKenna, «User interface and other enhancements for natural language information retrieval system and method». EE.UU. Patente US6026388A, 2016.
- [22] W. Liu, «Natural user interface- next mainstream product user interface,» de *Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design (CAIDCD)*, IEEE 11th International Conference, 2011.
- [23] S. Cawood y M. Fiala, «Augmented Reality, a practical guide. The Pragmatic Bookshelf.,» *The Pragmatic Bookshelf*, 2008.
- [24] V. Contreras y D. Fernandez, «Interfaces Gestuales para niños que padecen el Trastorno del Espectro Autista,» *Dirección de Sistemas y Comunicaciones*, 2016.
- [25] R. Lara Cruz, H. Fernandez y A. Olvera, «Plataforma interactiva Kinect aplicada al tratamiento de niños autistas,» Instituto politécnico Nacional, México D.F., 2013.
- [26] M. Renilla, A. Sanchez y J. Estevez, «Diseño de aplicaciones digitales para personas con TEA,» *Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 2012.
- [27] J. M. Some, «Historical and conceptual background to the development of BF,» *The Journal of Mind and Behavior*, vol. 93, p. 26:65, 2005.
- [28] B. F. Skinner, «The experimental analysis of operant behavior,» *Annals of the New York*, p. 291, 1997.
- [29] N. L. Lee y R. J. Newschaffer, «Heritable And Nonheritable Risk Factors For Autism Spectrum Disorders,» *Epidemiologic Reviews*, vol. 53, p. 24:137, 2002.
- [30] R. Muhle y I. Rapin, «The Genetics of Autism,» *Pediatrics international : official journal of the Japan Pediatric Society*, p. 113, 2004.
- [31] y. P. S. Ministerio de Salud, «PROTOCOLO CLÍNICO PARA EL DIAGNÓSTICO, TRATAMIENTO Y RUTA DE ATENCIÓN INTEGRAL DE NIÑOS Y NIÑAS CON TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA,» *INSTITUTO DE EVALUACIÓN TECNOLÓGICA EN SALUD*, p. 133, 2015.
- [32] J. Rodríguez, «Interacción humano-computador en escenarios educativos y artísticos,» *Fundación Politécnico Grancolombiano*, 2012.
- [33] A. Sheetal, J. Anupam, K. Arun, M. Priyanka y R. Nitendra, «Spoken Web: creation, navigation and searching of VoiceSites,» *Proceedings of the 16th international conference on Intelligent user interfaces -IUI*, pp. 431-432, 2011.
- [34] M. Dawe, «Desperately seeking simplicity: how young adults with cognitive disabilities and their families adopt assistive technologies,» *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems -CHI*, pp. 1143-1152, 2006.
- [35] E. Ko, J. S. Ju y E. Y. Kim, «Situation-based indoor wayfinding system for the visually impaired,» *proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (ASSETS)*, pp. 35-42, 2011.

- [36] M. Laff, V. Hanson, A. Cavender y S. Trewin, «Exploring Visual and Motor Accessibility in Navigating a Virtual World,» *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, pp. 35-39, 2009.
- [37] R. Bellamy, M. Desmond, J. Martino, P. Matchen, H. Ossher y J. Richards, «Sketching tools for ideation,» *Proceedings of the 33rd International Conference on Software Engineering (ICSE)*, 2011.
- [38] D. Wigdor, «Architecting next-generation user interfaces,» *Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI)*, pp. 16-22, 2010.
- [39] J. O. Wobbrock, M. Morris y A. D. Wilson, «User-defined gestures for surface computing,» *Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems (CHI)*, pp. 1083-1092, 2009.
- [40] S. HENRY, «Understanding Web Accessibility,» *Constructing Accessible Web Sites*, 2002.
- [41] T. SULLIVAN y R. MATSON, «Barriers to Use: Usability and Content Accessibility on the Web's Most Popular Sites,» *Proceedings of the Conference of Universal Usability*, 2000.
- [42] E. JACKSON-SABORN, «Web site accessibility: a study of six genres,» *Library Hi-Tech*, vol. 20, nº 3, pp. 308-317.
- [43] J. LAZAR, «Web accessibility in the Mid-Atlantic United States: a study of 50 homepages,» *Universal Access in the Information Society. Springer-Verlag Heidelberg*, 2003.
- [44] M. TÉRMENS GRAELLS, M. RIBERA TURRÓ y A. SULÉ DUESA, «Nivel de accesibilidad de las sedes web de las universidades españolas,» *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 26, nº 1, pp. 21-39, 2003.
- [45] P. SHERMAN, «Cost-Justifying Accessibility,» *Austin: Austin Usability*, 2004.
- [46] J. NIELSEN, «Beyond Accessibility: Treating People with Disabilities as People,» 2004.
- [47] R. Hartson, «Human–computer interaction: Interdisciplinary roots and trends,» *Journal of Systems and Software*, vol. 43, pp. 103-118, 1998.
- [48] L. Pérez, «Aplicaciones informáticas para personas con trastornos del espectro autista,» *Ponencia presentada en: I Congreso Regional “Las LAS TIC Y EL APRENDIZAJE EN ALUMNOS CON TEA RUIZ ADAME, Necesidades Educativas Especiales: Situación actual y retos de futuro”*, 2002.
- [49] D. Moore, Y. Cheng, P. McGrath y N. J. Powell, «Collaborative Virtual Environment Technology for People With Autism,» *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, vol. 20, p. 231–243, 2005.
- [50] J. Lozano, J. Ballesta, S. Alcaraz y M. Cerezo, «Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje del Alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA),» *Revista Fuentes*, nº 14, pp. 193-208, 2016.
- [51] F.-K. Y. Lau, H. K. Allan y J. M.-G. Lian, «Adapted design of multimedia-facilitated language learning program for children with autism,» *Psicología Escolar e Educativa*, vol. 11, pp. 13-26, 2007.
- [52] S. S. A. Chen y B.-O. Vera, «Comparison of Personal and Computer-Assisted Instruction for Children With Autism,» *Mental Retardation*, nº 6, 1993.
- [53] M. Moore y S. Calvert, «Brief Report: Vocabulary Acquisition for Children with Autism: Teacher or Computer Instruction,» *Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 30, p. 359–362, 2000.
- [54] A. F. Lehman y D. M. Steinwachs, «The Co-Investigators of the PORT Project, Translating Research Into Practice: The Schizophrenia Patient Outcomes Research Team (PORT),» *Treatment Recommendations, Schizophrenia Bulletin*, vol. 24, p. 1–10, 1998.

- [55] A. Alsumait y A. Al-Osaimi, «Usability Heuristics Evaluation for Child E-learning Applications,» *Jornal of Software*, pp. 654- 661, 2010.
- [56] R. K. Yin, «Case Study Research – Design and Methods, Applied Social Research Methods,» *Newbury Park, CA, Sage*, vol. 5, nº 2, 1994.
- [57] G. E. Constain Moreno, C. Collazos y H. Fardoun, «Use of HCI for the development of emotional skills in the treatment of Autism Spectrum Disorder: A systematic review,» *Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, p. 17, 2018.
- [58] R. d. C. Ministerio de Salud y Protección Social, «Oficina Promoción Social: Sala situacional de personas con discapacidad,» Ministerio de Salud y Protección Social, Bogotá, 2015.
- [59] R. Villalta, A. Sánchez Cabaco y J. Villa Estevez, «Diseño de aplicaciones digitales para personas con TEA,» *International Journal of Development and Educational Psychology*, vol. 4, nº 1, pp. 291-297, 2013.
- [60] H. Sutton, «Therapy dogs can be successful motivating students with autism spectrum disorder,» *Compliance for Higher Education. Wiley Periodicals, Inc.*, vol. 22, nº 7, 2017.
- [61] J. Echenguia Cudolá, «Augmentative and alternative communication systems for the treatment of children with autism spectrum disorder,» *Universidad Católica de Córdoba - Argentina*, vol. 14, nº 28, 2016.
- [62] G. E. Constain Moreno, F. Moreira y C. Collazos, «Use of HCI for the development of emotional skills in the treatment of Autism Spectrum Disorder: A systematic review,» *Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información*, nº 1, 2018.
- [63] M. Velez, «Programa TEACCH: propuesta de intervención psicoeducativa en personas con TEA,» *Universidad de Cádiz*, nº 12, 2017.
- [64] G. E. Constain Moreno, P. A. Mora Pedreros y M. J. Santiago, «Uso de la gamificación para el desarrollo de habilidades de inteligencia emocional: Una aproximación teórica y experiencial,» *IV Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Computador*, 2018.
- [65] M. Pelegrina del río y R. Tejeiro, «La psicología de los videojuegos: Un modelo de investigación,» *Ed. Aljibe*, 2019.
- [66] O. B. Gené, «Fundamentos de la gamificación,» *Madrid: UPM*, 2015.
- [67] R. Hunicke, M. LeBlanc y R. Zubek, «MDA: A formal approach to game design and game research,» *Proceedings of the challenges in Game al Workshop, 19th national conference on artificial intelligence*, 2019.
- [68] G. Zicherman y C. Cunningham, «Gamification by Design,» *Canada: O´reilly Media, Inc.*, 2019.
- [69] T. Granollers, MPlu+a Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares, Lleida: Universitat de Lleida, 2015.
- [70] P. Kruchten, «Planos Arquitectónicos: El Modelo de “4+1” Vistas de la Arquitectura del software,» *IEEE Software*, vol. 12, nº 6, p. 1–16, 1995.
- [71] E. y. Rosenberg, 1998.
- [72] E. y. Rosenberg, 1998.
- [73] E. y. Rosenberg, «Designing emotions,» 1998.

# Anexos

## ANEXO A – MODELO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES DE FAMILIA

### RECOMENDACIÓN:

Antes de comenzar el diligenciamiento de este documento, es conveniente tener presente las condiciones en las cuáles se la ha pedido su participación, respetando su identidad o la de las personas que resulten involucradas directa o indirectamente en el estudio a desarrollar. De acuerdo con lo anterior, asegúrese de tener claridad en el tipo de actividades en las cuales tendrá participación, tales como entrevistas, encuestas, focus-group, talleres, grabaciones, etc., en cuyo caso se debe elaborar un consentimiento informado que contenga toda la información que a continuación se describe, pues la correcta elaboración de estos documentos permitirá la protección no solo de los datos recolectados sino de la integridad de sus participantes. Aunque en principio, puede parecer excesiva la información que se está solicitando completar, no se debe eliminar información que se piense innecesaria, sino más bien, se debe completar el modelo adaptándolo de la mejor manera posible a la información precisa del proyecto.

Por último, antes de empezar a elaborar el documento a continuación analice lo siguiente:

- Si la persona que va a participar directamente en el estudio es un MENOR de 18 años, entonces este consentimiento debe ser diligenciado y firmado por el padre, madre o tutor del niño(a).
- Si se desea obtener la participación de una misma persona para varias actividades distintas, entonces este documento debe elaborarse para cada actividad. Por ejemplo, si en una misma actividad el niño(a) será grabado y entrevistado, se considera que él participa en dos actividades distintas, por tanto, se requiere de dos Consentimientos Informados distintos.

## CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Dirigido a:** .....

Mediante la presente, se le solicita su autorización para la participación de su hijo/hija/pupilo en estudios enmarcados en el Proyecto de investigación “MARCO DE TRABAJO PARA EL DISEÑO DE SOFTWARE INCLUSIVO RELACIONADO CON EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE INTELIGENCIA EMOCIONAL EN NIÑOS CON TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISTA –TEA”, en el marco del DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA, y conducido por el estudiante GUSTAVO EDUARDO CONSTAÍN MORENO.

Dicho Proyecto tiene como objetivo(s) principal(es) “Proponer un marco de trabajo para el diseño de software inclusivo relacionado con el logro de habilidades de inteligencia emocional en niños con Trastorno de Espectro Autista –TEA”. En función de lo anterior es pertinente la participación de su hijo/hija/pupilo en el estudio, por lo que, mediante la presente, se le solicita su consentimiento informado.

La colaboración de su hijo/hija/pupilo en esta investigación, consistirá en la participación en la fase de estudio de caso, con diversas unidades de análisis sobre el Trastorno de Espectro Autista, lo cual se realizará mediante actividades dinámicas acompañadas por el investigador principal del proyecto, los profesionales del área de la salud y de la entidad educativa de la cual hace parte el niño(a). En estas actividades se espera verificar mediante la aplicación de modelos de interacción humano-computador, si el uso de software especializado y a través de dispositivos móviles permite que se avance en los resultados del tratamiento de niños con Autismo, desarrollando habilidades emocionales como el Auto-reconocimiento y habilidades sociales como la Comunicación con otros.

Para este estudio, se recurre a la aplicación de técnicas e instrumentos definidos por teoría de Interacción Humano-Computador (IHC) y el Programa de tratamiento TEACCH (Treatment and Education of Autistic and related Communication Handicapped Children) que, en este caso, recurren al uso de herramientas conceptuales y tecnológicas para la identificación de características de aprendizaje mediante el uso de aplicaciones informáticas que sean válidas para el desarrollo de las habilidades pretendidas en el niño(a). La documentación de las sesiones de trabajo con el niño(a) con TEA deberán ser documentadas mediante la aplicación de formatos de observación directa, fotografías del procedimiento y dinámica realizada, la captura de expresiones faciales del niño(a) mediante videos o fotografías directas o entrevistas previas o posteriores a cada sesión realizada. Estas sesiones están programadas de acuerdo con las indicaciones del equipo investigador y tendrán una duración promedio de entre 1 y 2 horas aproximadamente durante todo el tiempo de duración del proyecto; y serán realizadas en los lugares que el equipo de investigación considere pertinente de acuerdo a los resultados parciales que se vayan obteniendo, bien sea durante la jornada escolar del niño(a) o en otros espacios y momentos diferentes de acuerdo a lo que se espera analizar.

Los alcances y resultados esperados de esta investigación son la identificación de preferencias de diseño de aplicaciones computacionales para el desarrollo de las habilidades emocionales y sociales esperadas, además de las preferencias de aprendizaje del niño(a) con TEA para el manejo de aplicaciones computacionales vinculadas a su modelo tradicional de tratamiento, por lo que los beneficios reales o potenciales que su

hijo/hija/pupilo podrá obtener de su participación en la investigación son el mejoramiento de sus niveles de interacción social y aprendizaje, lo cual redundará en su calidad de vida. Es de resaltar que los resultados obtenidos serán socializados en eventos científicos, de manera que el aprendizaje generado pueda ser replicado en otros casos similares y así promover la apropiación social del conocimiento obtenido.

Así mismo, se resalta que la participación en este estudio no implica ningún riesgo de daño físico ni psicológico para su hijo/hija/pupilo, y se tomarán todas las medidas que sean necesarias para garantizar la **salud e integridad física y psíquica** de quienes participen del estudio.

El acto de autorizar la participación de su hijo/hija/pupilo en la investigación es **absolutamente libre y voluntario**. Todos los datos que se recojan serán estrictamente **anónimos y de carácter privados**. Además, los datos entregados serán absolutamente **confidenciales** y sólo se usarán para los fines científicos de la investigación. El responsable de esto, en calidad de **custodio de los datos**, será el Investigador Responsable del proyecto, quien tomará todas las medidas necesarias para cautelar el adecuado tratamiento de los datos, el resguardo de la información registrada y la correcta custodia de estos en los archivos particulares que están relacionados con el proyecto de investigación.

El investigador Responsable del proyecto y la Universidad del Cauca asegura la **total cobertura de costos** del estudio, por lo que la participación de su hijo/hija/pupilo no significará gasto alguno. Por otra parte, la participación en este estudio **no involucra pago o beneficio económico** alguno.

Si presenta dudas sobre este proyecto o sobre la participación de su hijo/hija/pupilo en él, puede hacer preguntas en cualquier momento de la ejecución del mismo. Igualmente, puede retirarse de la investigación en cualquier momento, sin que esto represente perjuicio. Es importante que usted considere que la participación en este estudio es **completamente libre y voluntaria**, y que existe el derecho a negarse a participar o a suspender y dejar inconclusa la participación cuando así se desee, sin tener que dar explicaciones ni sufrir consecuencia alguna por tal decisión.

Ya que la investigación ha sido autorizada por el Comité Académico del Doctorado en Ciencias de la Electrónica de la Universidad del Cauca, si usted considera que se ha vulnerado algún derecho, le pedimos se comunique con uno de los miembros de dicho comité, el Dr. César Alberto Collazos, en la Universidad del Cauca (ccollazo@unicauca.edu.co; Celular: 3113081728).

Desde ya le agradecemos su participación.

---

**GUSTAVO EDUARDO CONSTAIN MORENO**  
Investigador Responsable



Fecha \_\_\_\_\_

Yo \_\_\_\_\_, apoderado(a) de \_\_\_\_\_, con base a lo expuesto en el presente documento, acepto voluntariamente que mi hijo/hija/pupilo participe en la investigación *“MARCO DE TRABAJO PARA EL DISEÑO DE SOFTWARE INCLUSIVO RELACIONADO CON EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE INTELIGENCIA EMOCIONAL EN NIÑOS CON TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISTA – TEA”*, conducida por el(la) Profesor(a) GUSTAVO EDUARDO CONSTAIN MORENO, investigador(a) de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

He sido informado(a) de los objetivos, alcance y resultados esperados de este estudio y de las características de la participación. Reconozco que la información que se provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y anónima. Además, esta no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio.

He sido informado(a) de que se puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que es posible el retiro del mismo cuando así se desee, sin tener que dar explicaciones ni sufrir consecuencia alguna por tal decisión.

De tener preguntas sobre la participación en este estudio, puedo contactar al Dr. César Alberto Collazos, Docente de la Universidad del Cauca (ccollazo@unicauca.edu.co; Celular: 3113081728).

Entiendo que una copia de este documento de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar al Investigador Responsable del proyecto a los correos electrónicos gustavo.constain@gmail.com, gconsta@unicauca.edu.co, o al teléfono 3105205761.

---

**Nombre y firma del participante**

---

**Gustavo Eduardo Constain Moreno**  
Investigador responsable

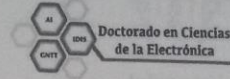
## CONSENTIMIENTO FIRMADO POR PADRES DE FAMILIA

Unidad de análisis No. 1

Scarlett Mariana Samboní



Universidad  
del Cauca\*



Fecha 06-10-2018

Yo Liliana Moreno Moreno, apoderado(a) de Scarlett Mariana Samboní, con base a lo expuesto en el presente documento, acepto voluntariamente que mi hijo/hija/pupilo participe en la investigación "MARCO DE TRABAJO PARA EL DISEÑO DE SOFTWARE INCLUSIVO RELACIONADO CON EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE INTELIGENCIA EMOCIONAL EN NIÑOS CON TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISTA -TEA", conducida por el(la) Profesor(a) GUSTAVO EDUARDO CONSTAIN MORENO, investigador(a) de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

He sido informado(a) de los objetivos, alcance y resultados esperados de este estudio y de las características de la participación. Reconozco que la información que se provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y anónima. Además, esta no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio.

He sido informado(a) de que se puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que es posible el retiro del mismo cuando así se desee, sin tener que dar explicaciones ni sufrir consecuencia alguna por tal decisión.

De tener preguntas sobre la participación en este estudio, puedo contactar al Dr. César Alberto Collazos, Docente de la Universidad del Cauca (ccollazo@unicauca.edu.co; Celular: 3113081728).

Entiendo que una copia de este documento de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar al Investigador Responsable del proyecto a los correos electrónicos [gustavo.constain@gmail.com](mailto:gustavo.constain@gmail.com), [gconsta@unicauca.edu.co](mailto:gconsta@unicauca.edu.co), o al teléfono 3105205761.

Liliana Moreno Moreno  
Nombre y firma del participante

GUSTAVO EDUARDO CONSTAIN MORENO  
Investigador Responsable

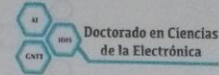
## CONSENTIMIENTO FIRMADO POR PADRES DE FAMILIA

Unidad de análisis No. 2

Mariana Belén Jana Urrutia



Universidad  
del Cauca



Doctorado en Ciencias  
de la Electrónica

Fecha 10-11-2018

Yo Laura Cristina Urrutia Macias, apoderado(a) de Mariana Belén Jana Urrutia, con base a lo expuesto en el presente documento, acepto voluntariamente que mi hijo/hija/pupilo participe en la investigación "MARCO DE TRABAJO PARA EL DISEÑO DE SOFTWARE INCLUSIVO RELACIONADO CON EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE INTELIGENCIA EMOCIONAL EN NIÑOS CON TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISTA -TEA", conducida por el(la) Profesor(a) GUSTAVO EDUARDO CONSTAIN MORENO, investigador(a) de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

He sido informado(a) de los objetivos, alcance y resultados esperados de este estudio y de las características de la participación. Reconozco que la información que se provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y anónima. Además, esta no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio.

He sido informado(a) de que se puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que es posible el retiro del mismo cuando así se desee, sin tener que dar explicaciones ni sufrir consecuencia alguna por tal decisión.

De tener preguntas sobre la participación en este estudio, puedo contactar al Dr. César Alberto Collazos, Docente de la Universidad del Cauca (ccollazo@unicauca.edu.co; Celular: 3113081728).

Entiendo que una copia de este documento de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar al Investigador Responsable del proyecto a los correos electrónicos [gustavo.constain@gmail.com](mailto:gustavo.constain@gmail.com), [gconsta@unicauca.edu.co](mailto:gconsta@unicauca.edu.co), o al teléfono 3105205761.

Laura Cristina Urrutia Macias  
Nombre y firma del participante

Gustavo E. Constain M.  
**GUSTAVO EDUARDO CONSTAIN MORENO**  
Investigador Responsable

## ANEXO B – ENFOQUE CLÍNICO-TERAPÉUTICO

El coeficiente de espectro autista es el grado en que una persona pueda estar afectada por dicho síndrome. Este cuestionario cuantifica los rasgos autistas en adultos o niños, y está diseñado para un uso auto aplicado. El cuestionario presentado a continuación adapta el Cociente de Espectro Autista para niños entre los 4 y 14 años, y está pensado para que lo contesten los padres o cuidadores del niño.

El siguiente cuestionario fue aplicado a las dos unidades de análisis para el estudio de caso planteado:

<b>TEST DE COEFICIENTE DE ESPECTRO AUTISTA PARA NIÑOS (AQ-N) PARA UN RANGO DE EDAD DE 4 A 14 AÑOS</b>		
<b>Presentación:</b>		
La presente encuesta hace parte de un proyecto de investigación, su aplicación y la información recopilada será utilizada exclusivamente con fines académicos de acuerdo con los consentimientos expresados por el equipo investigador y los documentos establecidos para este fin.		
<b>Como responder al cuestionario:</b>		
A continuación, encontrará una lista de afirmaciones acerca del niño o niña. Por favor responda una de las cuatro posibles respuestas según crea apropiada cada cuestión:		
TA - Total mente de acuerdo. PA - Un poco de acuerdo. PD - Un poco en desacuerdo. TD - Totalmente en desacuerdo.		
<b>No</b>	<b>Afirmación</b>	<b>Respuesta</b>
<b>1</b>	Prefiere hacer las cosas con otros que hacerlas solo/a	
<b>2</b>	Le gusta hacer las cosas siempre de la misma manera	
<b>3</b>	Cuando trata de imaginarse algo, le resulta muy fácil	
<b>4</b>	Con frecuencia queda absorto/a en una actividad que parece no darse cuenta de las cosas que suceden a su alrededor.	
<b>5</b>	A menudo le llama la atención sonidos tenues que otras personas no suelen notar	
<b>6</b>	A menudo le llama la atención los números de las casas, patentes de autos, números de carteles o información similar.	
<b>7</b>	La gente suele decirle (o me dicen a mi) que ha hecho o dicho algo descortés, aunque el niño o la niña piense que ha sido cortés.	
<b>8</b>	Cuando se le lee (o lee) un cuento, le resulta fácil imaginarse cómo son los personajes	
<b>9</b>	Le fascinan las fechas	

10	Cuando está con otras personas, puede seguir diferentes temas en la conversación.	
11	Se desenvuelve naturalmente en distintas situaciones sociales.	
12	Suele fijarse en detalles que a otros no les llama la atención.	
13	Se sentiría más a gusto en una librería que en una fiesta de cumpleaños.	
14	Inventa historias con facilidad	
15	Le interesan más las personas que las cosas	
16	Algunas cosas le interesan mucho y se enoja cuando no se lo/la de dedicarse a ellas.	
17	Disfruta conversando con otras personas	
18	A otras personas les resulta difícil intercalar comentarios cuando el niño a la niña le habla.	
19	Le fascinan los números	
20	Cuando le leo (o le cuento) un cuento le cuesta identificar las intenciones de los personajes.	
21	No le gustan los cuentos de historias fantásticas (ficción)	
22	Le cuesta hacer nuevos amigos	
23	Encuentra patrones de regularidades en las cosas todo el tiempo.	
24	Le gusta más ir a cine que al museo.	
25	No se altera cuando le cambian la rutina diaria	
26	No sabe cómo hacer para conversar con niños de su edad.	
27	Le cuesta "leer entre líneas" cuando otras personas le dicen algo.	
28	Cuando mira un dibujo, un afiche, o un poster, presta más atención a la imagen completa que a los detalles.	
29	No es bueno/a para recordar números de teléfono.	
30	No suele darse cuenta de pequeños cambios en la apariencia de las personas.	
31	Cuando habla, se da cuenta cuando la gente se aburre con lo que dice.	
32	Le resulta fácil hacer más de una cosa a la vez.	
33	Cuando habla por teléfono no sabe cuándo es su turno para hablar.	
34	Disfruta de hacer cosas espontáneamente.	
35	Es el/la último/a en entender un chiste o una broma.	
36	Se da cuenta fácilmente que siente una persona sólo con mirarlo a la cara.	
37	Cuando hay alguna interrupción, puede volver con facilidad a la que estaba haciendo.	
38	Es bueno para las conversaciones sociales.	
39	La gente dice que él/ella siempre habla del mismo tema.	
40	Cuando iba al preescolar, le gustaba jugar juegos de roles con otros niños. (Por ejemplo: mamá, papá, vaquero, etc.)	
41	Le gusta juntar información sobre categorías de cosas. (Autos, trenes, plantas, animales, etc.)	

<b>42</b>	Le cuesta imaginarse como sería ser otra persona.	
<b>43</b>	Le gusta planificar cualquier actividad que va a realizar.	
<b>44</b>	Disfruta de situaciones y eventos sociales.	
<b>45</b>	Le es difícil darse cuenta de las intenciones de las personas.	
<b>46</b>	Las situaciones nuevas le generan ansiedad.	
<b>47</b>	Disfruta conociendo gente nueva.	
<b>48</b>	Es cuidadoso/a para no herir los sentimientos de la gente.	
<b>49</b>	No es muy bueno/a para recordar las fechas de cumpleaños.	
<b>50</b>	Le resulta fácil jugar con otros niños interpretando varios personajes.	

## APLICACIÓN DE TEST

Unidad de análisis No. 1

Scarlett Mariana Samboní

**TEST DE COEFICIENTE DE ESPECTRO AUTISTA PARA NIÑOS (AQ-N) PARA UN RANGO DE EDAD DE 4 A 14 AÑOS**

**Presentación:**  
La presente encuesta hace parte de un proyecto de investigación, su aplicación y la información recopilada será utilizada exclusivamente con fines académicos de acuerdo a los consentimientos expresados por el equipo investigador y los documentos establecidos para este fin.

**Como responder al cuestionario:**  
A continuación encontrará una lista de afirmaciones acerca del niño o niña. Por favor responda una de las cuatro posibles respuestas según crea apropiada cada cuestión:

TA - Total mente de acuerdo  
PA - Un poco de acuerdo  
PD - Un poco en desacuerdo  
TD - Totalmente en desacuerdo

No	Afirmación	Respuesta
1	Prefiere hacer las cosas con otros que hacerlas solo/a	TA
2	Le gusta hacer las cosas siempre de la misma manera	TA
3	Cuando trata de imaginarse algo, le resulta muy fácil	PD
4	Con frecuencia queda absorto/a en una actividad que parece no darse cuenta de las cosas que suceden a su alrededor.	PA
5	A menudo le llama la atención sonidos tenues que otras personas no suelen notar	TA
6	A menudo le llama la atención los números de las casas, patentes de autos, números de carteles o información similar.	TD
7	La gente suele decirle (o me dicen a mi) que ha hecho o dicho algo descortés, aunque el niño o la niña piense que ha sido cortés.	TD
8	Cuando se le lee (o lee) un cuento, le resulta fácil imaginarse cómo son los personajes	PD
9	Le fascinan las fechas	TD
10	Cuando está con otras personas, puede seguir diferentes temas en la conversación.	TD
11	Se desenvuelve naturalmente en distintas situaciones sociales.	TD
12	Suele fijarse en detalles que a otros no les llama la atención.	TA
13	Se sentiría más a gusto en una librería que en una fiesta de cumpleaños.	TD
14	Inventa historias con facilidad	TD
15	Le interesan más las personas que las cosas	PD
16	Algunas cosas le interesan mucho y se enoja cuando no se lo/a de dedicarse a ellas.	TA
17	Disfruta conversando con otras personas	TD
18	A otras personas les resulta difícil intercalar comentarios cuando el niño o la niña le habla.	PA
19	Le fascinan los números	PA
20	Cuando le leo (o le cuento) un cuento le cuesta identificar las intenciones de los personajes.	TD
21	No le gustan los cuentos de historias fantásticas (ficción)	PA
22	Le cuesta hacer nuevos amigos	PD
23	Encuentra patrones de regularidades en las cosas todo el tiempo.	TA
24	Le gusta más ir a cine que al museo.	TD
25	No se altera cuando le cambian la rutina diaria	TD
26	No sabe cómo hacer para conversar con niños de su edad.	TD
27	Le cuesta "leer entre líneas" cuando otras personas le dicen algo.	TA
28	Cuando mira un dibujo, un afiche, o un poster, presta más atención a la imagen completa que a los detalles.	PA
29	No es bueno/a para recordar números de teléfono.	---
30	No suele darse cuenta de pequeños cambios en la apariencia de las personas.	TD
31	Cuando habla, se da cuenta cuando la gente se aburre con lo que dice.	---
32	Le resulta fácil hacer más de uno cosa a la vez.	TD
33	Cuando habla por teléfono no sabe cuándo es su turno para hablar.	PA
34	Disfruta de hacer cosas espontáneamente.	TA
35	Es el/la último/a en entender un chiste o una broma.	TA

36	Se da cuenta fácilmente que siente una persona sólo con mirarlo a la cara.	TD
37	Cuando hay alguna interrupción, puede volver con facilidad a la que estaba haciendo.	TD
38	Es bueno para las conversaciones sociales.	TD
39	La gente dice que él/ella siempre habla del mismo tema.	TD
40	Cuando iba al preescolar, le gustaba jugar juegos de roles con otros niños. (Por ejemplo: mamá, papá, vaquero, etc.)	TA
41	Le gusta juntar información sobre categorías de cosas. (Autos, trenes, plantas, animales,	TA
42	Le cuesta imaginarse como sería ser otra persona.	TA
43	Le gusta planificar cualquier actividad que va a realizar.	TA
44	Disfruta de situaciones y eventos sociales.	TA
45	Le es difícil darse cuenta de las intenciones de las personas.	TA
46	Las situaciones nuevas le generan ansiedad.	TA
47	Disfruta conociendo gente nueva.	TD
48	Es cuidadoso/a para no herir los sentimientos de la gente.	TD
49	No es muy bueno/a para recordar las fechas de cumpleaños.	TA
50	Le resulta fácil jugar con otros niños interpretando varios personajes.	TD



## APLICACIÓN DE TEST

**Unidad de análisis No. 2**
**Mariana Belén Jana Urrutia**

### TEST DE COEFICIENTE DE ESPECTRO AUTISTA PARA NIÑOS (AQ-N) PARA UN RANGO DE EDAD DE 4 A 14 AÑOS

**Presentación:**

La presente encuesta hace parte de un proyecto de Investigación, su aplicación y la información recopilada será utilizada exclusivamente con fines académicos de acuerdo a los consentimientos expresados por el equipo investigador y los documentos establecidos para este fin.

**Como responder al cuestionario:**

A continuación encontrará una lista de afirmaciones acerca del niño o niña. Por favor responda una de las cuatro posibles respuestas según crea apropiada cada cuestión:

TA - Total mente de acuerdo  
 PA - Un poco de acuerdo  
 PD - Un poco en desacuerdo  
 TD - Totalmente en desacuerdo

No	Afirmación	Respuesta
1	Prefiere hacer las cosas con otros que hacerlas solo/a	PA
2	Le gusta hacer las cosas siempre de la misma manera	PD
3	Cuando trata de imaginarse algo, le resulta muy fácil	TA
4	Con frecuencia queda absorto/a en una actividad que parece no darse cuenta de las cosas que suceden a su alrededor	TA
5	A menudo le llama la atención sonidos tenues que otras personas no suelen notar	TA
6	A menudo le llama la atención los números de las casas, patentes de autos, números de carteles o información similar.	PA
7	La gente suele decirle (o me dicen a mí) que ha hecho o dicho algo descortés, aunque el niño o la niña piense que ha sido cortés.	TD
8	Cuando se le lee (o lee) un cuento, le resulta fácil imaginarse cómo son los personajes	TA
9	Le fascinan las fechas	TA
10	Cuando está con otras personas, puede seguir diferentes temas en la conversación.	TA
11	Se desenvuelve naturalmente en distintas situaciones sociales.	TA
12	Suele fijarse en detalles que a otros no les llama la atención.	TA
13	Se sentiría más a gusto en una librería que en una fiesta de cumpleaños.	PA
14	Inventa historias con facilidad	TA
15	Le interesan más las personas que las cosas	TA
16	Algunas cosas le interesan mucho y se enoja cuando no se lo/la de dedicarse a ellas.	PA
17	Disfruta conversando con otras personas	TA
18	A otras personas les resulta difícil intercalar comentarios cuando el niño o la niña le habla.	TD
19	Le fascinan los números	PD
20	Cuando le leo (o le cuento) un cuento le cuesta identificar las intenciones de los personajes.	TD
21	No le gustan los cuentos de historias fantásticas (ficción)	TD
22	Le cuesta hacer nuevos amigos	TD
23	Encuentra patrones de regularidades en las cosas todo el tiempo.	TD
24	Le gusta más ir a cine que al museo.	PA
25	No se altera cuando le cambian la rutina diaria	PA
26	No sabe cómo hacer para conversar con niños de su edad.	TD
27	Le cuesta "leer entre líneas" cuando otras personas le dicen algo.	TD
28	Cuando mira un dibujo, un afiche, o un poster, presta más atención a la imagen completa que a los detalles.	TA
29	No es bueno/a para recordar números de teléfono.	TD
30	No suele darse cuenta de pequeños cambios en la apariencia de las personas.	TD
31	Cuando habla, se da cuenta cuando la gente se aburre con lo que dice.	TA
32	Le resulta fácil hacer más de uno cosa a la vez.	TA
33	Cuando habla por teléfono no sabe cuándo es su turno para hablar.	TD
34	Disfruta de hacer cosas espontáneamente.	TA
35	Es él/ella último/a en entender un chiste o una broma.	TD
36	Se da cuenta fácilmente que siente una persona sólo con mirarlo a la cara.	TA
37	Cuando hay alguna interrupción, puede volver con facilidad a la que estaba haciendo.	TA
38	Es bueno para las conversaciones sociales.	TA
39	La gente dice que él/ella siempre habla del mismo tema.	TD

40	Cuando iba al preescolar, le gustaba jugar juegos de roles con otros niños. (Por ejemplo: mamá, papá, vaquero, etc.)	TA
41	Le gusta juntar información sobre categorías de cosas. (Autos, trenes, plantas, animales, etc.)	TA
42	Le cuesta imaginarse como sería ser otra persona.	TA
43	Le gusta planificar cualquier actividad que va a realizar.	TA
44	Disfruta de situaciones y eventos sociales.	TA
45	Le es difícil darse cuenta de las intenciones de las personas.	TA
46	Las situaciones nuevas le generan ansiedad.	PA
47	Disfruta conociendo gente nueva.	TA
48	Es cuidadoso/a para no herir los sentimientos de la gente.	TA
49	No es muy bueno/a para recordar las fechas de cumpleaños.	TD
50	Le resulta fácil jugar con otros niños interpretando varios personajes.	TA

## ANEXO C – ENFOQUE TECNOLÓGICO – INSTRUMENTOS PARA ESTUDIO DE USABILIDAD DE APLICACIONES

A partir de la recopilación de aplicaciones móviles seleccionadas durante el estado de la técnica, se diseñan los instrumentos necesarios para la identificación de las mejores características y prestaciones de dichas aplicaciones dentro de las pretensiones de tratamiento del TEA en niños con edades entre los 4 y 14 años.

Se especifican los siguientes criterios de ponderación para los factores de usabilidad para las aplicaciones que sean probadas en los niños con autismo:

Tabla 15 Factores de evaluación de usabilidad de aplicaciones inclusivas para TEA

<b>Factor</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Ponderación en el estudio</b>
Criterio de facilidad de uso.	FU	20%
Criterio de documentación de la aplicación.	CD	10%
Criterio de estética (colores y distribución de objetos gráficos) Usabilidad desde principios de Nielsen.	CE	20%
Criterio de operatividad de la aplicación (Incluye técnicas de aprendizaje, juego, etc.)	CO	20%
Criterio de acceso a la herramienta de software.	CAS	10%
Criterio de tiempo de permanencia de usuario en la APP	TP	20%

Con el fin de guiar al evaluador, y contar con una herramienta que emita resultados confiables, se establece una escala de juicio de valor que puede tener cada criterio:

Tabla 16 Cuantificación de criterios para valoración de factores

<b>Criterio de valor</b>	<b>Sigla</b>	<b>Valor</b>
Se cumple plenamente	CP	5,0
Se cumple en alto grado	CAG	4,0 a 4,9
Se cumple aceptablemente	CA	3,0 a 3,9
Se cumple insatisfactoriamente	CI	1,0 a 2,9
No se cumple	NC	0,0 a 0,9

A continuación, se presenta el instrumento a ser utilizado para evaluar la usabilidad de las aplicaciones inclusivas que sean trabajadas con cada unidad de análisis:

Tabla 17 Criterios de usabilidad de aplicaciones inclusivas para TEA

<b>CRITERIOS DE USABILIDAD DE APLICACIONES INCLUSIVAS PARA TEA</b>		<b>Valoración</b>
<b>6. Facilidad De uso</b>		
6.1.	Las representaciones en la interfaz son análogas a los aspectos del mundo real.	
6.2.	Las palabras, frases y conceptos son familiares y apropiados para el niño con TEA.	
6.3.	La información aparece en un orden lógico y natural.	
6.4.	Se evita el uso de imágenes que no generan correspondencia con el mundo real y no contribuyen al aprendizaje (desarrollo de habilidades emocionales y/o sociales).	
6.5.	Se evidencia un manejo coherente e intuitivo en todas las fases de la aplicación.	
<b>7. Documentación de la aplicación</b>		
7.1.	La aplicación presenta documentación propia o enlaces de consulta orientados a los facilitadores, terapeutas, docentes o padres y familiares de los niños con TEA.	
7.2.	Se presenta información de contacto de los desarrolladores de la aplicación.	
<b>8. Estética</b>		
8.1.	Los colores de la aplicación presentan buen contraste y son agradables a la vista de los diferentes usuarios.	
8.2.	La calidad de las figuras y representaciones gráficas presentadas son fieles a los objetos homólogos del mundo real.	
<b>9. Operatividad</b>		
9.1.	La aplicación es fácil de utilizar por parte de niños con TEA de acuerdo con sus capacidades motrices (uso de botones, enlaces, flechas de navegación, etc.)	
<b>10. Acceso a la herramienta</b>		
10.1.	La herramienta de software es accesible fácilmente a través de repositorios de aplicación para dispositivos móviles.	
10.2.	La aplicación no tiene costo para descarga, al menos en su versión básica que permita el trabajo con bajo costo en hogares e instituciones educativas.	

## ANEXO D. FORMATO DE REVISIÓN HEURÍSTICA DE APLICACIONES INCLUSIVAS

A continuación, se presenta el formato diseñado para la revisión y evaluación por expertos de las aplicaciones móviles a ser utilizadas en las actividades con niños autistas.

INSTRUCCIONES	CRITERIOS DE VALORACIÓN	RELEVANCIA DEL CRITERIO PARA EL PROYECTO
1. Evalúe cada criterio y rellene la columna "Valor" según el valor por asignar 2. Añada sus comentarios o la referencia a los mismos en otro documento anexo en la columna "Comentarios" 3. Tenga en cuenta que los demás valores se calculan de manera automática, no modifique el contenido o las fórmulas de estos campos.	5 CP: Se cumple plenamente 4 CAG: Se cumple en alto grado 3 CA: Se cumple aceptablemente 2 CI: Se cumple insatisfactoriamente 1 NC: No se cumple	Alta Media Baja Descartable NA (No Aplica)

CRITERIOS DEL "HEURÍSTICO ASPECTOS GENERALES": Elementos relacionados con los objetivos de la APP, la apariencia general de la aplicación de acuerdo a los usuarios, coherencia y nivel de actualización de contenidos					
Código	Criterio	Valor (vc)	Relevancia de criterio (rc)	Comentarios	Relevancia de evaluación (re)
AG1	Objetivos de la app concretos y bien definidos				0,0
AG2	Contenidos y servicios ofrecidos precisos y completos				
AG3	Estructura general de la app orientada al usuario				
AG4	Look & Feel general se corresponde con los objetivos, características, contenidos y servicios de la app				
AG5	Diseño general de la app reconocible				
AG6	Diseño general de la app coherente				
AG7	Se utiliza el idioma del usuario				
AG8	Se da soporte a otro/s idioma/s				
AG9	Traducción del sitio completa y correcta				
AG10	App actualizada periódicamente				
<b>PORCENTAJE DE RELEVANCIA DE EVALUACIÓN</b>		<b>0,0</b>			

CRITERIOS DE LA "FACILIDAD DE USO": Elementos relacionados con la adecuación y calidad de los contenidos textuales, iconos y controles de la interfaz					
Código	Criterio	Valor (vc)	Relevancia de criterio (rc)	Comentarios	Relevancia de evaluación (re)
FU.1	Se emplea un lenguaje claro y conciso				0,0
FU.2	Lenguaje amigable, familiar y cercano				
FU.3	Cada parte de texto expresa la idea de lo que se quiera sea realizado por el usuario				
FU.4	Uso consistente de los controles de la interfaz				
FU.5	Metáforas visuales reconocibles y comprensibles por cualquier usuario (ej.: iconos, pictogramas)				
FU.6	Si se usan menús desplegables, orden coherente o alfabético				
FU.7	Si el usuario tiene que rellenar un campo, las opciones disponibles se pueden seleccionar en vez de tener que escribirlas				
FU.8	Las representaciones en la interfaz son análogas a los aspectos del mundo real				
FU.9	Las palabras, frases y conceptos son familiares y apropiados para el niño con TEA				
FU.10	La información aparece en un orden lógico y natural				
FU.11	Se evita el uso de imágenes que no generan correspondencia con el mundo real y no contribuyen al aprendizaje (desarrollo de habilidades emocionales y/o sociales)				
FU.12	Se evidencia un manejo coherente e intuitivo en todas las fases de la aplicación				
<b>PORCENTAJE DE RELEVANCIA DE EVALUACIÓN</b>		<b>0,0</b>			

CRITERIOS DE "DOCUMENTACIÓN DE LA APP": Elementos relacionados con el apoyo documental de la aplicación o info de contacto de sus diseñadores					
Código	Criterio	Valor (vc)	Relevancia de criterio (rc)	Comentarios	Relevancia de evaluación (re)
CD.1	La aplicación presenta documentación propia o enlaces de consulta orientados a los facilitadores, terapeutas, docentes o padres y familiares de				0,0
CD.2	Se presenta información de contacto de los desarrolladores de la aplicación				
<b>PORCENTAJE DE RELEVANCIA DE EVALUACIÓN</b>		<b>0,0</b>			

CRITERIOS DE "ESTÉTICA DE PRESENTACIÓN": Elementos relacionados con la aceptación y familiarización de la APP por parte del niño con TEA					
Código	Criterio	Valor (vc)	Relevancia de criterio (rc)	Comentarios	Relevancia de evaluación (re)
CE.1	Los colores de la aplicación presentan buen contraste y son agradables a la vista de los diferentes usuarios.				0,0
CE.2	La calidad de las figuras y representaciones gráficas presentadas son fieles a los objetos homólogos del mundo real				
<b>PORCENTAJE DE RELEVANCIA DE EVALUACIÓN</b>		<b>0,0</b>			

Imagen 31 Formato de revisión heurística de aplicaciones inclusivas (Formato original en MS Excel)