

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIA

Departamento de Matemática y Ciencia de la Computación



**Estrategia de interfaz humano computador en el desarrollo cognitivo de
personas con trastornos del espectro autista**

Danilo Guillermo Abella de Oliveira

Profesor guía: René A. Arancibia Carrasco

Trabajo de titulación presentado en
conformidad a los requisitos para obtener
el grado de Analista en Computación
Científica

Santiago – Chile

2019

© (Danilo Guillermo Abellá de Oliveira), (2019)

Algunos derechos reservados. Esta obra está bajo una licencia creative commons atribución-nocomercial-chile 3.0. Sus condiciones de uso pueden ser revisadas en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/cl/>.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO	1
2.1	PERSONAS EN SITUACIÓN DE DISCAPACIDAD	1
2.1.1	<i>Trastorno del espectro autista (TEA)</i>	3
2.1.1.1	Definición	3
2.1.1.2	Manifestaciones	4
2.1.1.3	Variaciones	5
2.1.1.4	Método TEACCH	7
2.2	TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	9
2.2.1	<i>Definición</i>	9
2.2.2	<i>Las TIC en la educación</i>	12
2.2.3	<i>El impacto tecnológico en el desarrollo cognitivo de personas con TEA</i>	12
2.3	INTERFAZ HUMANO COMPUTADOR (HMI)	15
2.3.1	<i>Concepto</i>	15
2.3.2	<i>Tipos de HMI</i>	16
2.3.3	<i>Problemas actuales en el desarrollo de las HMI</i>	16
2.3.4	<i>Herramientas para el desarrollo de las HMI</i>	17
3	MARCO METODOLÓGICO	19
3.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
3.2	OBJETIVOS	20
3.2.1	<i>Objetivo General</i>	20
3.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	20
3.3	ESTRUCTURA DE LA ESTRATEGIA HMI (HIPÓTESIS)	21
3.4	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	23
3.4.1	<i>Requerimientos funcionales</i>	23
3.4.2	<i>Requerimientos no funcionales</i>	23
3.4.3	<i>Requerimientos de implementación</i>	23
3.5	HERRAMIENTAS DE DESARROLLO	24
3.6	CASOS DE USO	25
3.7	MODELO DE OBJETOS DEL ANÁLISIS	33
3.8	MODELAMIENTO DE DATOS	34
3.8.1	<i>Diagrama de estructura de datos (DED)</i>	34
3.8.2	<i>Diccionario de Datos</i>	35
4	APLICACIÓN/ENTORNO	40
5	RESULTADOS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Herramientas de software	Fuente: Elaboración propia -----	24
Tabla 2: Herramientas de hardware	Fuente: Elaboración propia -----	24
Tabla 3: Caso de Uso “Selección de Temática”	Fuente: Elaboración propia -----	27
Tabla 4: Caso de Uso “Selección de Tema”	Fuente: Elaboración propia -----	27
Tabla 5: Caso de Uso “Selección de Actividad”	Fuente: Elaboración propia -----	28
Tabla 6: Caso de Uso “Onomatopeya”	Fuente: Elaboración propia -----	28
Tabla 7: Caso de Uso “Discriminación Auditiva”	Fuente: Elaboración propia -----	29
Tabla 8: Caso de Uso “Discriminación Semántica”	Fuente: Elaboración propia -----	29
Tabla 9: Caso de Uso “Pasaje de Foto a Pictograma”	Fuente: Elaboración propia--	30
Tabla 10: Caso de Uso “Generación de reportes”	Fuente: Elaboración propia-----	30
Tabla 11: Caso de Uso “Generación Reporte Historial”	Fuente: Elaboración propia-----	31
Tabla 12: Caso de Uso “Generación Reporte Cantidad de interacciones realizadas”	-----	
Fuente: Elaboración propia -----		31
Tabla 13: Caso de Uso “Gestión de Usuario”	Fuente: Elaboración propia -----	32
Tabla 14: Tabla Imagen	Fuente: Elaboración propia -----	35
Tabla 15: Tabla Temática	Fuente: Elaboración propia-----	35
Tabla 16: Tabla Tema	Fuente: Elaboración propia -----	36
Tabla 17: Tabla Tipo Actividad	Fuente: Elaboración propia-----	36
Tabla 18: Tabla Actividad	Fuente: Elaboración propia-----	37
Tabla 19: Tabla Cuadro	Fuente: Elaboración propia -----	37
Tabla 20: Tabla Tipo Usuario	Fuente: Elaboración propia-----	38
Tabla 21: Tabla Usuario	Fuente: Elaboración propia -----	38
Tabla 22: Tabla Historial	Fuente: Elaboración propia -----	39

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama de casos de uso	Fuente: Elaboración propia.....	26
Ilustración 2: Modelo de objetos del análisis	Fuente: Elaboración propia.....	33
Ilustración 3: Diagrama de estructura de datos (DED)	Fuente: Elaboración propia ..	34
Ilustración 4: Pantalla “Menú”	Fuente: Elaboración propia	40
Ilustración 5: Pantalla “Selección de Temática”	Fuente: Elaboración propia.....	41
Ilustración 6: Pantalla “Selección de Tema”	Fuente: Elaboración propia	42
Ilustración 7: Pantalla “Selección de Actividad”	Fuente: Elaboración propia	43
Ilustración 8: Pantalla “Onomatopeya”	Fuente: Elaboración propia	44
Ilustración 9: Pantalla “Discriminación Auditiva”	Fuente: Elaboración propia.....	44
Ilustración 10: Pantalla “Discriminación Semántica”	Fuente: Elaboración propia	45
Ilustración 11: Pantalla “Pasaje de Foto a Pictograma”	Fuente: Elaboración propia	45
Ilustración 12: Pantalla “Gestión de Reportes”	Fuente: Elaboración propia	46
Ilustración 13: Pantalla “Reporte Historial”	Fuente: Elaboración propia	47
Ilustración 14: Pantalla “Reporte de cantidad de interacciones hechas”	48
Ilustración 15: Pantalla “Gestión de Usuario”	Fuente: Elaboración propia.....	49

1 Introducción

El Presente trabajo de tesis tiene como objetivo generar, con énfasis en la interfaz humano computador, una estrategia para el desarrollo cognitivo de personas con trastornos del espectro autista (TEA). Presentando sus comportamientos, reacciones y las características más influenciadas que la interfaz humano computador puede brindar a estas personas.

Cabe mencionar que este trabajo de tesis se apoya en el “método TEACCH” para tener una referencia más clara de cómo se trabaja con niños con TEA. Además de estudiar las principales características de las TIC y cómo éstas influyen en la educación en general y consecuentemente en la enseñanza de personas con TEA, tomando como principal punto la interfaz humano computador. Para poder así dar hincapié a cómo utilizar esta tecnología para enseñar, incentivar y lograr una mejor comunicación con las personas que padecen este trastorno.

Para lograr el objetivo se diseñó un sistema web donde los alumnos y especialistas pueden acceder para realizar actividades y ejercicios didácticos que refuercen el desarrollo cognitivo y entretengan a estas personas, enfocándose en la simpleza, sencillez e intuición que una interfaz debe cumplir para esta causa.

2 Marco Teórico

2.1 Personas en situación de discapacidad

“Discapacitado”, “incapacitado” o “minusválido” son palabras que se han utilizado mucho durante las últimas décadas para referirse a personas en situación de discapacidad, sin embargo, actualmente no son bien vistas, ya que aluden a que la persona ha perdido todas sus capacidades. Hoy en día, es muy común el utilizar estas palabras para referirse a una misma causa, sin embargo, apuntan a temas diferentes.

Según la OMS, la deficiencia “es toda pérdida o anomalía de una estructura, o función psicológica, fisiológica o anatómica”. La discapacidad “es toda restricción o ausencia (debido a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad de la forma, o dentro del margen, que se considera normal para un ser humano”. Y la minusválida “es una situación de desventaja para un individuo determinado, de una deficiencia o de una discapacidad, que limita o impide el desarrollo de un rol que es normal en su caso, en función de la edad, sexo y factores culturales y sociales.” Por lo que claramente dichos términos muchas veces son mal empleados.

En el artículo del Gobierno de Chile “Sección de Participación- Género e Inclusión”, nos dice que “se prefiere dirigir a personas en situación de discapacidad, ya que con esta referencia se incorpora la mirada social, rompiendo las barreras y obstáculos, es decir, romper con la idea que la persona tiene la culpa de su propia discapacidad, sino que en realidad la discapacidad viene por el contexto que la sociedad impone, tanto barreras físicas como barreras sociales”.

Es por esto por lo que cada vez se está utilizando más el término “personas en situación de discapacidad”, así se asume que las personas tienen una discapacidad en concreto, pero a su vez desarrollan otras capacidades.

Existe una gran cantidad de discapacidades, donde (Ponce, Gallardo, 2011) define algunas de la siguiente manera:

- Síndrome de Down: Se trata de un trastorno genético (que ocurre mucho antes del nacimiento) causado por la presencia de una copia extra del cromosoma 21 (hay uno de más). Las personas con Síndrome de Down tienen unos rasgos físicos peculiares hacen que se les reconozca fácilmente, pero no son todos iguales, cada uno tiene sus gustos y capacidades.
- Ceguera: La ceguera ocurre cuando una persona no puede ver, aunque existen diferentes tipos dentro de la discapacidad visual, hay personas que ven muy poco y otras que no ven nada en absoluto. Una persona puede estar ciega por diferentes motivos: porque lo es desde el nacimiento o porque ha tenido alguna enfermedad o accidente. Las personas que no pueden ver desarrollan al máximo otras capacidades, en este caso, el oído.
- Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH): A los niños con este trastorno, les cuesta prestar atención, concentrarse o permanecer sentados, especialmente cuando están nerviosos o excitados. Hiperactividad significa que hay mucha actividad. Esto no sólo les ocurre en la escuela, sino que también se comportan así en casa, en el parque. Los niños con hiperactividad tienen mucha energía.
- Trastorno del espectro autista (TEA): El autismo, es un trastorno que afecta al desarrollo de las capacidades que utilizamos para relacionarnos con los demás, para comprender y para comunicarnos. Es el tipo de trastorno al que se quiere contribuir en esta tesis y en el que se hablará más detalladamente a continuación.

2.1.1 Trastorno del espectro autista (TEA)

2.1.1.1 Definición

El trastorno del espectro autista (TEA) es una condición neurológica y de desarrollo que se manifiesta en la infancia y dura toda la vida (Zander, 2004). Se caracteriza por presentar varias limitaciones en el desarrollo cognitivo (Tomás, Almenara, 2007), tanto en la capacidad imaginativa, en el comportamiento, la comunicación y la interacción social recíproca.

Cada persona con autismo suele presentar características o síntomas muy diferentes, es por esto por lo que se opta por llamar al autismo como un trastorno espectral, en otras palabras, que hay ciertas características similares entre personas diferentes con el trastorno.

Hoy en día, no se conoce a ciencia cierta la causa del autismo, si bien no hay genes específicos relacionados, se sabe que el TEA es una enfermedad multifactorial (poligénica) con un alto índice de heredabilidad (Quijada, 2008; Balbuena, 2015), es decir, que son el producto de factores ambientales y mutaciones en varios genes (Marcelain, 2008), generalmente de diferentes cromosomas.

Los diagnósticos del TEA suelen ser difíciles de realizar debido a que no existen pruebas médicas, como un análisis de sangre, para poder asegurarse (Quijada, 2008). Para llegar a un diagnóstico, los médicos tienen que estudiar el desarrollo y comportamiento del niño, sin embargo, cuanto más precoz es el diagnóstico el pronóstico es menos preciso.

A menudo, los padres sospechan durante la lactancia que su hijo no es completamente normal, sin embargo, diagnosticar el autismo antes de los dieciocho meses de vida resulta muy difícil. Según estudios (Zander, 2004) esto es debido a que los trastornos del comportamiento utilizados desde la perspectiva del desarrollo para poder establecer el diagnóstico no son presentados de forma clara antes de alcanzar dicha edad.

2.1.1.2 Manifestaciones

La mayor parte de personas con TEA muestran diferentes maneras de aprender, prestar atención o reaccionar ante las cosas. Generalmente los signos comienzan durante la infancia temprana y, por lo general, permanecen durante toda la vida.

Una de las cosas que más llama la atención del autismo son las dificultades que se presentan en el ámbito de la interacción social recíproca. Ya desde una temprana edad el niño puede tener dificultades, al estar en contacto con los demás, para mirar y comprender miradas, para emplear y entender expresiones faciales, gestos, diferentes tonos de voz, comprender los sentimientos de otras personas y hablar de sus propios sentimientos, etc. Muchos niños con autismo no muestran ninguna reciprocidad social o emocional ni tampoco comparten de manera espontánea placeres e intereses con sus padres ni buscan consuelo en ellos (Zander, 2004). Los niños autistas tampoco suelen mirar los objetos cuando otra persona los señala ni señalar los objetos para demostrar su interés (por ejemplo, no señalar un pájaro que pasa volando), además, no siempre se interesan por otros niños de su edad y cuando lo hacen les suele resultar difícil hacer y conservar amigos.

En lo que a la comunicación respecta, las personas con autismo presentan un desarrollo del lenguaje inexistente o retrasado, donde esta carencia no es compensada con otros medios de comunicación no verbal. Se estima que aproximadamente la mitad de las personas con autismo no desarrollan nunca el lenguaje hablado, y de entre las que sí lo hacen hay grandes variaciones las cuales se pasarán a explicar más adelante. De igual manera, independiente del grado de TEA que presente la persona, se sabe que ésta presentará dificultades para iniciar y mantener una conversación o dialogo además de presentar deficiencias en la comprensión del lenguaje, ya que su capacidad de comprensión del significado más profundo de éste está reducida parcialmente. Incluso los que más dominan el lenguaje y logran desarrollar un vocabulario amplio y mantener un dialogo suelen dar una interpretación literal al lenguaje.

Un punto muy notable que caracteriza a los niños y a las personas con TEA en general son el limitado registro de comportamientos, intereses y actividades a los que se entregan de manera reiterativa y estereotipada. Un buen ejemplo de esto es dedicarse a actividades cómo organizar sus juguetes según algún criterio, tener su pieza ordenada de una forma dada, alinear piezas de algún juguete de armar, entre otros. Esto siempre realizando dichas actividades de igual manera, sin variar mucho, ya que de lo contrario se puede provocar una gran frustración, la cual puede desencadenar en un gran berrinche. Otro comportamiento muy curioso es el querer ver un video o la escena de un video en particular y querer volver a

verlo una y otra vez de forma reiterativa, dándole siempre la misma gracia dada en un principio.

También es muy frecuente el adoptar determinadas costumbres, cómo andar de puntas de pie mientras una mano sostiene la cola, balancearse con el cuerpo, mantener un hombro más alto que el otro, presentar tics nerviosos en la cabeza y las manos (tics que incluso en algunas ocasiones son conscientes de ello, pero no pueden controlarlos, aunque quisieran), imitar a su hermano mayor, entre otros.

Se sabe además que la rutina es algo muy importante para ellos, la cual debe repetirse exactamente y de forma idéntica en cada ocasión. Un cambio de escuela (escuela especial), país, casa, en fin, cualquier cambio significativo (incluso leve), afecta de forma radical en la felicidad de una persona con TEA, pudiendo provocar mucha frustración, desesperación y furia. En los casos de los niños con mayor capacidad intelectual se ha visto cómo una vez adultos, pueden absorberse en “intereses especiales” restringidos como: los cumpleaños de otros, horarios, el número de habitantes de cada país, fechas especiales, entre otros.

Es frecuente también la incidencia de otros síntomas asociados al autismo tales como: sensibilidad reducida o hipersensibilidad frente al dolor, determinados sonidos, olores, entre otros; períodos de hiperactividad, trastornos alimenticios o del sueño y similares. Sin embargo, para hacer el diagnóstico de autismo no se requieren estos rasgos.

2.1.1.3 Variaciones

Dentro del TEA hay muchas diferencias en cuanto al grado respecta, si bien el efecto de tener autismo siempre reviste gravedad, la verdad es que existe una diferencia intelectual muy notoria entre algunos casos. Tomando en cuenta lo anterior, se puede decir que el grado de autismo varía de profundo a leve al igual que el nivel de capacidad intelectual, que puede variar desde un retraso mental profundo o grave hasta un coeficiente intelectual superior al normal. Decir también que es frecuente que personas con autismo estén afectadas por diferentes patologías, ya sean diversos síndromes genéticos, epilepsia, depresión o trastornos de la atención/hiperactividad, entre otros (Zander, 2004). Por lo que puede haber personas con autismo grave como parte integrante de un trastorno múltiple combinado a su vez con retraso mental moderado o profundo acompañado de epilepsia (o alguna otra patología), lo que vendría a ser un impedimento funcional máximo. En contra parte se tiene casos donde se puede tratar de individuos con un grado más leve de autismo y un alto nivel de capacidad intelectual.

Según el documento “Introducción al autismo” las variaciones en el grado de gravedad de las expresiones conductuales del autismo son significativas y dependen entre otros factores de la personalidad del individuo, de su edad y de su grado de desarrollo.

Luego tenemos el documento “DSM-5: la nueva clasificación de los TEA” (Palomo, 2014) que nos habla de que en 2013 la Asociación Americana de Psiquiatría (APA) publicó la nueva versión del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales, DSM-5 donde nos dan a conocer 3 niveles de gravedad para clasificar el TEA.

En primero lugar se tiene el grado 1, en el cual se tiene mayor capacidad intelectual y menos necesidad de ayuda externa para auto sustentarse, es decir, sin ayuda in situ. En este grado las comunicaciones sociales suelen causar problemas importantes, ya sea dificultad para iniciar conversaciones o realizar respuestas atípicas o insatisfactorias a preguntas que otra persona hace al iniciar una interacción social. También se suele interpretar que la persona no quiere hablar y, que en las conversaciones amplias con otras personas suelen fallar, ya que los intentos de hacer amigos son algo excéntricos y habitualmente sin éxito.

En el segundo grado se tiene que la persona necesita ayuda notable. El individuo en este grado presenta deficiencias notables en las aptitudes de comunicación social verbal y no verbal; inicio limitado de interacciones sociales; problemas sociales aparentes incluso con ayuda in situ; y reducción de respuesta o respuestas no normales al inicio de una interacción social por parte de otras personas. Como caso de ejemplo, una persona que realiza frases simples, sin mucha complejidad, cuya interacción se limita a intereses especiales muy particulares en la que se presenta una comunicación no verbal muy excéntrica.

En el tercer grado se necesita de una ayuda mucho más notable, ya que se presentan graves deficiencias graves de la aptitud de comunicación social, tanto verbal como no verbal, causando alteraciones graves del funcionamiento, un muy limitado inicio en las interacciones sociales y una respuesta mínima a la apertura social de otras personas. En otras palabras, una persona con un corto repertorio de palabras inteligibles que rara vez comienza una interacción social y que, una vez hecha, emplea técnicas muy poco comunes sólo para cumplir con las necesidades y solamente responde a aproximaciones sociales muy directas.

2.1.1.4 Método TEACCH

El método TEACCH (Treatment and Education of Autistic and related Communication handicapped Children), es un programa al servicio de las personas con autismo y de sus familias y está enfocado en abordar las diferencias neurológicas que presentan las personas con TEA (De Goñi, 2015), desarrollado por la Universidad de Carolina del Norte en los años 70 y fundado por Eric Schopler y Gary Mesibov.

Es un programa que, como afirman Mesibov y Howley (2010), tiene una política de “rechazo cero”, es decir, que se caracteriza por ser un método que está pensado para todas las personas con TEA, independientemente de la edad o el grado de desarrollo intelectual que posea.

Según el documento “Programa de formación en el área de Autismo para docentes especialistas” por (García, 2010), nos dice que el método TEACCH se ha convertido en el modelo de atención integral más difundido mundialmente además de ser reconocido como uno de los que ha contribuido a grandes avances en los estudios sobre el Autismo. Un punto importante que tomar en cuenta sobre este método es que fue diseñado con el objetivo de prevenir la institucionalización innecesaria, es decir, emplear técnicas para ayudar a preparar a las personas con TEA para vivir y trabajar más efectivamente en la comunidad, la escuela, y el hogar. Se da una gran importancia a los planes individuales de las personas con TEA y de cada miembro de su familia, para que la convivencia en el hogar sea más efectiva, y poder así remover totalmente o parcialmente los comportamientos autistas. También entrenar a los padres a trabajar con sus hijos para así controlar de mejor manera los problemas de comportamiento y mejorar el aprendizaje, lenguaje y las habilidades sociales.

Para marcar los objetivos del método TEACCH se requiere una serie de observaciones y conocimientos previos del alumnado (carácter individualizado) (Aguirre, Álvarez, Angulo y Prieto, 2008), en el que inicialmente hay que seguir un proceso que consiste en evaluar las habilidades del alumno (para conocer sus aptitudes y actitudes), entrevistar a sus apoderados (ellos son quienes más conocen a sus hijos, por ello el contacto con las familias es fundamental para el progreso del alumno), establecer objetivos primordiales (para poder determinar lo que el niño necesita alcanzar a corto plazo), y finalmente diseñar una propuesta de intervención individualizada, donde se elabora una serie de propuestas para trabajar los puntos fuertes del niño a través de programas adaptados a él, además de utilizar actividades específicas de enseñanza-aprendizaje.

Según Aguirre et. al (2008) (citado en Guerrero, 2017) los principios educativos básicos son, primero las fortalezas e intereses, es importante saber que todos los niños tienen una inteligencia más desarrollada que la otra y que el objetivo del profesor es conocerlas, para así a partir de ellas elaborar propuestas de intervención que se adapten a su estilo de aprendizaje e intereses. Si al alumno le divierten los robots, el profesor debe considerarlo para de este modo captar su atención y motivación. Luego se tiene la evaluación cuidadosa y constante. Una vez hecha la primera evaluación y la puesta en práctica de una propuesta de intención para la mejora de sus habilidades, se deberá hacer diariamente pequeñas evaluaciones para medir sus progresos, y así conocer si está respondiendo positivamente el programa. Después se procede al apoyo para así comprender el sentido o significado de una tarea. Es muy común que los alumnos presenten ansiedad al no comprender lo que tienen que hacer durante una tarea. Se presentan limitaciones en su capacidad para entender el significado y sentido de una actividad que se le está pidiendo. Se considera importante y necesario el utilizar apoyos de carácter visual y/o manipulativo para ayudarlos a comprender ciertos mensajes. El siguiente principio involucra las dificultades de comprensión. No es fácil averiguar si un alumno con TEA ha recibido un mensaje correctamente, ya que el alumno podría mostrarse nervioso o en los peores casos agresivo cuando no entiende la frase, expresión facial o lenguaje corporal de otra persona en una interacción social. Y como último principio se tiene la colaboración con los apoderados o tutores. En la mayoría de los casos son los padres quienes mejor conocen a sus hijos y los que deben de seguir las pautas determinadas por el docente. En estos casos, se debe presentar una comunicación fluida entre la familia y la escuela para que no exista ninguna contradicción o inconvenientes.

Como se mencionó, en el método TEACCH las actividades para los alumnos con TEA se centran más que nada en lo visual, donde no se presenten posibles distractores y bajo las mejores condiciones posibles para el niño (Cuadrado, 2015). Trabajos con pictogramas, colocar objetos de un color o forma en determinados lugares, rompecabezas, reconocer números y figuras, entre muchos otros, son algunas de las actividades que se pueden implementar en este método.

También se utilizan ejercicios con el uso de la onomatopeya como ayuda, donde los alumnos tienen que imitar la onomatopeya del animal, decir el nombre de un objeto dado, etc, según la descripción de la actividad, para trabajar el control del soplo (Sánchez, Albalat, 2018). La onomatopeya en sí es una unidad equipada por diferentes gramáticas, donde estos elementos se caracterizan por atender más que nada a sus rasgos orales con menciones más breves de su escritura (Bernardi, 2013). Otra forma más simple de describirla sería la de Carreter (citado por Pérez, Lourdes, 1994, p. 16), quien la define

como el “fenómeno que se produce cuando los fonemas de una palabra describen o sugieren acústicamente el objeto o la acción que significan”.

Aunque la onomatopeya sea un buen aliado, es más común el uso de actividades con un enfoque más fuerte en la semántica, como por ejemplo un ejercicio de discriminación semántica, donde el alumno tiene que ordenar o clasificar un grupo de figuras o imágenes en algún orden concreto, siempre dentro de alguna temática (frutas, animales, colores, figuras). “La semántica es el área de la lingüística que se dedica al estudio del significado de los signos lingüísticos, esto es, morfemas, lexemas, expresiones, oraciones, etc” (Cifuentes, 2012).

2.2 Tecnologías de la información y comunicación

2.2.1 Definición

Existe una gran cantidad de formas de definir las tecnologías de la información y comunicación (TIC), a continuación, se presentan algunas de ellas:

“Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, también conocidas como TIC, son el conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar información y enviarla de un lugar a otro. Abarcan un abanico de soluciones muy amplio. Incluyen las tecnologías para almacenar información y recuperarla después, enviar y recibir información de un sitio a otro, o procesar información para poder calcular resultados y elaborar informes” (Servicios TIC, 2015).

“En líneas generales podríamos decir que las nuevas tecnologías de la información y comunicación son las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconexionadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas” (Cabero, 1998).

“Tecnologías para el almacenamiento, recuperación, proceso y comunicación de la información” (Belloch, 2012).

Esto demuestra que hay múltiples instrumentos electrónicos que forman parte del concepto de las TIC, la Tablet, el computador, el teléfono celular, la televisión, entre otros. Pero principalmente, los medios más representativos en la sociedad moderna son los computadores, al permitirnos utilizar múltiples aplicaciones informáticas (aplicaciones multimedia, programas ofimáticos como office, navegadores, entre otros) y más específicamente las redes de comunicación, en concreto Internet.

En palabras simples, la "Internet" es un conjunto de miles de redes de computadores, también conocida como la "Superautopista de la Información" (Vallejos, 2002). Otra definición más formal es afirmar que la internet es considerada como un medio para enviar y guardar información, una red global de redes de computadores, una mega red o una red de redes (Estrada, 2004), sin embargo, también es un conjunto de tecnologías que ha logrado generar un nivel de comunicación y una facilidad para adquirir información sin antecedentes en la historia del ser humano.

Las características consideradas como las más representativas de las TIC por diferentes autores y, recogidas por Cabero (1998) (citado en Belloch, 2012), son:

- **Inmaterialidad.** En palabras simples se puede decir que las TIC crean (aunque no tengan referentes reales en algunos casos, como las simulaciones), el proceso y la comunicación de la información. Donde dicha información es inmaterial y puede ser llevada de forma invisible e instantánea a lugares muy lejanos entre sí.
- **Interactividad.** Considerada como una de las características más importantes de las TIC para su aplicación en el campo educativo. Mediante las TIC se consigue un intercambio de información entre el usuario y el computador. Lo cual es excelente para adaptar los recursos utilizados hacia las necesidades y características de los usuarios, en función de que interacción tenga este con el computador, en otras palabras, un puente hacia avances importantes en la educación.
- **Interconexión.** Según la definición de (Nakagawa, 1998), la interconexión es "la unión de las redes y servicios públicos de telecomunicaciones, cuya finalidad es que los usuarios de una empresa de telecomunicaciones (empresa A) se comuniquen con los usuarios de otra empresa de telecomunicaciones (empresa B)". En otras palabras, hace referencia (a partir de la conexión entre dos tecnologías) a la creación de nuevas posibilidades en la tecnología. Cómo la telemática, que es la interconexión entre las tecnologías de la comunicación y la informática, proporcionando a su vez, nuevos recursos como los IRC, el correo electrónico, entre otros.
- **Instantaneidad.** La integración entre la informática y las redes de comunicación han hecho posible el uso de servicios, que permiten la transmisión de información y comunicación entre lugares muy alejados físicamente, de una forma rápida.
- **Elevados parámetros de calidad de imagen y sonido.** La transmisión de la información abarca muchos tipos: textual, animación, imagen y sonido, por lo que los avances se han enfocado en transmisiones multimedia de gran calidad, el cual, gracias al proceso de digitalización, ha sido facilitado en gran medida.

- Digitalización. Tiene como objetivo que la información de distintos tipos (sonidos, texto, imágenes, animaciones, etc.) pueda ser transmitida por los mismos medios al presentar un formato único universal.
- Mayor Influencia sobre los procesos que sobre los productos. Posiblemente, el uso de diferentes aplicaciones de la TIC pueda influenciar sobre los procesos mentales realizados por los usuarios para adquirir conocimiento, más que sobre los propios conocimientos adquiridos.
- Innovación. A nivel mundial, las TIC producen cambios y una innovación constante en todos los ámbitos sociales. Aunque, es de reseñar, que dichos cambios no siempre significan un rechazo a las tecnologías o medios anteriores, sino que hay casos donde se produce una especie de simbiosis con otros medios.
- Tendencia hacia la automatización. Es la propia complejidad quien empuja a la muestra de nuevas herramientas y posibilidades que permiten un manejo automático de la información en una diversa cantidad de actividades sociales, profesionales y personales. Dada la necesidad de disponer de información estructurada, esto hace que se desarrollen gestores personales o corporativos con distintas finalidades y de acuerdo con unos determinados principios.
- Diversidad. Puede ser muy diversa la utilidad que pueden llegar a tener las tecnologías, desde la mera comunicación entre individuos, hasta el proceso de la información para crear informaciones nuevas.
- Influencia en todos los sectores (educativos, culturales, económicos, industriales, entre otros). Y este es un punto importantísimo que dará hincapié al tema a tratar en esta tesis. El impacto de las TIC es tan grande que no se puede ver reflejado únicamente en un individuo, grupo, sociedad concreta o país en específico, sino que, abarca un campo mucho más amplio, extendiéndose a nivel global. Incluso, los conceptos “la globalización” y “la sociedad de la información”, se enfocan en referirse a este proceso. De esta forma, los efectos se expandirán para toda la población, incluyendo tanto a instituciones como a grupos conllevando cambios importantes, cuya complejidad está en el debate social hoy en día (Beck, 1998) (citado en Belloch, 2012).

2.2.2 Las TIC en la educación

Hoy en día, se está dando cada vez más importancia a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), las cuales se han estado integrado en los centros educativos de todos los niveles de forma paulatina. Lo que caracteriza este hecho no es necesariamente la implementación de una determinada estrategia de enseñanza/aprendizaje conducida por las TIC (Belloch, 2012), sino en cómo estas se integran en procesos educativos siguiendo una metodología tradicional en la que se da énfasis al proceso de enseñanza, donde el alumno recibe la información que le transmite el profesor y en la que son valoradas más que nada la atención y memoria de los estudiantes.

El gran impacto de las TIC sobre la pedagogía es seguramente unos de los más grandes cambios en el ámbito de la educación. Esto gracias a las nuevas herramientas proporcionadas, como la internet, donde se abre una puerta a una cantidad de información y recursos considerables, sin mencionar que puede brindar comunicación con otros y múltiples recursos al aula, además de ofrecer un acceso fácil a una gran variedad de personalidades y opiniones diversas.

Por otra parte, las nuevas teorías de aprendizaje enfocadas más en el alumno y el proceso de aprendizaje, y no tanto en el profesor y el proceso de enseñanza, se ven muy beneficiadas en estos medios, siempre y cuando se utilicen bajo los principios del aprendizaje significativo y atendiendo a los postulados del aprendizaje socio constructivo.

2.2.3 El impacto tecnológico en el desarrollo cognitivo de personas con TEA

Es un hecho que hoy en día las tecnologías de la información (TIC) están influenciando en gran medida al desarrollo cognitivo de personas en situación de discapacidad y, consecuentemente, en quienes presentan TEA (Moore, Cheng, McGrath y Powell, 2005). Esto principalmente se puede deber a que cómo la persona autista presta más atención a los estímulos visuales (Kana et al., 2006, Gaffrey et al, 2007), al utilizar dispositivos móviles, computadores o tables que presentan una interfaz visual, intuitiva, táctil y sencilla, permiten una interacción cómoda y directa, en un ambiente, además, donde siempre se presenta una respuesta unívoca recibida por el dispositivo (si toco una tecla obtengo una respuesta). Por otra parte, varios estudios confirman que la música es un buen complemento para los apoyos visuales y una herramienta eficaz para fomentar la atención conjunta (Reitman, 2005), las conductas comunicativas (Edgerton, 1994), las interacciones y las relaciones sociales (Ulfarsdottir y Erwin, 1999), como refuerzo educativo (Standley,

1996), como facilitador y reforzador para incrementar la respuesta verbal en niños con una comunicación verbal limitada (Braithwaite y Sigafoos, 1998), para el desarrollo del lenguaje, conceptos cognitivos, habilidades motoras y conducta en programas de intervención temprana (Standley y Hughes 1996), para aumentar el reconocimiento de palabras, identificación de iconos, conceptos dibujados, habilidades pre-verbales en intervención temprana (Register, 2001), y para organizar y estructurar la información (Claussen y Thaut, 1997). Esto sin duda alguna abre una cantidad importante de posibilidades para desarrollar herramientas que favorezcan al desarrollo cognitivo de personas con TEA.

A día de hoy, ya se tiene constancia de una gran variedad de proyectos y herramientas que están cambiando la forma de trabajar con las personas con TEA, ya sea con el uso de la informática como medio terapéutico y educacional (de la Vega, Koon, 2012), como conjunto de video juegos educativos para niños y adultos con TEA (Herrera, Casas, Sevilla, Rosa, Pardo, Plaza, Jordan, Le Groux, 2012), con herramientas multimedia y de realidad virtual para el desarrollo de habilidades sociales (Golan y Baron-Cohen, 2006; Parsons, Mitchell y Leonard, 2005), para el desarrollo de la comunicación (Miller et al., 2006), para el desarrollo de juegos de ficción (Herrera et al., 2008), por citar algunos casos.

Todo esto es posible gracias a los grandes beneficios que aportan las tecnologías de la información y comunicación (TIC), tanto para la enseñanza como para el aprendizaje del alumno con TEA. En cuanto a la enseñanza, las TIC son de gran importancia gracias a su flexibilidad, adaptabilidad y versatilidad. Pueden adecuarse a las características del niño con TEA, favoreciendo de esta manera, una mayor individualización y ritmos de aprendizaje diferentes (Lozano, Ballesta, Cerezo, Alcaraz, 2013). Así, facilitan la implementación de adaptaciones curriculares personalizadas dentro de una misma actividad para un grupo y, además, son un elemento de aprendizaje activo ya que implican refuerzos y motivaciones importantes en el desarrollo de los aprendizajes.

En cuanto al aprendizaje, las TIC hacen posible la consecución de objetivos educativos (Bölte et al., 2002), ya que el alumno con TEA presenta una afinidad natural para el trabajo con las TIC (Lehman, 1998). En consecuencia, a la gran mayoría de niños les atraen los medios digitales u aparatos electrónicos, pero los alumnos con TEA los pueden encontrar mucho más interesantes (Kana et al., 2006, Gaffrey et al, 2007), esto debido a sus cualidades visuales en el procesamiento de la información citadas anteriormente.

Otros estudios (Hardy, Ogden, Newman & Cooper, 2002; Moore & Taylor, 2000; Neale, Leonard & Kerr, 2002) han demostrado que las TIC brindan un entorno controlando al alumnado con TEA, pues ayudan a organizar y estructurar el ambiente de interacción del niño al configurarse como un medio muy predecible, ofreciendo a su vez contingencias comprensibles para el alumno. De esta forma, tomando en cuenta la gran cantidad de

variables que en la realidad el niño con TEA debe atender, los aportes informáticos brindan más tiempo para poder identificar una situación dada y lograr componer una respuesta correcta. A su vez, contribuyen a una atención educativa personalizada, ya que permiten el desarrollo de actividades de aprendizaje adaptadas según las necesidades educativas del niño, beneficiando así el trabajo autónomo. Otro punto muy importante que considerar es que las TIC “tienen la potencialidad de constituirse como un esfuerzo positivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumno con TEA” (Lozano, et al., 2013), ya que pueden permitir hasta un cierto grado de error y presentar modos de corrección que pueden disminuir la frustración ante los errores y, además, presentar la posibilidad de repetir tareas. Esto gracias a que se permite la repetición de tareas de aprendizaje y de las acciones favoritas del niño.

Existen investigaciones (Parsons, Leonard y Mitchell, 2006) que han demostrado que las actividades presentadas en un entorno digital pueden incentivar y motivar el aprendizaje del alumnado con TEA al presentar estímulos multisensoriales (más que nada visuales) que contribuyen a un aprendizaje divertido e interesante para el alumno.

Continuando estas conclusiones, se tiene que el software educativo permite, de una manera más simple, entablar interacciones y conversaciones (Demarest, 2000). Además, estudios afirman que el uso de computadores puede fomentar la conciencia de uno mismo y de otros, contribuir a tener un deseo de mostrar logros personales y aumentar la cooperación (Murray y Lesser, 1999). También, pueden beneficiar la adaptación del niño con TEA para trabajar con nuevos compañeros y docentes. Un punto muy importante que considerar es que se comprobó que a los niños con TEA les atraía en los videojuegos los efectos sonoros y la música, el ser guiados por personajes-guía animados y aquellos juegos que pudieran ser controlados por ellos mismos (Lehman, 1998). Si bien los videojuegos no fueron creados inicialmente con ese propósito, existen casos donde se han utilizado como una forma de fisioterapia y/o terapia ocupacional en muchos grupos diferentes de personas (Griffiths, 2003), tanto para quienes presentan dificultades en el aprendizaje como para quienes se muestran emocionalmente perturbados.

En resumen, los caminos que abren las TIC para trabajar aspectos relacionados con las competencias sociales y emocionales, además de mejorarlos, tienen la gran contribución de incentivar al niño, permitirle tener el control y, además, proporcionarle un interés compartido por sus compañeros. Como resultado de su uso, el niño con TEA puede llegar a tener más y/o mejores oportunidades de interactuar con otros niños y, consecuentemente, aumentar su autoestima. En pocas palabras, los dispositivos digitales y el software educativo pueden tender un puente importantísimo hacia el mundo social y emocional para los niños con TEA.

2.3 Interfaz humano computador (HMI)

2.3.1 Concepto

La interfaz humano computador, hombre máquina o también llamadas HMI por sus siglas en inglés, Human Machine Interface, es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina (Salichs, J., 2015). Antiguamente estos sistemas consistían en paneles formados por comandos e indicadores, tales como indicadores digitales y análogos, pulsadores, registradores, selectores, luces piloto, entre otros, los cuales se interconectaban con el proceso o máquina. Hoy en día, gracias a que los procesos y máquinas en general son implementadas con controladores u otros dispositivos electrónicos capaces de dejar puertas de comunicación, se han podido utilizar sistemas HMI bastante más poderosos y eficaces (Cobo, 2008), además de brindar una conexión más económica y sencilla a los procesos o máquinas.

La HMI brinda una interfaz de visualización y control entre el ser humano y una máquina, proceso, dispositivo u aplicación (Barrios, Galeano, 2014). La cual, a su vez, nos permite monitorizar, controlar, diagnosticar y gestionar una aplicación.

La interfaz humano-computador está formada por 2 componentes:

- Entrada: Por donde el usuario humano comunica u ordena a la máquina que hacer, o también por donde puede configurarla en caso de ser necesario.
- Salida: Mediante la cual la máquina informa o mantiene actualizado al usuario del avance de los comandos ejecutados, o donde se permite al usuario ejecutar comandos en un espacio físico. El ejemplo más simple son las pantallas para mostrar información.

Una buena interfaz se caracteriza por ser accesible, funcional, lógica y agradable al usar. Sin embargo, lograr esto requiere un gran esfuerzo, ya que es necesario un conocimiento profundo de cómo el ser humano interactúa con el medio ambiente, además de un conocimiento de la psicología del diseño de interfaces de una forma que sea accesible a un amplio espectro de los seres humanos.

2.3.2 Tipos de HMI

Descartando el método tradicional, se pueden distinguir básicamente dos tipos de HMIs:

- Terminal de Operador, trata de un dispositivo, mayormente hecho para ser instalado en ambientes agresivos, el en el cual se presentan solamente dos despliegues alfanuméricos, numéricos o gráficos (Barrios, Galeano, 2014). También pueden ser con pantalla táctil (touch screen), la cual es una la tecnología adaptativa para los usuarios teniendo la dificultad de llevar ratones, teclados y dispositivos externos (Saikiran, 2014).
- PC + Software, consiste en otro medio basado en un PC donde se carga un software adecuado para la aplicación (Barrios, Galeano, 2014).

2.3.3 Problemas actuales en el desarrollo de las HMI

Dado la gran importancia que ha logrado tomar la informática en la sociedad, además de la considerable manifestación que ha ganado el computador, se han presentado nuevos problemas en el diseño de interfaces de usuario.

Uno de los principales problemas que se presentan es en la construcción de software usable, donde la usabilidad es una cualidad que va de la mano con la interfaz de la aplicación. Es importante remarcar que uno de los objetivos más importantes en la construcción de interfaces de usuario es el desarrollo de sistemas usables, esto tomando en cuenta que la usabilidad de todo software tiene que estar definida por el grado de satisfacción que el usuario presente al utilizar la aplicación. En otras palabras, una interfaz de usuario que sea fácil de aprender, fácil de memorizar, eficiente en cuanto al uso, capaz de minimizar los posibles errores cometidos por el usuario, y que logre la satisfacción del usuario, también se puede establecer como una interfaz usable (Nielsen, 1993). Esto quiere decir que para una buena usabilidad es imprescindible tomar en cuenta, dentro del diseño de interfaz, a los usuarios que van a utilizar el sistema, desencadenando así en una tarea muy compleja. Por ello es crucial involucrar al usuario desde las etapas más tempranas en el proceso del desarrollo de la interfaz, para lograr así la mejor usabilidad posible del producto final (Acosta, Zambrano, 2006). Resumiendo, es la usabilidad la responsable de las mayores fuentes de iteraciones dentro del diseño de interfaz, para lo cual se debe invertir un considerable esfuerzo y gasto de tiempo por parte del equipo de desarrollo de software.

Otro desafío importante se presenta en el carácter multidisciplinario de los equipos de desarrollo. Se quiera o no, la HMI es un área de naturaleza multidisciplinaria, donde para un buen desarrollo de interfaces de usuario se requiere de un equipo de trabajo capacitado, en el cual se incluyen especialistas en IHC e ingeniería de software, especialistas en el dominio de la aplicación, y quizás, especialistas en otras áreas, todo esto contando con la participación del usuario final. Es el trabajo en conjunto de los especialistas junto a los usuarios finales lo que va a llevar a flote la producción de un software usable, sin embargo, los problemas de comunicación existen, y pueden presentarse entre los miembros de un equipo incluso de especialistas debido a que, generalmente, se pueden utilizar diferentes “idiomas” entre los individuos del equipo dependiendo de su experiencia y profesión, llevando a confusiones y desentendimientos. En la mayoría de las veces, esto sucede debido a que no fluye una correcta comunicación entre los miembros, donde cada uno tiene su forma de interpretar, solución, y explicar un problema en base a su experiencia y conocimientos.

La integración entre la Ingeniería de Software y la Interacción Humano-Computador es otro punto fundamental, donde es en la ausencia de dedicación al desarrollo de interfaz de usuario en los métodos de desarrollo de software más conocidos y usados (métodos orientados a objetos) donde se manifiesta la falta de integración entre la Ingeniería de Software y la Interacción Humano-Computador. Dado esto, gran parte de los métodos utilizados actualmente dan especial énfasis en el desarrollo de la interfaz de usuario, pero adolecen de un tratamiento que integre el desarrollo de la aplicación y de la interfaz.

2.3.4 Herramientas para el desarrollo de las HMI

De entre las herramientas más prácticas y versátiles para el desarrollo de una buena HMI, están:

- Bootstrap: Es un framework de Twitter para desarrollo de aplicaciones web, basado en los últimos estándares de desarrollo de HTML5, CSS3 y JavaScript/JQuery, además de permitir plugins de jQuery para validar entrada de datos, visualización tablas, grafos, entre otros (Pavón, 2013-14). Unos de los grandes puntos a considerar de esta herramienta es su sencillez y ligereza (puede bastar con un fichero CSS y uno JavaScript), además de presentar una curva de aprendizaje baja, permitiendo así una mejor productividad y, consecuentemente, mejor uso del tiempo. Otra gran ventaja es que Bootstrap es compatible con todos los navegadores habituales (Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera,

entre otros) donde cualquier aparato electrónico con acceso a internet y uso de estos navegadores puede sacar provecho de este framework, lo que nos lleva a otra ventaja importante, el “Responsive web design”, en otras palabras, un diseño de página web para que el usuario las visualice perfectamente tanto en un celular, tableta o monitor, donde la página web siempre se adaptará al hardware utilizado, permitiendo así cubrir un gran rango de dispositivos, lo cual viene perfecto para trabajar más cómodamente con niños con TEA.

Agregar también que HTML5 es la última versión de HTML, el cual es un lenguaje de programación utilizado en el desarrollo de páginas web. Su sigla es “HyperText Markup Language”, la cual significa “Lenguaje de Marcas de Hipertexto”. Provee básicamente tres características: estructura, estilo y funcionalidad (Gauchat, 2012). Nunca fue declarado oficialmente, pero, incluso cuando la especificación completa de CSS3 y algunas APIs (Interfaz de Programación de Aplicaciones) no son parte del mismo, HTML5 es considerado el producto de la combinación de HTML, CSS y Javascript, donde estas 3 tecnologías son altamente dependientes y actúan como una sola unidad organizada bajo la especificación de HTML5. Cada uno de estos lenguajes se ocupa de una función en la página, HTML está a cargo de la estructura, CSS presenta esa estructura y su contenido en la pantalla y Javascript hace el resto.

- Unity: Es una potente herramienta capaz de integrar diseño, arte, sonido y programación, todo bajo una misma interfaz. Muy conocido y usado por ser un motor gráfico capaz de proporcionar, entre otras cosas, un editor de escenas, motor de sonido, motor de físicas, gestión de input entrada, scripting, ampliación con plugin y librerías, entre otros. Además de permitir la creación del diseño de juegos sencillos en cuestión de días, e incluso horas (Jiménez, 2015).

En pocas palabras, un motor gráfico (o de juegos) es una herramienta que proporciona facilidades al usuario para poder desarrollar sus propios juegos, facilitando la integración de gráficos, así como su uso y modificación. Deja más simple la inserción de sonidos en el juego, y por supuesto, simplifica en cierta manera las laboriosas tareas de programación.

Uno de los grandes motivos por los que se puede optar por Unity, es que es una herramienta multiplataforma de modo que puedes desarrollar para PC, Mac, Linux, Android, iOS, Windows Phone, Web, e incluso para consola (PS3 y PS4, Wii y WiiU, Xbox360, XboxOne, entre otras).

3 Marco Metodológico

3.1 Planteamiento del problema

Cómo ya se mencionó anteriormente, el trastorno del espectro autista (TEA) es una condición neurológica y de desarrollo que se manifiesta en la infancia, dura toda la vida (Zander, 2004), y se caracteriza por presentar varias limitaciones en el desarrollo cognitivo (Tomás, Almenara, 2007), tanto en la capacidad imaginativa, en el comportamiento, la comunicación como la interacción social recíproca.

Durante años, se han estado estudiando e implementando estrategias y métodos de enseñanza para lograr los mejores resultados en el aprendizaje escolar de los niños con TEA. Un claro ejemplo de esto es el método TEACCH, caracterizado por estar pensado para todas las personas con TEA, independientemente de la edad o el grado de desarrollo intelectual que posea, además de estar enfocado en actividades más que nada visuales (pictogramas, rompecabezas, etc) donde no se presenten posibles distractores y bajo las mejores condiciones posibles para el niño (Cuadrado, 2015).

Es de esperarse que, con todas las herramientas disponibles hoy en día, las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han estado jugando un papel muy importante en la enseñanza de las personas con TEA, influenciando en gran medida a su desarrollo cognitivo (Moore, Cheng, McGrath y Powell, 2005). Esto gracias principalmente a la atención que la persona con autismo le presta a los estímulos visuales (Kana et al., 2006, Gaffrey et al, 2007), al utilizar tablets, computadores o dispositivos móviles que presentan una interfaz visual, intuitiva, táctil y sencilla, permitiendo así una interacción cómoda y directa, en un ambiente, además, donde siempre se presenta una respuesta unívoca recibida por el dispositivo (si toco una tecla obtengo una respuesta).

En la revista RUEDE se afirma que “actualmente, existe una gran cantidad de software orientado al ámbito de la educación en sus distintos niveles” (Moralejo, L., Sanz, C., Pesado, P., 2014, pp 87), además, el Anuario de psicología Clínica y de Salud (Herrera, G., Casas, X., Sevilla, J., Rosa, L., Pardo, C., Plaza, J., Jordan, R., Le Groux, S., 2012) asegura que las tecnologías de la información y comunicación (TIC) son cada vez más utilizadas para el desarrollo cognitivo de las personas con trastornos del espectro autista (TEA).

Sin embargo, una de las dificultades, es que su utilización para este fin requiere desarrollos muy personalizados que van a ser utilizadas en casos muy particulares (Moralejo et al., 2014), es decir, por colectivos poco numerosos. Esto debido a que, pese a que las personas con TEA aprenden mejor con apoyo visual y/o auditivo, esto no significa que todas las

herramientas que cumplan con estas condiciones sirvan para el aprendizaje cognitivo en cada caso en particular, según el documento “El computador¹ en la intervención de niños y adolescentes con autismo” las herramientas tienen que presentar un lenguaje adecuado y al nivel de atención del autista, además de mensajes claros, simples y precisos (De la Vega, E., Koon, R., 2012), cosa que no siempre se cumple. Por esto, en este trabajo se pretende analizar y emplear tecnologías de la información (TI) que puedan beneficiar el desarrollo cognitivo de estas personas.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo General

El objetivo general de esta tesis es generar una estrategia para el desarrollo cognitivo de personas con trastornos del espectro autista, con énfasis en la interfaz humano computador.

3.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos se tiene:

1. Analizar los estudios relacionados al uso de tecnología para atender a personas en situación de discapacidad.
2. Diseñar una estrategia de interfaz humano computador para atender niveles del TEA.
3. Validar la estrategia de interfaz humano computador.

¹ En el documento original se utiliza la palabra “computadora”.

3.3 Estructura de la Estrategia HMI (Hipótesis)

Primero que nada, hay que aclarar que la idea de la estrategia es que sea utilizada por una persona con TEA acompañada de un terapeuta o especialista en esta área, es decir, va más dirigida cómo una herramienta de enseñanza con ayuda externa que de uso individual. No obstante, no hay ningún inconveniente en que la persona con TEA quiera explorarlo por su cuenta en caso de llamar su atención.

Para la realización de esta estructura de interfaz humano computador (HMI) enfocada en el desarrollo cognitivo de personas con TEA, se planteó, primero que nada, el objetivo de ayudar al usuario, mediante una secuencia de actividades, a asociar el significado de un pictograma a través de fotos reales y sonidos. Donde siempre y en todo momento, se muestre una interfaz sencilla e intuitiva, presentando mensajes simples, claros y precisos, con un lenguaje adecuado y al nivel de atención de una persona autista. Dejando bien en claro cuál es el inicio, desarrollo y final de una actividad, logrando así, una buena explicación al usuario de que tiene que hacer.

Los temas que tratar en las secuencias de actividades pueden variar, pudiendo ir tanto desde animales, señales de tráfico o incluso sus utensilios escolares. Lo que importa, es que el usuario complete al menos una secuencia de actividades con un tema en particular.

Sumado a todo esto, las salidas tienen que ser con refuerzo positivo, es decir, siempre estar motivando al usuario a seguir participando, ya que, al no poder tolerar la frustración, la persona autista podría bloquearse y dejar la actividad en caso de equivocarse. Para lo cual se busca utilizar sonidos motivacionales, cómo un “vamos, tú puedes” o frases de este tipo, y así mantener animado al usuario a continuar. Esto en las actividades de aprendizaje con error, donde existe la posibilidad de equivocarse.

En sí, la estructura de la estrategia consta de 4 actividades, donde al seleccionar un tema, son realizadas en el siguiente orden:

- Onomatopeya: La primera actividad trata de asociar una imagen (foto real) a un sonido, el cual puede ser una palabra u onomatopeya, donde al interactuar con esa imagen, ésta cambia a otra que representa exactamente lo mismo y, una vez cambiada, se reproduce un sonido asociado al tema, cómo el nombre de un animal o el sonido que emite. Una vez realizado esto con todas las imágenes del tema, se muestran todas en pantalla y se emite el sonido representativo. Esta actividad presenta un aprendizaje sin error, donde el usuario no puede equivocarse. Ahora el usuario está listo para pasar a la siguiente actividad.

- **Discriminación Auditiva:** Una vez realizado el ejercicio anterior, se procede a identificar el tema según su sonido. Para ello, se muestran en pantalla varias imágenes y se reproduce su sonido representativo, donde algunas imágenes son del tema y otras no. Para completar la actividad el usuario tiene que seleccionar las imágenes asociadas al tema guiado por el sonido y lo que trabajó en la actividad anterior. La cantidad de imágenes mostrada en pantalla también será limitada a lo que el especialista en TEA desee conveniente, para evitar que la actividad sea muy compleja o difícil para algunos niños, y de esta forma sea más fácil trabajar. Otra solución posible también sería que se realice la actividad con la mitad de las imágenes (o un número reducido) en pantalla, y a medida que se va avanzando valla mostrando otros grupos, como un sistema de niveles o etapas. Una vez realizada esta actividad que disponible la siguiente. Cabe destacar que en esta actividad se utiliza el aprendizaje con error, donde la persona con TEA puede equivocarse, para lo cual hay que evitar frustraciones con mensajes lo más positivos posible.
- **Discriminación Semántica:** Esta actividad tiene el mismo principio que la anterior, se presentan varias imágenes en pantalla, donde algunas son del tema seleccionado y otras no. Sin embargo, ahora el usuario debe arrastrar las imágenes correspondientes dentro de un área dada, donde se representa el tema con alguna imagen (semitransparente) o color. Una vez arrastradas todas las imágenes correspondientes, quedando el área sólo con imágenes del tema, se reproduce el sonido representativo y se destraba la última actividad. Igual que la actividad anterior, se presenta aprendizaje con error.
- **Pasaje de Foto a Pictograma:** Una vez realizadas todas las actividades anteriores, se procede a la actividad final. Donde se presentan en pantalla cada una de las imágenes del tema trabajadas en las actividades anteriores, y el usuario debe interactuar con cada una de ellas, para que así, se reproduzca el sonido representativo del tema y la imagen (foto real) pase a mostrarse como un pictograma. De esta forma, la persona con autismo asociaría el sonido y las fotos de las actividades anteriores con el pictograma mostrado en este último ejercicio. Una vez hecho esto con todas las fotos, se puede dar por finalizada la actividad y, cómo la primera actividad, se presenta aprendizaje sin error.

Por último, decir que la implementación de esta estrategia será cómo una aplicación web (App web) la cual se pueda utilizar desde cualquier aparato electrónico con un navegador y acceso a internet. El nombre de la app sería “Pictolmagen”.

3.4 Análisis de Requerimientos

La realización de los requisitos se hizo junto al fonoaudiólogo Álvaro Rodríguez Leal y la especialista en TEA Loreto Henríquez Durán, con los que se hicieron diversas reuniones para generar una lluvia de ideas y posteriormente establecer los requisitos.

3.4.1 Requerimientos funcionales

- Registro de Temática (código, nombre, imagen).
- Registro de Tema (código, nombre, imagen, temática).
- Registro de Tipo Actividad (código, nombre, url página, url, imagen).
- Registro de Actividad (código, nombre, tipo actividad).
- Registro de Cuadro (código, actividad, imagen).
- Registro de Imagen (código, url de la imagen, url del sonido asociado).
- Registro de Tipo Usuario (código, nombre).
- Registro de Usuario (id, contraseña, tipo usuario).
- Registro de Historial (cuadro, actividad, usuario, fecha).
- Generar Reporte de Historial.
- Generar Reporte de interacciones a cuadros realizadas.

3.4.2 Requerimientos no funcionales

- Control de acceso a usuario.
- El sistema tendrá una interfaz con un lenguaje adecuado y al nivel de atención del autista, además de mensajes claros, simples y precisos.
- Disponibilidad 24/7.
- El sistema presentará salidas con refuerzo positivo, es decir, con sonidos motivacionales cómo “vamos, tú puedes” o frases de este tipo.

3.4.3 Requerimientos de implementación

- El sistema debe ser web y adaptable tanto para celular, Tablet como computador.

3.5 Herramientas de desarrollo

En cuanto a las herramientas de software, se optó por Bootstrap, ya que al tener una curva de aprendizaje baja y el “Responsive web design”, resulta adecuado desde nuestro punto de vista para desarrollar la aplicación con la mejor inversión de tiempo y que será utilizada en una gran variedad de dispositivos.

Herramienta	Nombre
Documentación	Microsoft Office 365 Pro-Plus
Lenguaje de Programación	HTML5 CSS3 JavaScript PHP 7
Base de Datos	My SQL
Editor de texto IDE	Netbeans 8.2 Atom 1.32.0 x64

Tabla 1:Herramientas de software Fuente: Elaboración propia

En cuanto al Hardware, se compone por 2 computadores, donde uno es una laptop y el otro un PC de escritorio.

Computador	Sistema Operativo	Procesador	RAM
Laptop	Windows 8.1 x64	AMD® Turion™ X2 Dual-Core Mobile RM-72 2.10GHz	4GB
Desktop	Microsoft Windows 10 Pro x64	Intel® Core™ i5 8600 CPU @ 3.10GHz, 3096Mhz, 6 cores	16GB

Tabla 2: Herramientas de hardware Fuente: Elaboración propia

3.6 Casos de uso

Un caso de uso se define como un “conjunto de acciones realizadas por el sistema que dan lugar a un resultado observable” (García, García, 2017-18). Permiten describir los pasos a realizar para completar un proceso, además de poder indicar que pre y post condiciones son necesarias para entrar o finalizar el caso de uso. También nos muestra que entidades están relacionadas e indica el uso que un actor(usuario) hace del sistema.

Los casos de uso están formados por:

- Título/Nombre: Nombre del caso de uso.
- Actores: Se refiere a que entidades intervienen en el caso de uso. En el caso de una aplicación de aprendizaje interactiva para personas con TEA solo se tiene una entidad, el estudiante o jugador.
- Descripción: Razón de ser del caso de uso. Se explica en orden y detalle que tareas se realizan en el caso de uso.
- Precondición: Condición necesaria para comenzar el caso de uso.
- Postcondición: Condición que se debe cumplir al finalizar el caso de uso.

Para la aplicación web se utilizaron 11 casos de uso.



Ilustración 1: Diagrama de casos de uso

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las partes de cada caso de uso.

Caso de Uso	Selección de Temática
Actores	Jugador, Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página “Selección de Temática”.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar las temáticas disponibles. Se selecciona una de las temáticas.
Excepciones	
Postcondiciones	Temática seleccionada.

Tabla 3: Caso de Uso “Selección de Temática” Fuente: Elaboración propia

Caso de Uso	Selección de Tema
Actores	Jugador, Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página “Selección de Tema”.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar los temas disponibles. Se selecciona un tema.
Excepciones	
Postcondiciones	Tema seleccionado.

Tabla 4: Caso de Uso “Selección de Tema” Fuente: Elaboración propia

Caso de Uso	Selección de Actividad
Actores	Jugador, Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página “Selección de Actividad”.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar actividades. <ul style="list-style-type: none"> Opc1: Onomatopeya. “Caso n°4 – “Onomatopeya” . Opc2: Discriminación Auditiva. “Caso n°5 – Discriminación Auditiva” . Opc3: Discriminación Semántica. “Caso n°6 – Discriminación Semántica” . Opc4: Pasaje de Foto a Pictograma. “Caso n°7 – Pasaje de Foto a Pictograma” . Se selecciona una actividad.
Excepciones	
Postcondiciones	Actividad seleccionada

Tabla 5: Caso de Uso “Selección de Actividad” Fuente: Elaboración propia

Caso de Uso	Onomatopeya
Actores	Jugador, Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página “Onomatopeya”.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar los cuadros de foto del tema. Se interactúa con cada cuadro de foto. Cambiar la foto del cuadro de foto interactuado. Reproducir sonido característico.
Excepciones	
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> Actividad Onomatopeya completada. Botón “siguiente” disponible.

Tabla 6: Caso de Uso “Onomatopeya” Fuente: Elaboración propia

Caso de Uso	Discriminación Auditiva
Actores	Jugador, Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página “Discriminación Auditiva”.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar los cuadros de foto (tanto del tema seleccionado como no). Reproducir sonido característico del tema (cada X segundos). Se interactúa con cada cuadro de foto del tema. E1 Pintar el cuadro de foto interactuado correctamente.
Excepciones	E1 . Foto incorrecta. Se un sonido motivador.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> Actividad Disc. Auditiva completada. Botón “siguiente” disponible.

Tabla 7: Caso de Uso “Discriminación Auditiva” Fuente: Elaboración propia

Caso de Uso	Discriminación Semántica
Actores	Jugador, Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página “Discriminación Semántica”.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar área vacía. Mostrar cuadros de foto (tanto del tema elegido como de otros). Se arrastran cuadros de fotos correspondientes al tema hacia el área (una foto a la vez). E1 Mover foto al área. Reproducir sonido característico.
Excepciones	E1 . Foto incorrecta. Se reproduce sonido motivador.
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> Actividad Discriminación Semántica completada. Botón “siguiente” disponible.

Tabla 8: Caso de Uso “Discriminación Semántica” Fuente: Elaboración propia

Caso de Uso	Pasaje de Foto a Pictograma
Actores	Jugador, Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página “Pasaje de Foto a Pictograma”.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar cuadros de foto del tema. Se interactúa con cada cuadro de foto. Cambiar las fotos de los cuadros de fotos a pictogramas (un cuadro de foto por interacción) Reproducir sonido característico (por interacción).
Excepciones	
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> Pasaje de Foto a Pictograma completada. Botón “Temática” disponible.

Tabla 9: Caso de Uso “Pasaje de Foto a Pictograma” Fuente: Elaboración propia

Caso de Uso	Generación de reportes
Actores	Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página principal. El usuario debe estar identificado dentro del sistema con sus credenciales de acceso (usuario y contraseña).
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar los tipos de reportes a elegir: <ul style="list-style-type: none"> Op1: Generación Reporte Historial. “Caso n°10 – “Generación Reporte Historial” . Op2: Generación Reporte Temas hechos por Usuarios. “Caso n°11 – Generación Reporte Temas hechos por Usuarios” . Selecciona el tipo de reporte a generar
Excepciones	
Postcondiciones	El reporte es gestionado.

Tabla 10: Caso de Uso “Generación de reportes” Fuente: Elaboración propia

Caso de Uso	Generación Reporte Historial
Actores	Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página “Reporte Historial”.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar los espacios de texto para llenar: <ul style="list-style-type: none"> Esp1: Buscar Mostrar las opciones de acciones a elegir. <ul style="list-style-type: none"> Opc1: Buscar Opc2: Imprimir Opc3: Volver Mostrar tabla con los cuadros, actividades, temas y fechas. Busca un cuadro, actividad, tema o fecha. E1 Selecciona la opción de imprimir una vez generado el reporte.
Excepciones	E1 . Mensaje: No se encontraron registros coincidentes.
Postcondiciones	Reporte Historial generado.

Tabla 11: Caso de Uso “Generación Reporte Historial”

Fuente: Elaboración propia

Caso de Uso	Generación Reporte Cantidad de interacciones realizadas
Actores	Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página “Cantidad de interacciones realizadas”.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar un espacio de texto para llenar: <ul style="list-style-type: none"> Esp1: Buscar Mostrar las opciones de acciones a elegir. <ul style="list-style-type: none"> Opc1: Buscar Opc2: Imprimir Opc3: Volver Busca un tema, actividad o número que represente una cantidad de interacciones dada. E1 Selecciona la opción de imprimir una vez generado el reporte.
Excepciones	E1 . Mensaje: No se encontraron registros coincidentes.
Postcondiciones	Reporte Cantidad de interacciones realizadas generado.

Tabla 12: Caso de Uso “Generación Reporte Cantidad de interacciones realizadas”

Fuente: Elaboración propia

Caso de Uso	Gestión de Usuario
Actores	Especialista
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación debe estar abierta en la página “Gestión de Usuario”.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> Mostrar los espacios de texto para llenar: <ul style="list-style-type: none"> Esp1: Buscar Mostrar las opciones de gestión a elegir. <ul style="list-style-type: none"> Opc1: Crear usuario Opc2: Eliminar usuario Opc3: Modificar usuario Opc4: Volver Mostrar tabla con todos los usuarios (nombre, contraseña y tipo). Busca un usuario (opcional). E1 Se selecciona un de las opciones. Se procede a ingresar los datos necesarios para la creación, eliminación o modificación del usuario. Se genera el registro o eliminación de usuario.
Excepciones	E1 . Mensaje: No se encontraron registros coincidentes.
Postcondiciones	Usuario gestionado

Tabla 13: Caso de Uso “Gestión de Usuario” Fuente: Elaboración propia

3.7 Modelo de objetos del análisis

A continuación, se presenta el modelo de objetos del análisis.

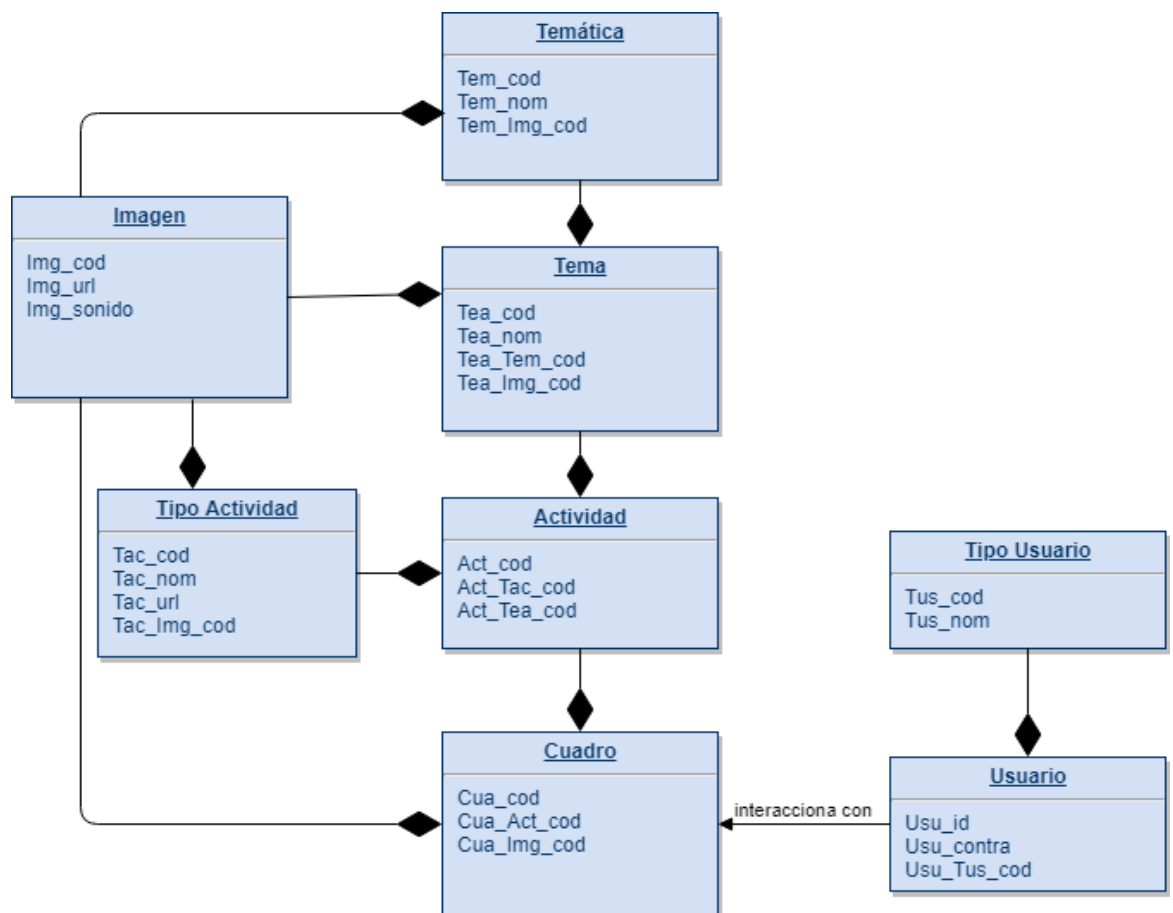


Ilustración 2: Modelo de objetos del análisis

Fuente: Elaboración propia

3.8 Modelamiento de datos

3.8.1 Diagrama de estructura de datos (DED)

A continuación, se muestra el DED, con todas sus respectivas tablas y la forma en la que están relacionadas.

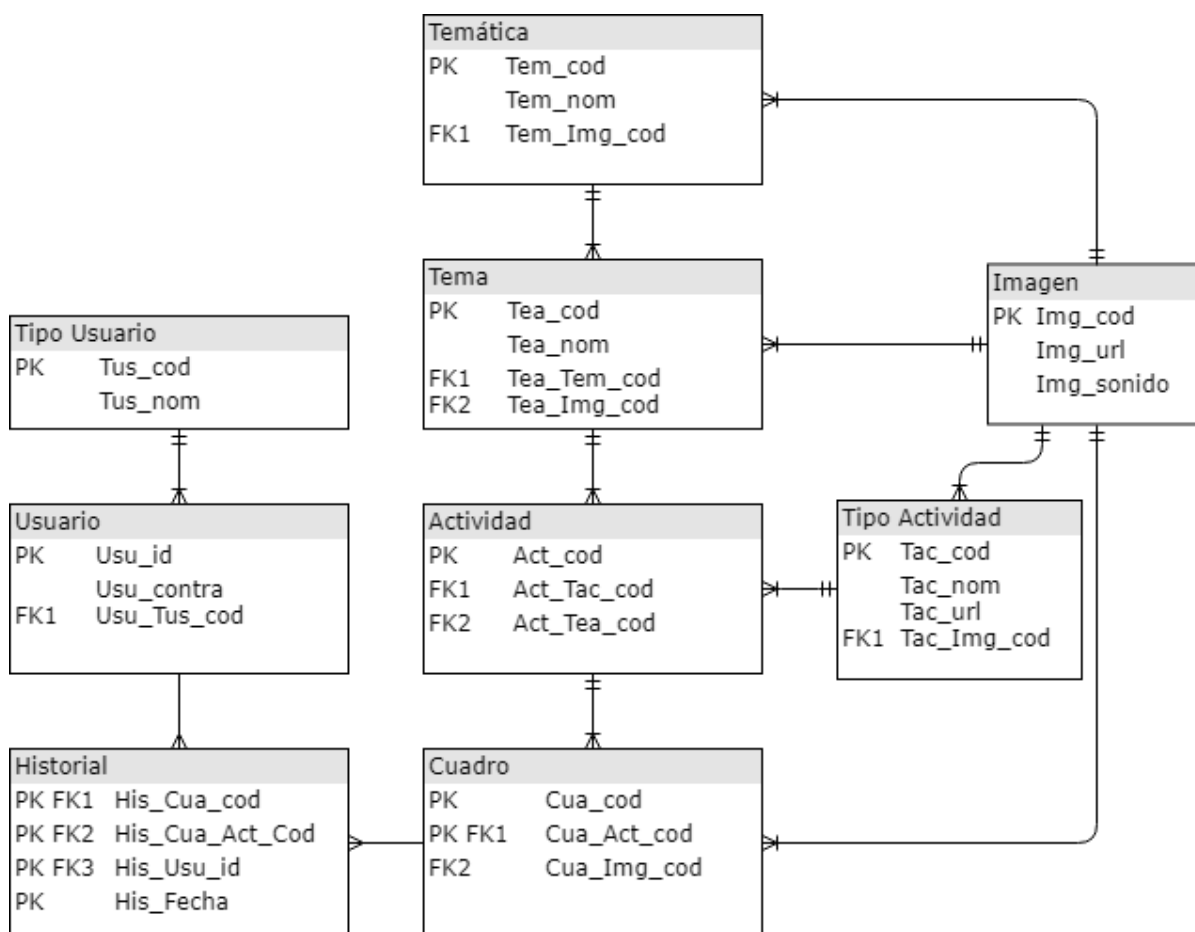


Ilustración 3: Diagrama de estructura de datos (DED) Fuente: Elaboración propia

3.8.2 Diccionario de Datos

A continuación, se presentan las especificaciones de atributos de cada tabla mostrada en el DED, presentando las características de cada atributo y 1 ejemplo por tabla.

Tabla	Imagen
Descripción	Imágenes para utilizar
Dueño	PictolImagen

Nombre	T	L	PK	FK	Ref.	Null
Img_cod	I	3	X			X
Img_url	S	300				X
Img_sonido	S	300				X

Tabla 14: Tabla Imagen

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de registro:

- 10, assets/images/Tematica/Animales/Leon/Leon.png, assets/sonidos/lion1.mp3

Tabla	Temática
Descripción	Temáticas para utilizar
Dueño	PictolImagen

Nombre	T	L	PK	FK	Ref.	Null
Tem_cod	I	2	X			X
Tem_nom	S	75				X
Tem_img_cod	I	3		X	Imagen(Img_cod)	X

Tabla 15: Tabla Temática

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de registro:

- 01, Animales, 1

Tabla	Tema
Descripción	Temas para utilizar
Dueño	PictolImagen

Nombre	T	L	PK	FK	Ref.	Null
Tea_cod	I	3	X			X
Tea_nom	S	75				X
Tea_Tem_cod	I	2		X	Temática(Tem_cod)	X
Tea_img_cod	I	3		X	Imagen(img_cod)	X

Tabla 16: Tabla Tema

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de registro:

- 10, León, 1, 10

Tabla	Tipo Actividad
Descripción	Tipos de Actividades
Dueño	PictolImagen

Nombre	T	L	PK	FK	Ref.	Null
Tac_cod	S	2	X			X
Tac_nom	S	75				X
Tac_url	S	300				X
Tac_img_cod	I	3		X	Imagen(img_cod)	X

Tabla 17: Tabla Tipo Actividad

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de registro:

- on, Onomatopeya, onomatopeya.php, 96

Tabla	Actividad
Descripción	Actividades disponibles
Dueño	PictolImagen

Nombre	T	L	PK	FK	Ref.	Null
Act_cod	I	4	X			X
Act_Tac_cod	S	2		X	Tipo Actividad(Tia_cod)	X
Act_Tea_cod	I	3		X	Tema(Tem_cod)	X

Tabla 18: Tabla Actividad Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de registro:

- 10, on, 10

Tabla	Cuadro
Descripción	Cuadros disponibles
Dueño	PictolImagen

Nombre	T	L	PK	FK	Ref.	Null
Cua_cod	I	2	X			X
Cua_Act_cod	I	4	X	X	Actividad(Act_cod)	X
Cua_Img_cod	I	3		X	Imagen(Img_cod)	X

Tabla 19: Tabla Cuadro Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de registro:

- 1, 10, 101

Tabla	Tipo Usuario
Descripción	Tipos de usuario
Dueño	Pictolimagen

Nombre	T	L	PK	FK	Ref.	Null
Tus_cod	S	2	X			X
Tus_nom	S	75				X

Tabla 20: Tabla Tipo Usuario Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de registro:

- al, Alumno
- es, Especialista

Tabla	Usuario
Descripción	Usuarios del sistema
Dueño	Pictolimagen

Nombre	T	L	PK	FK	Ref.	Null
Usu_id	S	20	X			X
Usu_contra	S	75				X
Usu_Tus_cod	S	2		X	Tipo Usuario(Tus_cod)	X

Tabla 21: Tabla Usuario Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de registro:

- jorge, 1234, es

Tabla	Historial
Descripción	Historial de actividades hechas
Dueño	PictolImagen

Nombre	T	L	PK	FK	Ref.	Null
His_Cua_cod	I	2	X	X	Cuadro(Cua_cod)	X
His_Cua_Act_Cod	I	4	X	X	Actividad(Act_cod)	X
His_Usu_id	S	75	X	X	Usuario(Usu_id)	X
His_Fecha	Date					X

Tabla 22: Tabla Historial

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de registro:

- 1, 10, jorge, 2019-03-10 16:34:51

4 Aplicación/Entorno

A continuación, se presenta una maqueta de cómo será la interfaz visual del sistema, mostrando cómo está distribuida y la interacción entre pantallas. Además, se muestran los botones, imágenes interactivas y los títulos de cada sección.

Primero que nada, la primera pantalla a mostrar es la del menú (el “home” de la página web), donde se muestra el nombre de la aplicación, los botones “Jugar”, “Reportes” y “Gestión de Usuario” respectivamente, además de una imagen representativa. Además, mientras se desciende se muestra información sobre la tesis, universidad y un contacto.

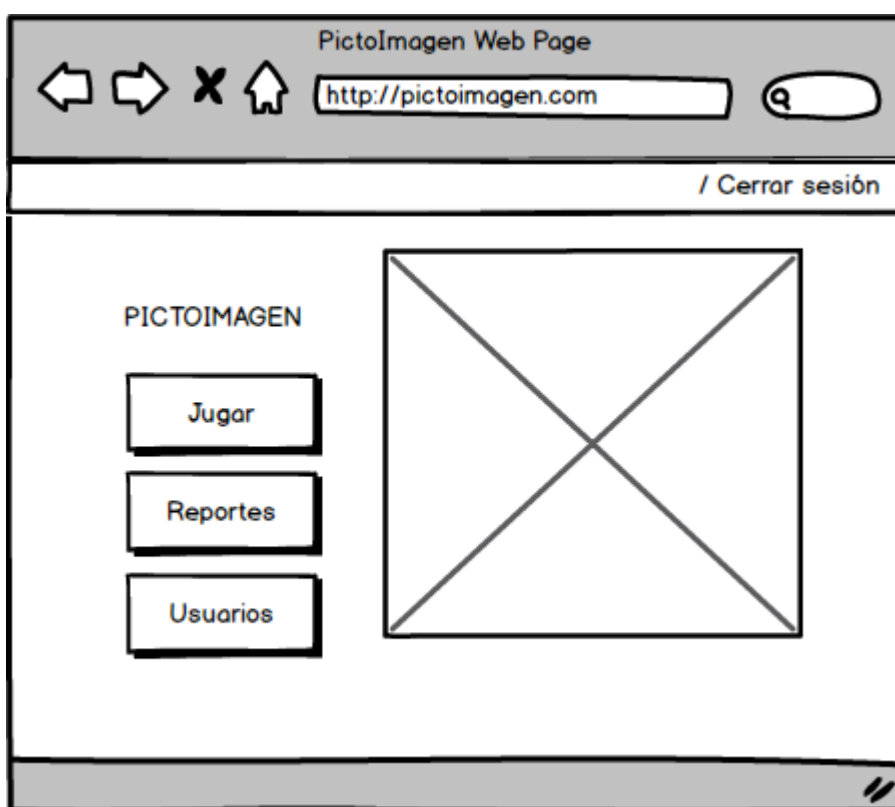


Ilustración 4: Pantalla “Menú” Fuente: Elaboración propia

Una vez seleccionada la opción para jugar (la cual puede ser activada desde el botón “Jugar” o la imagen representativa), se pasará a la pantalla de temáticas, donde se mostrará en pantalla varios cuadros de temáticas diferentes (animales salvajes, domésticos, señales de tráfico, entre otros) mediante los cuales se puede acceder a sus temas haciendo clic sobre ellos. También se muestra un botón de retroceso.

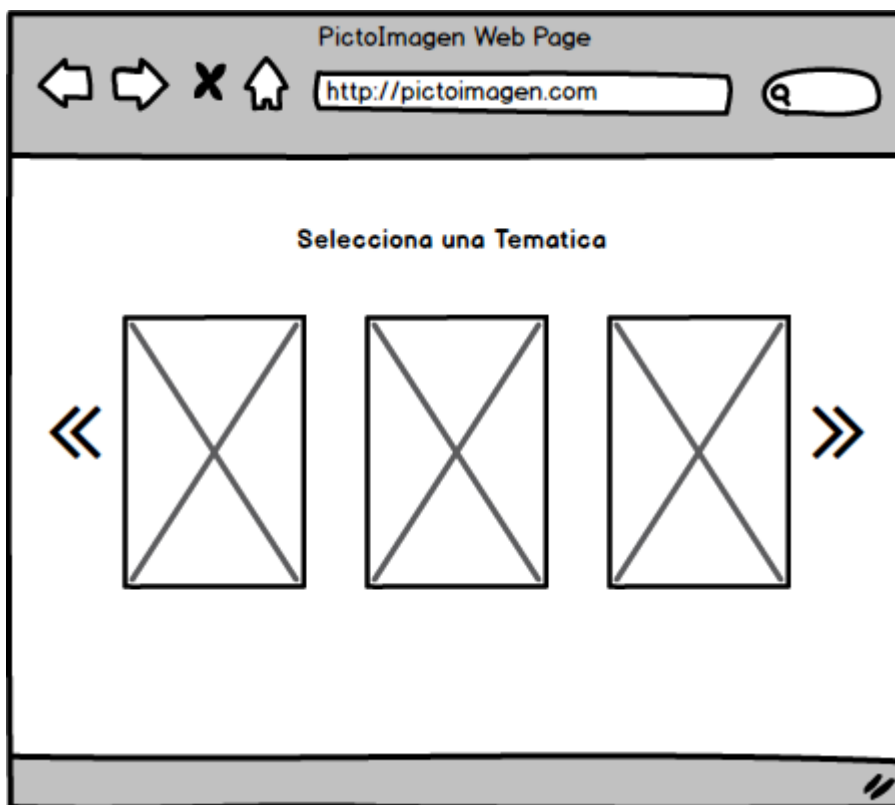


Ilustración 5: Pantalla “Selección de Temática” Fuente: Elaboración propia

Una vez dentro de la pantalla de temas, se muestran todos los temas dentro de la temática seleccionada, representados por una imagen y un título respectivamente. Al igual que con la temática, lo único que se muestra en pantalla son las imágenes de los temas, el título y un botón de retroceso, para dejar el mínimo posible de distractores y no perder la atención de la persona con TEA.

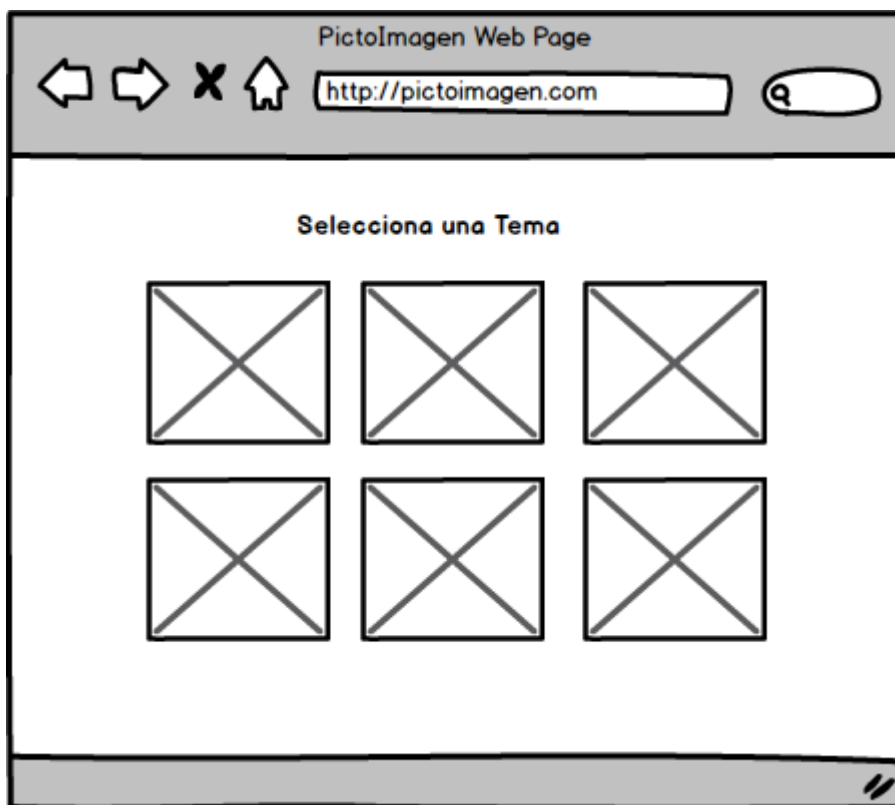


Ilustración 6: Pantalla "Selección de Tema"

Fuente: Elaboración propia

En la pantalla de selección de actividades se muestran las 4 actividades disponibles: Onomatopeya, Discriminación Auditiva, Discriminación semántica y Pasaje de Foto a Pictograma. Representadas por un título enmarcado y una imagen llamativa.

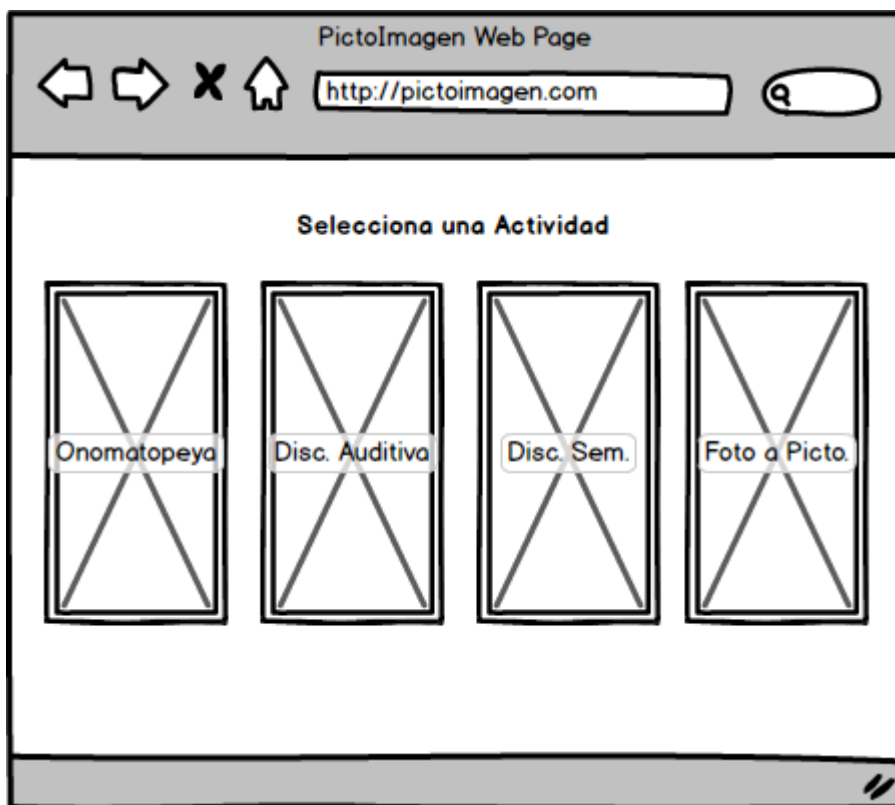


Ilustración 7: Pantalla “Selección de Actividad” Fuente: Elaboración propia

Una vez dentro de la primera actividad (Onomatopeya), se mostrará en pantalla el título “Onomatopeya”, un subtítulo con la frase “Toca las Fotos” y cuatro cuadros con una imagen de onomatopeyas donde el usuario tendrá que interactuar para reproducir el sonido y mostrar la foto del tema seleccionado. Una vez interactuado con las cuatro imágenes, se procede al botón de “Play” en la parte inferior de la pantalla.

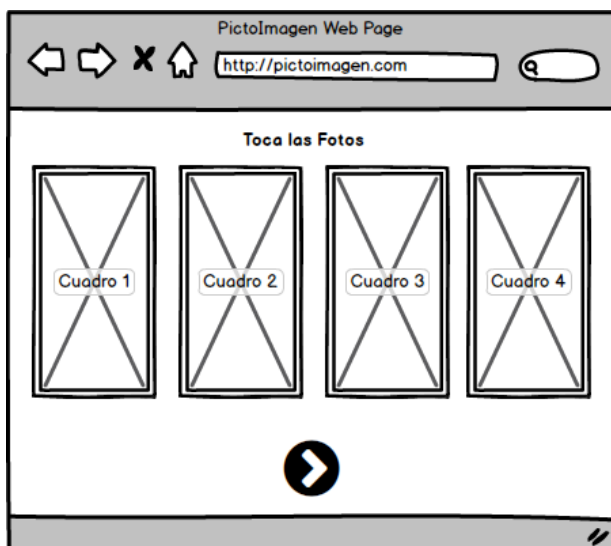


Ilustración 8: Pantalla “Onomatopeya” Fuente: Elaboración propia

En la Discriminación Auditiva, además del título y un subtítulo, se mostrará en pantalla un Megáfono, donde una vez interactuado, se mostrarán cuatro imágenes y se reproducirá el audio del tema seleccionado, además de una instrucción tanto escrita como auditiva para seleccionar las fotos del sonido reproducido. Una vez realizada esta actividad se procede a interactuar con el botón de la parte inferior de la pantalla.

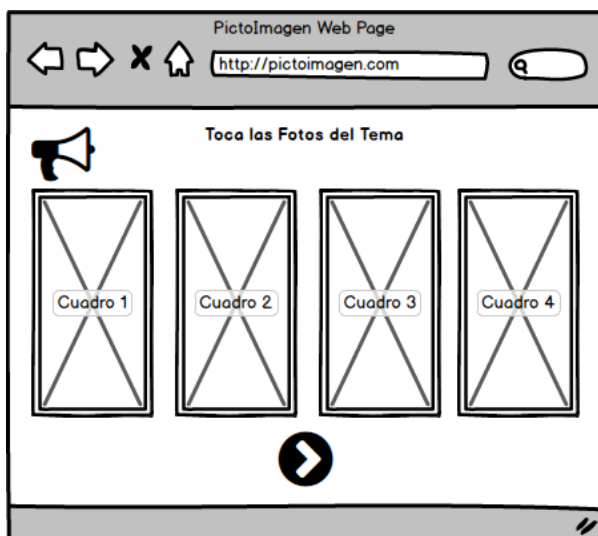


Ilustración 9: Pantalla “Discriminación Auditiva” Fuente: Elaboración propia

Para la Discriminación Semántica se muestra un megáfono y se interactúa con él de igual forma que en la Discriminación Auditiva, una vez realizado, se mostrará en pantalla cuatro cuadros, donde en uno habrá un área (o espacio) vacío y en los otros 3 se mostrarán fotos de distintos temas, donde sólo una es la correcta. Para poder completar la actividad el usuario deberá arrastrar el cuadro correcto del tema al área, una vez realizado esto se procede a interactuar con el botón de “Play” que se mostrará en la zona inferior de la pantalla.

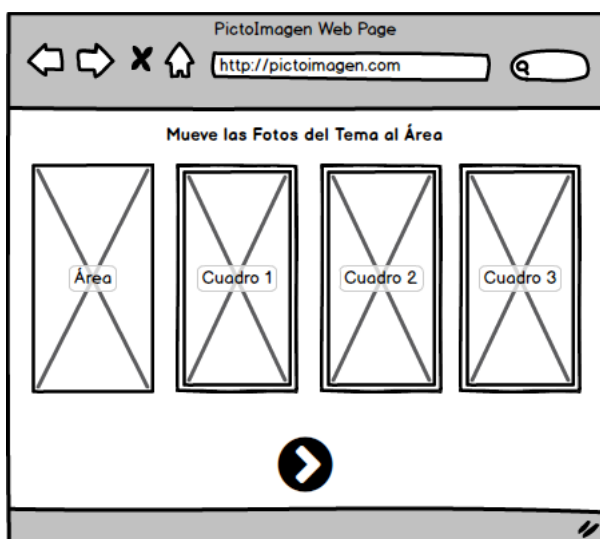


Ilustración 10: Pantalla “Discriminación Semántica” Fuente: Elaboración propia

En la última actividad se presenta el título (“Pasaje de Foto a Pictograma”) junto al subtítulo con la frase “Toca las Fotos” y cuatro cuadros, los cuales una vez sean interactuados, se reproducirá el audio de la onomatopeya y serán substituidos por pictogramas.

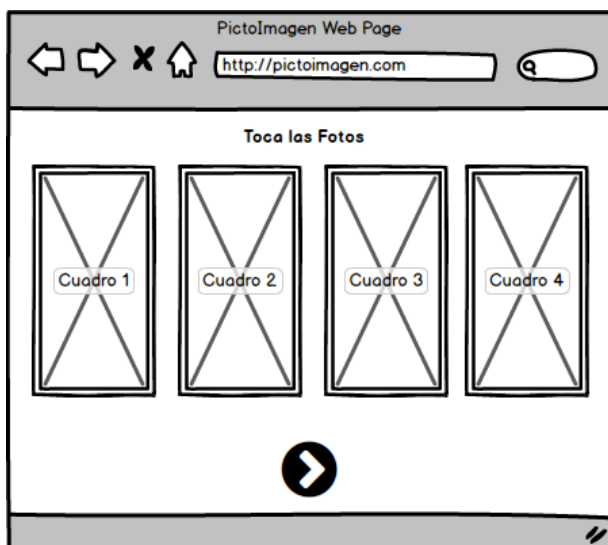


Ilustración 11: Pantalla “Pasaje de Foto a Pictograma” Fuente: Elaboración propia

En la pantalla de Generación de Reportes se muestra el título de “Gestión de Reportes” y los botones correspondientes a los reportes disponibles a realizar. Una vez interactuado con el botón se procederá a la pantalla de dicho reporte.

“Reporte #1” se refiere al reporte del historial y “Reporte #2” al reporte de la cantidad de interacciones hechas en cuadros por el usuario.

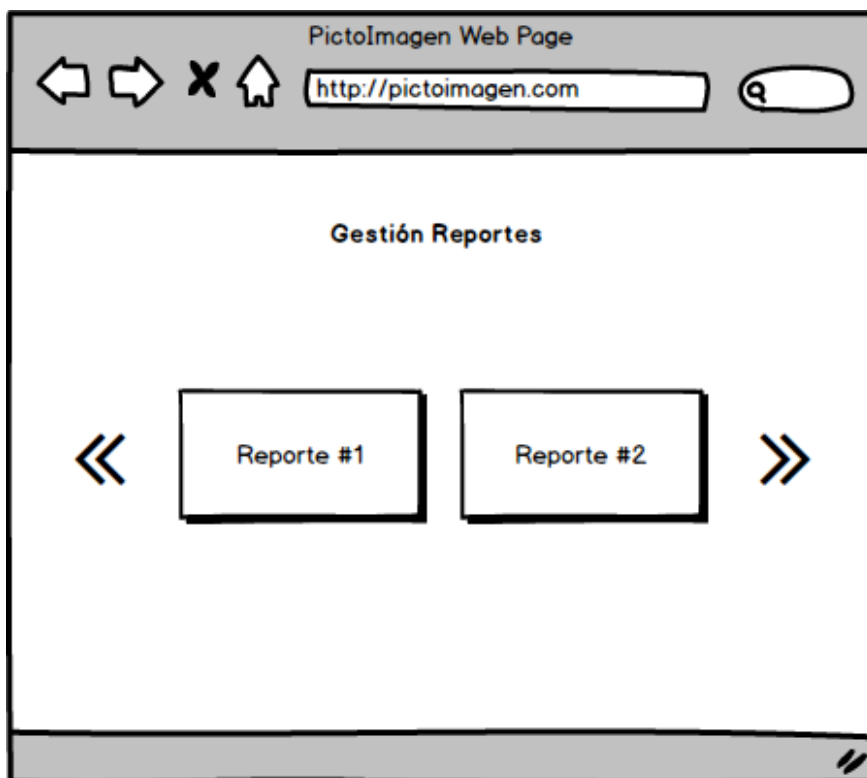


Ilustración 12: Pantalla “Gestión de Reportes” Fuente: Elaboración propia

En el reporte del historial se muestra en pantalla el título “Reporte #1” junto al subtítulo “Cuadros, actividades y temas realizados por X.” donde X vendría a hacer el niño o persona con TEA seleccionada. La pantalla presenta 1 entrada donde se puede hacer un filtro al buscar el cuadro, actividad, fecha o tema deseado de forma mucho más rápida. Sumado a esto, se presentan tres botones para poder medir la cantidad de filas a mostrar, generar el reporte en formato pdf o ir hacia atrás. La tabla de salida donde se muestran los resultados cuenta también con la opción de ordenar los datos de forma ascendente o descendente haciendo clic en los títulos de sus columnas además de mostrar el número de resultados mostrados y el total de registros obtenidos, con los que se podrá acceder apretando el botón “Next” o “Last” de la tabla. En caso de querer volver a los primeros resultados se interactúa con el botón “First” o “Previous”.

Reporte Historial
Cuadros, actividades y temas realizados por X.

4 Buscar

Cuadro	Act.	Tema	Fecha
1	ON	Leon	2019-03-07 18:15:24
2	DA	Leon	2019-03-07 18:15:34
3	DS	Elefante	2019-03-07 18:15:46
1	FP	Perro	2019-03-07 18:15:56

Mostrando 1 a 4 de 96 1º Prev. Sig. Ult.

Ilustración 13: Pantalla “Reporte Historial”

Fuente: Elaboración propia

En la pantalla de “Reporte de cantidad de interacciones hechas” se muestra al igual que el reporte anterior, un subtítulo, una entrada donde se ingresa el tema, actividad o número de interacciones, y los mismos botones del reporte anterior. Donde al entrar se mostrará en pantalla una tabla con la cantidad de interacciones realizadas por el usuario registrado a los cuadros de las actividades, ordenándolo por tema y actividad.

Reporte de interacciones hechas
Cantidad de interacciones en cuadros realizadas por X en cada actividad.

4 Buscar

Tema	Act.	Interacciones
Leon	Onom.	9
Leon	DA	8
Leon	DS	3
Leon	FP	12

Mostrando 1 a 4 de 12 1º Prev. Sig. Ult.

Ilustración 14: Pantalla “Reporte de cantidad de interacciones hechas”

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la gestión de usuario, se presenta una tabla con todos los usuarios registrados en el sistema, con las mismas opciones que en las pantallas de reportes y, además, los botones “crear”, “eliminar” y “modificar” donde se procederá a hacer el respectivo mantenimiento a los usuarios. Cabe decir que sólo los usuarios del tipo “Especialista” pueden acceder a esta opción, donde desde aquí podrá gestionar a sus alumnos en el sistema. Los datos por mostrar en la tabla son el nombre, la contraseña y el tipo de usuario. Se podrá modificar o eliminar cualquier usuario siempre y cuando no sea el usuario con el que se ha iniciado sesión, además, considerar también que el borrar un usuario implica borrar también todo su historial. Las pantallas de “Crear”, “Eliminar” y “Modificar” son muy parecidas entre mostrando los campos necesarios a llenar y con un botón debajo para concretar, muy simples y sencillos.

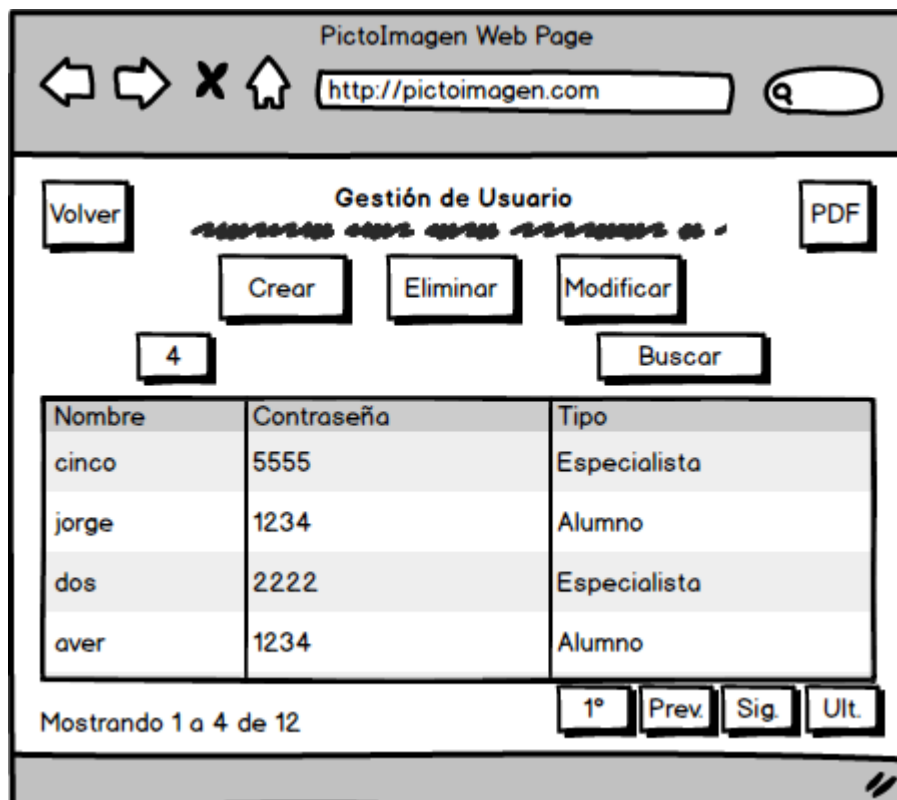


Ilustración 15: Pantalla “Gestión de Usuario” Fuente: Elaboración propia

5 Resultados

Tras realizar las pruebas con 4 niños de entre 6 a 8 años, se pudieron considerar varios puntos positivos y posibles mejoras para una mejor estrategia de interfaz humano computador.

Lo primero a tomar en cuenta es la buena aceptación e interés que presentó la aplicación por parte de los niños, lo cual es fundamental para saber si se está yendo por buen camino o no, además de demostrar una correcta comodidad, receptividad e intuición entre los niños y el sistema. Con una tolerancia de entre 3 a 5 minutos de constante uso en la aplicación y sin distracciones, se puede decir que son resultados muy positivos, tomando en consideración claro, que la persona con TEA se distrae con mucha facilidad perdiendo así el foco de atención en las actividades, actitud que se presentó muy poco en el uso de la aplicación. Sumado a esto, también hay que considerar que, aunque los niños presenten una situación de discapacidad, no fue un impedimento para demostrar una habilidad considerable en el uso de la tecnología en general, por lo que fue un punto muy fuerte y de gran ayuda para que ellos incluso puedan explorar la aplicación por sus cuentas, con alguna que otra ayuda de un adulto en algunas situaciones específicas. A esta habilidad con la

tecnología se le puede llamar como un “facilitador”, gracias a que tienen acceso y conocimiento valioso muy ventajoso.

Un punto muy fuerte para remarcar es que en ninguno de los niños se presentó un rechazo o desinterés en la aplicación, y que los estímulos presentados (fotos de animales de granja, entre otros) son también cosas con las que están familiarizados, ya que son los temas que ellos tratan en clases y en sus actividades normales del día a día, por lo que ya tenían un conocimiento previo de los temas. Los grandes estímulos visuales, las guías auditivas y la simplicidad de la aplicación ayudaron también en que los niños puedan explorarla por su cuenta.

En cuanto al uso del Hardware, se consideró que la herramienta más cómoda es la Tablet o un computador con ratón incorporado, ya que, según las pruebas realizadas, los niños tenían una ampliación más clara y mejor distribuida de los componentes mostrados en pantalla.

Ahora, en cuanto a lo que respecta a las condiciones de los niños con los que se trabajó.

Se tiene que considerar que:

- Los niños seleccionados no presentan alteraciones del comportamiento que pudieren repercutir negativamente en la ejecución de la actividad propuesta.
- Uno de los niños no presenta lenguaje oral. El resto está en proceso de adquisición y presentan un número limitado de palabras funcionales las cuales carecen de fluidez verbal.
- Los diagnósticos presentados en los niños son:
 - Trastorno del Espectro Autista (TEA)
 - Discapacidad Intelectual
 - Síndrome de Down
 - Parálisis Cerebral (PC)

El punto más destacado a mejorar fue la correlación con lo que se está escrito y las instrucciones auditivas (que lo que se diga sea idéntico a lo que está escrito), ya que en algunos casos específicos se utilizan sinónimos, y para no confundir al niño sería más fácil utilizar siempre las mismas palabras.

Cabe resaltar también, que las pruebas se hicieron junto al fonoaudiólogo Álvaro Rodríguez Leal, y que se realizaron cerca de la fecha de cierre de clases de los niños, por lo que no se presentó mucha asistencia durante estos días, es por esto que sólo se trabajó con 4 niños en esta etapa.

En resumen, los resultados obtenidos fueron positivos ya que todos los niños mostraron interés en la aplicación y no se presentaron contramedidas que pudieran perjudicar el buen correcto uso del sistema.

6 Bibliografía

Ponce, A., Gallardo, M., Filliatre, D., 2011. Diferentes (Guía ilustrada sobre la DIVERsidad y la disCAPACIDAD). Elaborada por OHL y Fundación Adecco para la sensibilización y el acercamiento de valores que ayuden a la integración de las personas con discapacidad en la sociedad. Impreso en Barcelona por Liberduplex.

Egea, C., Sarabia, A., 2001. Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad, 15, pp. 15-30.

Zondek, A., Zepeda, M., Gonzáles, F., Recabarren, E., 2006. Discapacidad en Chile. Fondo nacional de la discapacidad ministerio de planificación. Huérfanos 1313, 6° piso, Santiago, Chile.

Reyes, J., 2004. Plan estatal de Desarrollo 2004-2010. Chihuahua, Gobierno del Estado, México.

Quijada, G., 2008. Espectro autista, Revista chilena de pediatría, 5, pp. 86-91.

Tomás, J., Almenara, J., 2007. Master en Paidopsiquiatría. Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de http://www.paidopsiquiatria.cat/files/teorias_desarrollo_cognitivo_0.pdf

Zander, E., 2004. Introduktion om autism. Recuperado de http://habilitering.se/sites/habilitering.se/files/introduktion_om_autism_eric_zander.pdf

Palomo, R., 2014. DSM-5: la nueva clasificación de los TEA. Recuperado de <http://apacu.info/wp-content/uploads/2014/10/Nueva-clasificaci%C3%B3n-DSMV.pdf>

Erazo Santander, O., 2016. Elementos para la comprensión del trastorno de espectro autista. Revista Poiésis, 51-63.

De Goñi, A., 2015. El método TEACCH en educación infantil. Universidad de Navarra.

García, A., 2010. Programa de formación en el área de Autismo para docentes especialistas. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas

Mesibov, G., Howley, M., 2010. El acceso al currículo por alumnos con trastornos del espectro del autismo: uso del programa TEACCH para favorecer la inclusión". Autismo Avila 2010.

Guerrero, M., 2017. Programa TEACCH: propuesta de intervención psicoeducativa en el alumnado con TEA. Universidad de Cádiz.

Fernández, J. & Miralles, F., 2014. Formación en los trastornos de desarrollo. Utilización de metodología eLearning. Psicogente, 17(32), 283-293.

García, A., 2017. Espectro autista: definición, evaluación e intervención educativa. Universidad de Extremadura. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/39384949>

Aguirre, P., Álvarez, R., Angulo, M.C y Prieto, 2008. Manual de atención al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo derivadas de Trastornos Generales de Desarrollo. Sevilla: Junta de Andalucía.

Campillo, A., Lucía, M., Carcelén, D., Fernández, A., Lario, F., Ángel, M., Mínguez, L., Micol, A., 2011. MÉTODO TEACCH. España.

Balbuena, F., 2015. Etiología del autismo: el continuo idiopático-sindrómico como tentativa explicativa. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnp/v53n4/art07.pdf>

Marcelain, K., 2008. Enfermedades complejas. Recuperado de https://www.u-cursos.cl/medicina/2008/2/TMPCGENE1/1/material_docente/

Kana, R. K., Keller, T. A., Cherkassky, V. L., Minshew, N. J., & Just, M. A. (2006). Sentence comprehension in autism: thinking in pictures with decreased functional connectivity. *Brain : A Journal of Neurology*, 129(09), 2484–2493. <http://doi.org/10.1093/brain/awl164>

Herrera, G., Casas, X., Sevilla, J., Rosa, L., Pardo, C., Plaza, J., Jordan, R., Le Groux, S., 2012. Aplicación de tecnologías de interacción natural para el desarrollo del niño con autismo. *Anuario de Psicología Clínica y de la Salud*, volumen 8, páginas 41 a 46.

Reitman, M.R., 2005. Effectiveness of music therapy interventions on joint attention in children diagnosed with autism: A pilot study. Carlos Albizu University.

Edgerton, C. L., 1994. The effect of improvisational music therapy on the communicative behaviors of autistic children. *Journal of Music Therapy*, 31(1), 31-62.

Ulfarsdottir, L., y Erwin, P., 1999. The influence of music on social cognitive skills. *The Arts in Psychotherapy*, 26, 81–84.

Standley, J. M., 1996. A meta-analysis on the effects of music as reinforcement for education/therapy objectives. *Journal of Research in Music Education*, 44, 105–133.

Braithwaite, M., y Sigafos, J., 1998. Effects of social versus musical antecedents on communication responsiveness in five children with developmental disabilities. *Journal of Music Therapy*, 35, 88–104.

Standley, J. M., y Hughes, J.E., 1996. Documenting developmentally appropriate objectives and benefits of a music therapy program for early intervention: A behavioral analysis. *Music Therapy Perspectives*, 14, 87–94.

Register, D., 2001. The effects of an early intervention music curriculum on pre-reading/writing. *Journal of Music Therapy*, 38, 239–248.

Claussen, D., y Thaut, M., 1997. Music as a mnemonic device for children with learning disabilities. *Canadian Journal of Music Therapy*, 5, 55–66.

De la Vega, E., Koon, R., 2012. La Computadora en la intervención de niños y adolescentes con autismo. Instituto Superior Pedagógico “Enrique J.Varona” (La Habana-Cuba), Consejo Provincial de Educación (Neuquén - Argentina).

Herrera, G., Casas, X., Sevilla, J., Rosa, L., Pardo, C., Plaza, J., Jordan, R., Le Groux, S., 2012. Aplicación de tecnologías de interacción natural para el desarrollo del niño con autismo. *Anuario de Psicología Clínica y de la Salud*, volumen 8, páginas 41 a 46.

Parsons, S., Mitchell, P., y Leonard, A., 2005. Do adolescents with autistic spectrum disorders adhere to social conventions in virtual environments? *Autism: an International Journal of Research and Practice*, 9, 95-117.

Miller, T., Leroy, G., Huang, J., Chuang, S., & Charlop-Christy, M.H., 2013. Using a Digital Library of Images for Communication : Comparison of a Card-Based System to PDA Software.

Herrera, G., Alacantud, F., Jordan, R., Blanquer, A., y Labajo, G., De Pablo, C., 2008. Development of symbolic play through the use of virtual reality tools in children with autistic spectrum disorders. *Autism*, 12, 143–157.

Moore, D. J., Cheng, Y., McGrath, P. y Powell, N. J., 2005. Collaborative virtual environment technology for people with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 20(4), 231-243.

Lozano, J.; Ballesta, F.; Cerezo, M.C. y Alcaraz, S., 2013. 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*, 14, pp. 193-208.

Bolte, S., Feineis-Matthews, S., Leber, S., Dierks, T., Hubl, D. y Poutska, F., 2002. The development and evaluation of a computer-based program to test and to teach the recognition of facial affect. *International Journal of Circumpolar Health*, 61(Suppl. 2), 61-68.

Lehman, J., 1998. A featured based comparison of software preferences in typically-developing children versus children with autism spectrum disorders.

Hardy, C., Ogden, J., Newman, J. y Cooper, S., 2002. *Autism and ICT: A guide for teachers and parents*. London: David Fulton.

Parsons, S., Leonard, A. y Mitchell, C., 2006. Virtual Environments for Social Skills Training: Comments from Two Adolescents with Autistic Spectrum Disorder. *Computers & Education*, 47(2), 186-206.

Demarest, K., 2000. Video games-What are they good for?

Murray, D., Lesser, M., 1999. Computers and autism. Recuperado de <http://autismusundcomputer.de/english/computing.en.html>

Griffiths M., 2003. The Therapeutic Use of Videogames in Childhood and Adolescence. *Clinical Child Psychology and Psychiatry* 1359–1045 (200310) SAGE Publications (London, Thousand Oaks and New Delhi) Vol. 8(4): 547–554.

Servicios TIC, 2015. Definición de TIC.

Cabero, J., 1998. Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas. En Lorenzo, M. y otros (coords): *Enfoques en la organización y dirección de instituciones educativas formales y no formales* (pp. 197-206). Granada: Grupo Editorial Universitario.

Belloch, C., 2012. Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aprendizaje. Material docente [on-line]. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Valencia. Recuperado de <http://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA1.pdf>

Vallejos, O., 2002. Introducción a internet. Facultad de ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Recuperado de <http://ing.unne.edu.ar/pub/internet.pdf>

Estrada, A., 2004. Protocolos TCP/IP de Internet, *Revista Digital Universitaria*, volumen 5, numero 8, ISSN: 1067-6079. Recuperado de http://www.revista.unam.mx/vol.5/num8/art51/sep_art51.pdf

Nakagawa, V., 1998. THEMIS, *Revista de Derecho*. No.38. Recuperado de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/themis/article/view/10354>

Beck, U., 1999. *What Is Globalization?*. Cambridge: Polity Press.

Cuadrado, T., 2015. MÉTODO TEACCH (TREATMENT AND EDUCATION OF AUTISTIC RELATED COMMUNICATION HANDICAPPED CHILDREN) Recuperado de <https://www.imageneseducativas.com/wp-content/uploads/2015/06/M%C3%89TODO-TEACCH.pdf>

Sánchez, A., Albalat, C., 2018. Materiales TEACCH - Control del soplo. Recuperado de http://www.arasaac.org/materiales.php?id_material=1778&buscador=1

Bernardi, L., 2013. De interjecciones, onomatopeyas y sonidos inarticulados: ¿Dónde y cómo se archiva la expresividad de la lengua? Una reflexión cognitivista [en línea]. VI Jornadas de Filología y Lingüística, 7 al 9 de agosto de 2013, La Plata, Argentina. En Memoria Académica. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3841/ev.3841.pdf

Pérez, B., Lourdes, M., 1994. La onomatopeya y su proceso de lexicalización: notas para un estudio, Anuario de estudios filológicos. Cáceres, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura, vol. 17, pp. 15-26. Recuperado de <http://dehesa.unex.es/handle/10662/2242>

Cifuentes, P., 2012. Paula Cifuentes-Férez. Recuperado de <file:///C:/Users/Danilo%20Abell%C3%A1/Downloads/Lasemnticaconceptual.pdf>

Moralejo, L., Sanz, C., Pesado, P., 2014. Paradigmas de interacción hombre-máquina. Un análisis enfocado al ámbito de la educación especial. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Salichs, E., 2012. Desarrollo de un sistema HMI para un almacén automatizado. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. Recuperado de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/16073/Proyecto_ESTHER_SALICHES.pdf

Cobo, R., 2008. EL ABC DE LA AUTOMATIZACION.

Barrios, L., Galeano, I., 2014. Interfaces Hombres - Máquina. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción. Facultad de Ciencias y Tecnología. Recuperado de <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/HMI.pdf>

Saikiran, C., 2014. Different paradigm for Touch-Screen technology: A Survey. VIT University, Vellore, Tamil Nadu, India. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/260134012_Touch_screen_technology

NIELSEN J. 1993. Usability Engineering. Prentice-Hall. USA., pp. 23-37.

Acosta, A., Zambrano, N., 2006. IMPORTANCIA, PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN EL DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO. Vol 18, numero 2. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela.

Jiménez, G. 2015. Tutorial Unity: El paseo del astronauta. Taller de Unity.I Semana de la Informática. Facultad de Informática (UCM).

Pavón, J., 2013-14. Bootstrap 3.0. Aplicaciones Web/Sistemas Web. Dep. Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial. Facultad de Informática. Universidad Complutense Madrid.

Gauchat, J.D., 2012. El gran libro de HTML5, CSS3 y Javascript. Gran Via de les Corts Catalanes, 594. 08007 Barcelona

García, F., García, A., 2017-18. Fundamentos de la vista de casos de uso. Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca.