

# Avances en Tecnologías Interactivas Aplicadas a la Discapacidad

*Editores:*

Jaime Muñoz Arteaga  
José Rafael Rojano Cáceres  
Etelvina Archundia Sierra



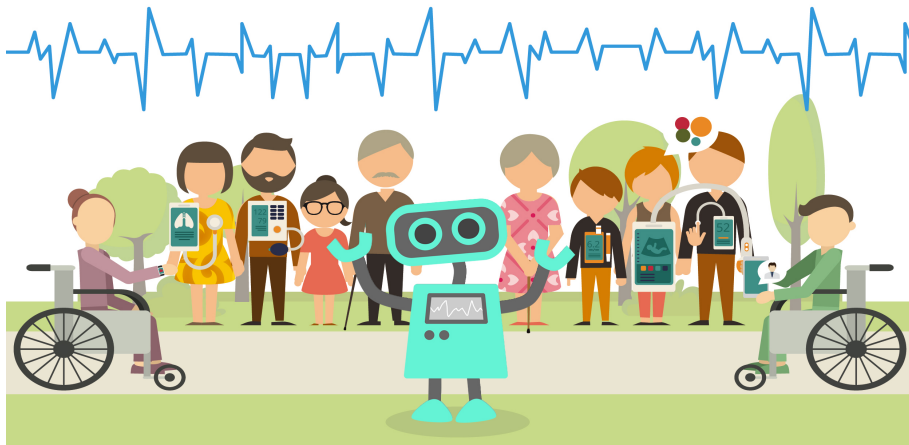
ISBN: 978-607-525-128-8

Puebla, Pue. México. 2016

# Avances en Tecnologías Interactivas Aplicadas a la Discapacidad

---

Resultados del Proyecto de Red PRODEP: Sistemas Interactivos para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes.



**Editores:**

Jaime Muñoz Arteaga  
José Rafael Rojano Caceres  
Etelvina Archundia Sierra

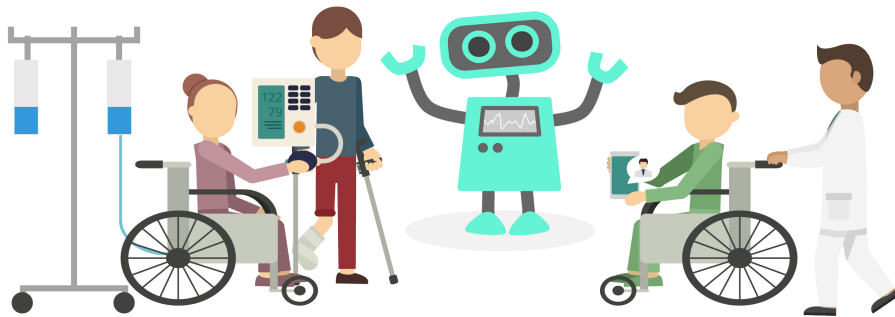
Editorial: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Puebla, Puebla. México, Fecha: Agosto, 2016.

# Avances en Tecnologías Interactivas Aplicadas a la Discapacidad

---

Resultados del Proyecto de Red PRODEP: Sistemas Interactivos para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes.



Realizado en Puebla, Pue. México, 2016.

# Avances en Tecnologías Interactivas Aplicadas a la Discapacidad

## Editores del Libro

Jaime Muñoz Arteaga

José Rafael Rojano Cáceres

Etelvina Archundia Sierra

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias de la Computación

México 2016



## **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

José Alfonso Esparza Ortiz  
Rector

René Valdiviezo Sandoval  
Secretario General

María del Carmen Martínez Reyes  
Vicerrectora de Docencia

Flavio Marcelino Guzmán Sánchez  
Encargado de despacho  
Vicerrector de Extensión y difusión de la cultura

Ygnacio Martínez Laguna  
Vicerrector de Investigación y Estudios de Posgrado

Ana María Dolores Huerta Jaramillo  
Directora de Fomento Editorial

Marcos González Flores  
Director de la Facultad de Ciencias de la Computación

Primera Edición, otoño 2016  
ISBN: 978-607-525-128-8

© Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Dirección Fomento Editorial  
4 sur 104, Col. Centro  
Puebla, Pue., CP. 7200  
Tel/Fax: 01 222 246 85 59

## PREFACIO

### *Repensando la inclusión educativa en el universo digital.*

La Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad aprobada en la Asamblea General de Naciones Unidas en 2006, proclama la necesidad de que los estados miembros conformen subsistemas de educación inclusiva en educación infantil, primaria, secundaria, superior y de personas adultas. Por su parte, la Organización de Estados Iberoamericanos dentro del programa Metas educativas 2021, en su segunda fase (2015 a 2021), proclama la inclusión educativa como un desafío educativo prioritario ya que supone un proceso en el que hay que enfrentarse a desafíos continuos cuya correcta superación conduce, sin duda, a mejorar la calidad educativa para todo el alumnado. En este proceso, señala la OEI, es preciso defender los valores de equidad y de respeto a las diferencias para contribuir al cambio de actitudes y generar apoyo social; identificar y suprimir las barreras para el aprendizaje y la participación; crear oportunidades para que todos, en especial para que los grupos habitualmente excluidos se sientan reconocidos; capacitar a los profesores y cuidar sus condiciones de trabajo; favorecer la participación familiar, y crear un movimiento político y social que ayude a la inclusión educativa. En estos contextos normativos, ambas instituciones vienen impulsando la adopción de modelos educativos inclusivos.

Tales modelos surgen de las propuestas formuladas por los teóricos de la discapacidad que plantean la inclusión de la diferencia que implica la diversidad funcional, como una parte más de la realidad humana. Los modelos sociales de la discapacidad parten de la premisa de que los orígenes de todas discapacidades son de naturaleza social por lo que surgen de las interacciones humanas con el ambiente circundante. Tal concepción invita a evitar que las acciones educativas de atención a la diversidad tengan carácter rehabilitatorio y pasen a concebirse como intervenciones sociales con la finalidad sea de eliminar la exclusión educativa, detectando, para superarlas, las barreras que obstaculizan la comunicación y la participación.

La inclusión no debe concebirse pues desde la consecución de metas estandarizadas generalizables, ni tampoco centrarse exclusivamente en la mejora de la accesibilidad. La concepción educativo-inclusiva ha de conseguir como fruto temprano, pero maduro, la entrada al sistema de todo el alumnado, y de manera especial de los sectores y segmentos de este que han sido sistemáticamente excluidos, por sus diferencias respecto a los estándares normalizados.

Esta búsqueda interminable de la atención a la diversidad ha de garantizar el acceso a la educación, la participación activa de todos los colectivos en la misma y la consecución progresiva, pero individualizada, de logros, respetando el hecho de que cada ser humano sea único e irrepetible. Un trinomio indisoluble en la puesta en práctica de los modelos inclusivos.

Este nuevo enfoque ha de promover un diseño universal, que oriente la puesta en práctica de dinámicas incluyentes, que han de concretarse en el desarrollo de planes abiertos a toda la población, que eviten caer en la arcaica tendencia a separar y segregar a las personas con capacidades diferentes.

Es necesario por ello, incentivar un cambio de paradigma que descarte el modelo rehabilitador e incentive el modelo social centrado en la persona. Un modelo que propicie el uso de las tecnologías digitales como instrumentos favorecedores de una atención educativa diferencial en la que se incluya la alfabetización digital básica de las personas con discapacidad, colectivos que vienen sufriendo con especial virulencia la exclusión de los beneficios de acceso a la información y al conocimiento propios de la ciber-sociedad.

El contenido de este libro es un claro y valiente ejemplo de este cambio de paradigma ya que los estudios, las experiencias e investigaciones que contiene afrontan retos solidarios que van permitiendo la atención tecnológico-educativa diferencial a personas con capacidades sensoriales, motrices e intelectuales diferentes.

Felicitemos muy efusivamente a la red internacional “Tecnología Educativa”, que conforman las universidades Veracruzana, del Cauca, de Aguascalientes, de Puebla y de Granada, por los resultados del proyecto federal denominado “Sistemas Interactivos para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes” y que en gran manera se reflejan en esta valiosa publicación. Les invitamos a que continúen trabajando e investigando en pro de la integración educativo-solidaria de las personas con discapacidad en México, Colombia y España. Merecerá la pena seguir caminando juntos por este sendero de luz y esperanza.

**José Antonio Ortega Carrillo**

Profesor Titular acreditado a Catedrático en la Universidad de Granada  
Coordinador General de la Red Iberoamericana Univirtual-Inclusiva

## Índice

Página

### PREFACIO

### INTRODUCCIÓN

#### Módulo I: Fundamentos

**Capítulo 1.** La Educación Inclusiva en Latinoamérica ..... 3

*Julio César Ponce Gallegos, Jaime Muñoz Arteaga, Antonio Silva Sprock,  
Francisco Ornelas, Ig Ibert Bittencourt*

**Capítulo 2.** Factores que Determinan la Calidad en Objetos de Aprendizaje para  
Personas con Discapacidad Integrando un Enfoque a Servicios ..... 19

*César Eduardo Velázquez Amador, Francisco Javier Álvarez Rodríguez,  
Jaime Muñoz Arteaga, Juan Pedro Cardona Salas, María Dolores Torres Soto*

**Capítulo 3.** Análisis de los sistemas alternativos y aumentativos de acceso a la  
información para apoyar la inclusión de estudiantes con discapacidad visual en  
asignaturas de Educación Superior ..... 31

*Carmen Cerón Garnica, Etelvina Archundia Sierra, José Rafael Rojano Cáceres,  
María Dolores Vargas Cerdán, José Luis Galindo Cruz*

#### Módulo II: Aplicación en diferentes discapacidades

**Capítulo 4.** Ayudando a aprender. Sistema de ayuda para el aprendizaje de  
español y matemáticas para niños con discapacidad intelectual ..... 55

*Daniel Mocencahua Mora, Josefina Guerrero García,  
Juan Manuel González Calleros, Jaime Muñoz Arteaga*

**Capítulo 5.** Evaluación de Aprendibilidad para Usuarios con Síndrome de  
Down ..... 67

*Alfredo Mendoza González, Francisco J. Álvarez Rodríguez, Cristian Alexandru Rusu,  
Jaime Muñoz Arteaga, Francisco D. Acosta Escalante, Ricardo Mendoza González*

**Capítulo 6.** Sistema Interactivo para la Atención de Usuarios con Capacidades  
Diferentes: Caso del TDA ..... 89

*Josefina Guerrero García, Juan Manuel González Calleros, Eugenia Erica Vera Cervantes,  
César Alberto Collazos Ordóñez, Adelaida González Monfil, Aletvia Lecona Lara*

**Capítulo 7.** Metodología de desarrollo de Actividades Interactivas para el  
Tratamiento de TDAH ..... 107

*Eduardo Galicia Marín, Juan Manuel González Calleros, Josefina Guerrero García,  
Jaime Muñoz Arteaga*



<b>Capítulo 8.</b> Sistemas Interactivos Enfocados a la Rehabilitación Psicomotriz en Niños con Discapacidad Auditiva .....	125
<i>Victor M. Peñeñory B., Cristina Manresa-Yee, Inmaculada Riquelme, Sandra Patricia Cano Mazuera, César Alberto Collazos Ordóñez</i>	

**Módulo III: Modelos de desarrollo de software para la discapacidad**

<b>Capítulo 9.</b> Guía de desarrollo de aplicaciones móviles orientadas a personas sordas .....	143
<i>Omar Ameca-Alducin, José Rafael Rojano-Cáceres, Genaro Rebolledo Méndez, Edgar Benítez Guerrero</i>	

<b>Capítulo 10.</b> Guías para el Desarrollo de Espacios Virtuales para Entrenamiento Cognitivo .....	165
<i>Carlos Zamora Lara, Juan Manuel González Calleros, Josefina Guerrero García, Yadira Navarro Rangel, César Alberto Collazos Ordóñez</i>	

<b>Capítulo 11.</b> Desarrollo de recursos educativos con realidad aumentada para la ayuda del aprendizaje de la geometría en niños con Síndrome de Down .....	183
<i>Julio César Ponce Gallegos, Mitsari Lucio Alonso, Francisco Javier Ornelas Zapata, Francisco Javier Alvarez Rodriguez, Alejandro Padilla Díaz, Humberto Muñoz Bautista</i>	

<b>Capítulo 12.</b> Diseño y Uso de Aplicaciones Lúdicas en Móvil para Apoyo de Problemas de Aprendizaje Leve en Matemáticas Básicas .....	199
<i>Jaime Muñoz Arteaga, Miguel Angel Ortiz Esparza, Héctor Pérez González, Héctor Cardona Reyes</i>	

<b>Capítulo 13.</b> Hacia el diseño de una plataforma de gamificación para el desarrollo de aplicaciones interactivas para el aprendizaje de la lengua de señas .....	215
<i>Luis Gerardo Montané-Jiménez, José Rafael Rojano Cáceres</i>	

<b>Índice de Autores</b> .....	<b>231</b>
<b>Comité Evaluador</b> .....	<b>233</b>
<b>Editores</b> .....	<b>233</b>

## INTRODUCCIÓN

Apreciable lector, el libro que tiene usted en sus manos es el fruto del esfuerzo de investigación interinstitucional derivado de un proyecto internacional denominado “**Sistemas Interactivos para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes**”. En dicho proyecto intervienen los grupos de investigación Entornos Colaborativos Digitales para el Desarrollo de las Ciencias y la Tecnología (BUAP-CA-277), Objetos de Aprendizaje e Ingeniería de Software (UAA-CA-48), Tecnología Educativa e Investigación Social (TEIS-Hum-848), Investigación y Desarrollo en Ingeniería del Software (UNICAUCA), así como Tecnología Computacional y Educativa (TECYED-UV-184), pertenecientes a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Autónoma de Aguascalientes, la Universidad de Granada, la Universidad del Cauca y la Universidad Veracruzana, respectivamente.

Así la obra **Avances en Tecnologías Interactivas Aplicadas a la Discapacidad** se constituyó a partir de un interés mutuo por plantear soluciones tecnológicas que impacten positivamente en la sensibilización, la inclusión y por tanto la calidad de vida de personas con discapacidad, las cuales debido a su entorno y circunstancias personales representan una población con gran vulnerabilidad y exclusión.

En cuanto a su estructuración el libro se encuentra dividido en tres partes. La primera parte está constituida por los capítulos que brindan desde un enfoque teórico la perspectiva para abordar la discapacidad sumada a un componente tecnológico. En su segunda parte, se presentan aquellos capítulos que desarrollan soluciones tecnológicas sobre casos particulares de discapacidad como la discapacidad intelectual, la discapacidad motriz o la discapacidad auditiva. Finalmente, la tercera parte se encuentra constituida por los capítulos que proponen paradigmas para el desarrollo de software de la mano de metodologías y el enfoque centrado en el Usuario.

De esta forma el lector podrá descubrir de la mano de una selección de capítulos, cuidadosamente revisados y sometidos a un proceso de arbitraje, componentes históricos relativos al proceso de inclusión, un análisis de los factores asociados a la discapacidad y su inclusión dentro de los diversos paradigmas de la computación, así como guías para el desarrollo de software tomando en cuentas las características propias de las personas con discapacidad, en donde en cada caso un sustento bibliográfico extenso y una revisión de la tecnología existente se hace patente para proponer soluciones originales.



## Módulo I: Fundamentos

---



## La Educación Inclusiva en Latinoamérica

Julio César Ponce Gallegos<sup>1</sup>, Jaime Muñoz Arteaga<sup>1</sup>, Antonio Silva Sprock<sup>2</sup>,  
Francisco Ornelas<sup>1</sup>, Ig Ibert Bittencourt<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes (México)

<sup>2</sup> Universidad Central de Venezuela (Venezuela)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alagoas (Brasil)

<sup>1</sup>jcponce@correo.uaa.mx, <sup>1</sup>jmauaa@gmail.com, <sup>2</sup>asilva.sprock@gmail.com,  
<sup>1</sup>fjornelaz@yahoo.com.mx, <sup>3</sup>ig.ibert@gmail.com

**Resumen.** En este capítulo se explica la importancia de la inclusión de personas con discapacidad en la educación, la cual es un reto que tienen muchas instituciones, ya que hay leyes que regulan la inclusión en varios países a nivel Latinoamérica, a pesar de que muchas instituciones no hacen nada para cumplir con este compromiso. En muchos países, para atender a las personas con capacidades diferentes, las escuelas y servicios educativos, se organizan para responder a la problemática separándose en las personas "normales" y "especiales", creando así dos tipos de educación (Van Steenland, 1991). Esto respondió a los objetivos de la educación para todos, pero contribuyó a la segregación o discriminación. Se muestra en la sección 1 una introducción a la problemática y se menciona como en algunos países de América Latina existen leyes vigentes que se relacionan con la inclusión de las personas con capacidades diferentes. En la sección 2 se discuten algunas de las discapacidades más comunes, tales como las personas con problemas de visión, el habla, el aprendizaje, entre otros. Así como algunas estadísticas para ver la importancia de tomar el reto de lograr la inclusión de dichas personas. En la sección 3 un estudio de los trabajos relacionados con la inclusión de las personas en el sistema educativo en América Latina, en un esfuerzo para mejorar esta situación, en la sección 4 se muestran diversos software desarrollados para ayudar al proceso de la enseñanza y el aprendizaje en personas con discapacidades específicas, por último, en la sección 5 se presenta una conclusión.

### 1 Introducción

Actualmente a nivel internacional las instituciones de educación en los diferentes niveles educativos tienen el reto de ser incluyentes para personas con capacidades diferentes.

“La verdadera igualdad de oportunidades pasa por la igualdad de capacidades para actuar en la sociedad y por aumentar las posibilidades de las personas para optar y decidir; por lo cual, es preciso avanzar hacia políticas sociales que sitúen a las personas en el centro de un proceso de desarrollo humano sostenible, garantizando unos beneficios mínimos para toda la población que les permitan vivir con dignidad, valorando la diversidad y respetando los derechos de todas las personas” (Unesco, 1998).

La inclusión es un movimiento orientado a transformar los sistemas educativos para responder a la diversidad del alumnado. Es fundamental para hacer efectivo el derecho a la educación con igualdad de oportunidades y está relacionado con el acceso, la permanencia, la participación y los logros de todos los estudiantes, con especial énfasis en aquellos que por diferentes razones, están excluidos o en riesgo de ser marginados (UNESCO, 2013).

La Organización de Naciones Unidas (ONU) durante la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, en diciembre de 2006 (ONU, 2006), reconoció las discapacidades desde una concepción de derechos humanos basada en el modelo social y no en un modelo biológico o el rehabilitador.

De igual forma, la ONU incluye en los términos de personas con discapacidad, aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás (ONU, 2006).

En el tema del derecho y las leyes, en países como Venezuela y México, existen marcos jurídicos que reconocen explícitamente los derechos de personas con discapacidad (Silva y Ponce, 2015), donde promueven la igualdad de oportunidades, la inclusión, el derecho a la educación, así como también la no discriminación para las personas con algún tipo de discapacidad. En la tabla 1 se puede ver los países que han legislado en relación a las personas con discapacidad y en que año, es importante mencionar que en algunos países se puede encontrar leyes más específicas que se han generado en cada uno de los estados, como es el caso de México, esto lo podemos ver en PNUD-Mexico 2011.

**Tabla 1:** Compendio de las Leyes existentes en los países de América Latina.

<b>País</b>	<b>Fecha</b>	<b>Nombre</b>
Argentina	16 de marzo de 1981	Ley N° 22431. Sistema de protección integral de los discapacitados
	Última reforma el 12 de enero de 2004	Otras normas de discapacidad, que modifican a la Ley N° 22431.
Bolivia	15 de diciembre de 1995	Ley N° 1678. Ley de la Persona con Discapacidad
Brasil	24 de octubre de 1989	La Ley N° 7.853 - Sobre el Apoyo a las Personas Portadoras de Deficiencia, y sobre su Integración Social
	20 de diciembre de 1999	Reglamento de Ley 7.853 que define la Política Nacional para la Integración de las personas portadoras de deficiencia <a href="http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/decreto3298.pdf">http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/decreto3298.pdf</a>
Chile	2010	Ley N° 20.422 – que Establece Normas sobre Igualdad de Oportunidades e Inclusión Social de Personas con Discapacidad
Colombia	11 de febrero de 1997	Ley N° 361 por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación <a href="http://www.inci.gov.co/apc-aa-files/1bf6f0f413a6bcd8c53fc02b1507b997/ley_361_de_1997.pdf">http://www.inci.gov.co/apc-aa-files/1bf6f0f413a6bcd8c53fc02b1507b997/ley_361_de_1997.pdf</a>
	Última reforma 13 de julio de 2009	Ley 1316 por medio del cual se reforma Ley 361 de 1997 <a href="http://www.elabedul.net/Documentos/Leyes/2009/Ley_1316.pdf">http://www.elabedul.net/Documentos/Leyes/2009/Ley_1316.pdf</a> Otras disposiciones sobre discapacidad en Colombia <a href="http://www.icbf.gov.co/transparencia/derechobienestar/1608.html">http://www.icbf.gov.co/transparencia/derechobienestar/1608.html</a>
Costa Rica	18 de abril de 1996	Ley N° 7600 de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad <a href="http://www.uned.ac.cr/educacio/documents/LEY7600.pdf">http://www.uned.ac.cr/educacio/documents/LEY7600.pdf</a>
	23 de marzo de 1998	Decreto 26831, Reglamento a la Ley 7600 de Igualdad de Oportunidades para las personas con discapacidad <a href="http://www.colfar.com/descargas/legislacion/26831_Reglamento_Ley_7600.pdf">http://www.colfar.com/descargas/legislacion/26831_Reglamento_Ley_7600.pdf</a>
Cuba	1996	Resolución N° 4/96 para la creación el Consejo Nacional para la Atención a las Personas con Discapacidad (CONAPED)
Chile	5 de enero de 1994	Ley N° 19.284 Establece normas para la plena integración social de personas con discapacidad <a href="http://www.ciudadaccesible.cl/images/stories/otros_archivos/ley_19284.pdf">http://www.ciudadaccesible.cl/images/stories/otros_archivos/ley_19284.pdf</a>

Adaptación de (Stang, 2011) y PNUD-México (2011).



Por otra parte tomando en cuenta estas leyes, también existen desde los años 80 esfuerzos relacionados a la inclusión educativa a personas con discapacidades, específicamente en los Estados Unidos y en Europa (Infante, 2010)), sin embargo, durante las últimas décadas se plantea un nuevo desafío: hacer las prácticas inclusivas en educación accesibles a todas las personas (Infante, 2010; Quijano, 2008). Y para que esta educación se cumpla requiere reconocer las diferencias y hacerlas parte de la vida cotidiana.

Sin embargo, dentro de las escuelas estas diferencias pueden ser percibidas como un problema, siendo necesario que todos los alumnos trabajen y aprendan a partir de sus posibilidades, fomentando valores como la igualdad, la tolerancia, la participación, la socialización (Espinosa, Motos, Valdivieso y Poyasos, 2000).

En muchos países, para atender a niños con discapacidad, se desarrollaron escuelas y servicios educativos que solían responder al criterio de que la educación se organiza aparte para niños "regulares" y niños "especiales", creando así dos tipos de educación, regular y especial. Esto respondió a los objetivos propuestos, pero contribuyó a una segregación, la cual se estimaba indispensable para atender las necesidades educativas especiales de los niños con alguna discapacidad: "niños diferentes, educación diferente" (Van Steenland, 1991).

Sin embargo, la sociedad se reveló contra la exclusión a priori del alumno discapacitado del ambiente educativo normal, y reclamó el derecho de los niños con discapacidad, a participar en la vida social normal, a ser educado junto con los niños "normales" (Van Steenland, 1991).

En este sentido la discriminación a las personas con discapacidad puede ser calificada como directa o indirecta. Es del primer tipo cuando existen normas, procedimientos y/o prácticas que, de manera expresa, excluyen a las personas con discapacidad en base los motivos prohibidos anteriormente señalados. Es una discriminación indirecta cuando la distinción, en principio, aparece como neutra pero cuya aplicación en la realidad tiene efectos discriminatorios. Evidentemente, es más fácil detectar una discriminación directa a una de tipo indirecto que es más difícil de probar, más cuando genera una distinción desproporcionada pero no absoluta (Tomei, 2003).

Según Bregaglio y Constantino en el 2012 dicen que algunos de los elementos de toda educación inclusiva son la accesibilidad, disponibilidad, calidad y adaptabilidad.

Accesibilidad. Este elemento hace alusión al deber maximizar las oportunidades de acceso al sistema educativo, eliminando cualquier tipo de barreras que no estén justificadas. En este sentido la accesibilidad involucra tres dimensiones: a) el principio de no discriminación, b) la accesibilidad física, y c) la accesibilidad económica.

Disponibilidad. Se caracteriza por la obligación de garantizar la accesibilidad de centros de estudios, docentes y material educativo. Tales instituciones y bienes deben ser provistos en cantidad suficiente a la demanda que le es exigida por la sociedad.

Calidad. La educación que se debe brindar, además de ser accesible y disponible para todas las personas que deseen continuar con estudios superiores, debe ser de calidad. Es decir, que los contenidos impartidos sean de primer nivel. Tal exigencia lo es también para los alumnos de educación que tengan alguna discapacidad.

Adaptabilidad. La adaptabilidad es la obligación que tiene de garantizar una educación que responda a contextos socioculturales variados, dentro de los cuales se inserta la discapacidad.

## 2 Tipos de Discapacidades y su Clasificación

Durante muchos años, ha existido un interés particular por parte de Organismos Internacionales y de los Gobiernos de diferentes países en la búsqueda de mecanismos y la generación de legislaciones que permitan a las personas con discapacidad acceder a las mismas oportunidades.

Según la Convención Internacional de Derechos Humanos, las personas con discapacidad deben tener los mismos derechos universales como son: acceso a la salud, educación, trabajo, etc., así como derechos políticos, civiles, culturales, económicos, entre otros.

Uno de los principales obstáculos con los que se han enfrentado los Organismos Internacionales y Gobiernos para lograr la equidad e igualdad para las personas discapacitadas, es que las condiciones específicas de cada discapacidad, requiere condiciones particulares, que no pueden ser incluidas en ordenamientos generales, por lo que se ha trabajado arduamente en estudiar primeramente, dichas condiciones específicas para clasificarlas, así como la forma en que la sociedad puede favorecer el pleno desarrollo de las personas que las presentan.

Por lo anterior en el año 1980 la Organización Mundial de la Salud (OMS) generó la *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud* (CIF), con el objetivo de clasificar, brindar un lenguaje unificado y estandarizado y un marco conceptual que describa la salud y sus estados. La CIF ha sido aceptada como una de las clasificaciones sociales de la Naciones Unidas ya que incorpora *Las Normas Uniformes para la Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad*.

Dentro de la CIF se manejan dos modelos para explicar y entender la discapacidad, el primero, es el modelo médico que maneja la discapacidad como “un problema de la persona directamente causado por una enfermedad, trauma o condición de salud, que requiere de cuidados médicos prestados en forma de tratamiento individual por

profesionales”, dicho tratamiento pretende curar la condición o al menos, que se tenga una mejor adaptación o cambio de conducta. El segundo, es el modelo social, que ve a la discapacidad como un problema totalmente social, es decir, que la sociedad es la que pone las barreras que impiden que la persona que la presentan, se desarrolle de una forma natural en el entorno, dichas barreras van desde la discriminación o menosprecio, hasta el no contar con condiciones apropiadas de infraestructura. En la CIF se clasifican las discapacidades en un primer nivel de acuerdo a los siguientes componentes: Función corporal, estructura corporal, actividades y participación y factores ambientales.

Dentro la función corporal se identifican: las funciones mentales, las funciones sensoriales y el dolor; las funciones de los sistemas cardiovascular, hematológico, inmunológico y respiratorio; funciones de los sistemas digestivo, metabólico y endocrino; funciones genitourinarias y reproductoras; funciones neuromusculoesqueléticas y relacionadas con el movimiento, así como las funciones de la piel y estructuras relacionadas.

En las estructuras corporales, se encuentran: estructuras del sistema nervioso; el ojo, el oído y estructuras relacionadas; estructuras involucradas en la voz y el habla; estructuras de los sistemas cardiovascular, inmunológico y respiratorio; las estructuras relacionadas con los sistemas digestivo, metabólico y endocrino; estructuras relacionadas con el sistema genitourinario y el sistema reproductor; estructuras relacionadas con el movimiento, así como la piel y estructuras relacionadas.

En actividades y participación, se clasifican: el aprendizaje y aplicación del conocimiento; las tareas y demandas generales; la comunicación; la movilidad; el autocuidado; la vida doméstica; las interacciones y relaciones interpersonales; las áreas principales de la vida y la vida comunitaria, social y cívica.

Por último dentro de la clasificación de factores ambientales se encuentran: productos y tecnología; entorno natural y cambios en el entorno derivados de la actividad humana; apoyo y relaciones; actitudes; así como servicios, sistemas y políticas.

Actualmente las políticas públicas se basan ampliamente en el modelo social, y buscan generar condiciones adecuadas que permitan a las personas con discapacidades desarrollarse de una forma más natural en el entorno.

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el mundo existen 285 millones de personas con discapacidad visual, y 39 millones de ellas, presentan ceguera total (OMS, 2014).

En este sentido, el Instituto Nacional de Estadísticas de Venezuela (INE), indica que en el país existen 454.997 personas con discapacidad visual total, representando el 1,68% de la población (INE, 2014), de igual forma, el Instituto Nacional de Estadísticas

y Geografía Mexicano (INEGI), reporta 1.561.466 personas con discapacidad visual total, representando el 1,27.% de la población mexicana (INEGI, 2014).



Fig. 1. Representación de las discapacidades.

Además de la discapacidad visual, es necesario considerar la amplitud de los aportes realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual publicó la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF) en el año 2001.

Como se puede ver, la figura 2 muestra la clasificación de las discapacidades de manera general según la OMS, donde estas se dividen en: sensoriales, motoras e intelectuales. A su vez las discapacidades sensoriales se sub-clasifican en: auditivas y visuales.

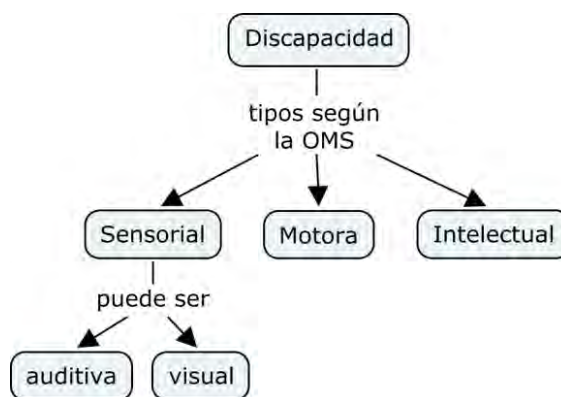


Fig. 2. Clasificación de los tipos de discapacidad según la OMS.

La figura 3 muestra la clasificación de las discapacidades auditivas, en las que se toma como base para su clasificación: el momento en el que aparecen, el grado en el que se presentan y el lugar en el que se centra la lesión.

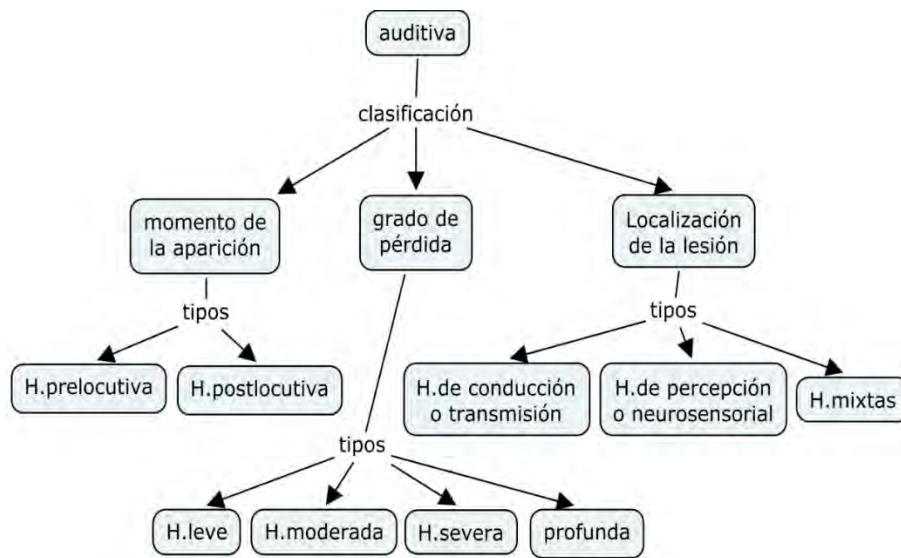


Fig. 3. Clasificación de las discapacidades auditivas.

La figura 4 muestra la clasificación de las discapacidades visuales. Esta clasificación está dividida en 3 factores principales, que son: cuantitativa (grado en que se presenta la discapacidad), clínica y topográfica.

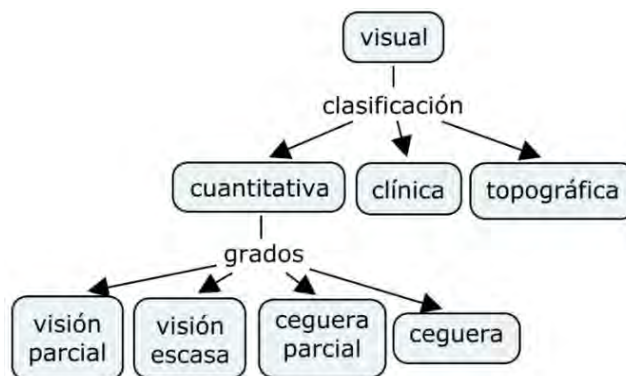


Fig. 4. Clasificación de las discapacidades visuales.

Dentro de la clasificación de discapacidades motoras y como se puede ver en la figura 5, la sub-clasificación se base en 3 principios que son: la fecha de aparición (que puede ir desde el nacimiento hasta un problema degenerativo que se tenga a lo largo de la vida), la localización topográfica (que se puede ver como el grado de lesión) y por su origen (ya que puede ser cerebral, espinal, muscular u óseo-articular).

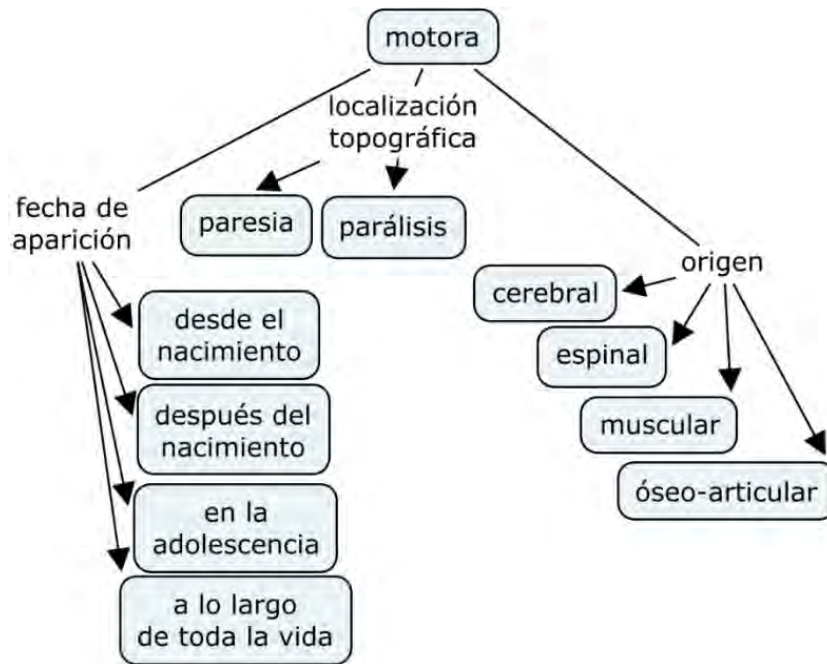


Fig. 5. Clasificación de las discapacidades motoras.

Por último y como se puede ver en la figura 6, se tiene la clasificación de discapacidades intelectuales. Esta viene dada principalmente por el grado de afectación y se clasifica en: límite, ligera, moderada o media, severa y profunda; donde por ejemplo en el grado límite es casi imperceptible la afectación y llega hasta un grado severo en el cual la incapacidad es casi total.

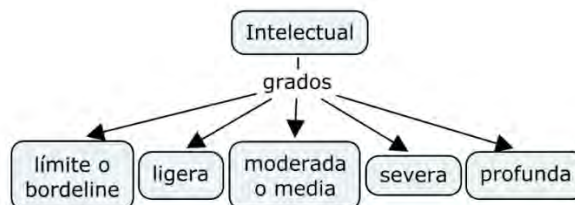


Fig. 6. Clasificación de las discapacidades intelectuales.

### **3 Trabajos en Latinoamérica sobre la inclusión de las Personas con Discapacidades**

La inclusión puede verse desde varios ámbitos y cómo podemos observar en (Samaniego, 2006), los resultados obtenidos en el Monitoreo Internacional de los Derechos de las Personas con Discapacidad (CIR/IDRM, 2004), reporta que las protecciones legales para las personas con discapacidades es adecuada en los diferentes países, ya que existe una normativa y en ningún caso se señala un vacío legal. Aquí se puede observar que en el ámbito de educación y empleo, en la mayoría de países (61,11%), hay normativas específicas con miras a una inclusión educativa y esfuerzos por lograr la inserción laboral en términos legales.

En esta sección mostraremos algunos de los trabajos sobre la inclusión de personas con discapacidad en instituciones educativas en países de Latinoamérica como son Brasil, Chile, Cuba, México y Venezuela.

Gloria Pérez (2014), indica que el Sistema Educativo Universitario venezolano, no ha sido ajeno a la realidad de estudiantes con discapacidad, como resultado la oferta educativa ha experimentado cambios y la necesidad de estudiar la realidad de la educación universitaria como espacio inclusivo de la diversidad estudiantil y del docente universitario como facilitador del proceso de construcción del conocimiento en los estudiantes con alguna discapacidad.

De igual forma, Pérez (2014) realizó un estudio donde muestra algunas de las experiencias sobre el tema de la inclusión en las Universidades de Venezuela, muestra los trabajos de Lucía Pestana en el 2005, quien realiza estudio sobre la Integración de Personas con Discapacidad en la Educación Superior en Venezuela de 4 Universidades y concluye que las instituciones de Educación Superior Venezolanas no garantizan la permanencia y el buen desempeño estudiantil de las personas con discapacidad, así mismo que los mecanismos de ingresos a las instituciones no están adaptados a los requerimientos de este grupo de personas, al igual que, existe una inadecuada infraestructura institucional y carencia de equipo tecnológico que faciliten la prosecución académica. Por otra parte menciona el estudio de González realizado en el 2009 sobre los lineamientos y políticas institucionales para la permanencia del estudiante con discapacidad en el Instituto Pedagógico de Caracas de la UPEL. Dentro de los hallazgos plantea que la universidad ofrece acceso a los estudiantes con discapacidad, pero sin tener una estructura física y administrativa adecuada, y plantea que para poder hablar de una universidad inclusiva es necesario lineamientos y políticas de permanencia para los estudiantes con discapacidad. Por último se refiere al trabajo de Aramayo en el 2005 en la Universidad Central de Venezuela (UCV), incluye el recorrido de personas con discapacidad en esta institución el cual data de 1982, con variadas acciones de sensibilización y organización. El autor, a manera de reflexión concluye indicando que “Los aciertos y desaciertos..., lo hecho o dejado de hacer, siempre tendrán un balance más positivo que negativo” (Pérez, 2014).

En Pérez (2016), se habla de la inclusión de las personas con discapacidad en la educación superior en México, sin embargo hace un análisis comparativo con otros países de América Latina, menciona que en el 2013 solo el 1% de estas personas ingresaban a los estudios de nivel superior pero solo el 0.2% egresa. Se muestran datos estadísticos que dicen que en el 2010 Brasil tenía en su población estudiantil un 6.2% mientras que México en el 2012 contaba con el 5.2%, pero el país con mayor porcentaje en el 2012 es Chile con un 9,8%.

Concretamente, en el año 2009, la UCV aprobó la Resolución 3745: Medidas de acción afirmativas para el ingreso de las personas con discapacidad a la educación universitaria, en la cual se estableció una cuota mínima equivalente al 1% del total de las plazas en todas y cada una de las carreras universitarias para el ingreso de personas con discapacidad.

En el caso de discapacidad visual, uno de los objetivos primordiales es el dominio de la lectoescritura por todas las personas, y así las personas sin discapacidad visual, puedan entender las necesidades y formas de comunicación escrita de sus compañeros con discapacidad visual.

En Latinoamérica hay experiencias interesantes, como la llevada adelante en las bibliotecas del estado de Cienfuegos, en Cuba, donde la inclusión social no es solo de invidentes, sino de todas las personas, y donde enseñan el manejo de herramientas para personas con discapacidad visual, como el lenguaje Braille (Madrazo, 2013).

Otras experiencias las adelanta la Fundación Carla Sofía Miliani Mora (Fundacasomi), institución venezolana, privada sin fines de lucro que brinda apoyo y orientación a las familias de niños con limitación visual y comprometida con la Prevención Primaria de la Ceguera Infantil por Retinopatía del Prematuro (ROP, por su siglas en inglés). Fundacasomi apuesta por la enseñanza del lenguaje Braille a niños y adolescentes sin discapacidad visual (Fundacasomi, 2015).

Los jóvenes en Fundacasomi han expresado: "Es importante que los normo videntes en una familia donde exista un niño con discapacidad visual aprendan el braille, porque así les brindan apoyo en su vida escolar, en su vida cotidiana y le siembran las bases de la seguridad para que en un futuro puedan valerse por sí mismos. Recordemos que mientras más herramientas y apoyo le demos a estos pequeños más fácil será su integración a la sociedad", "creo que las personas con la condición de ciegos necesitan igualdad. Escribir y leer han sido dos formas de expresión muy antiguas y útiles. El sistema braille capta todas estas necesidades. Las personas videntes deberían aprender este sistema, así cada día más la sociedad integrará a más personas ciegas" (Fundacasomi, 2015).



#### **4 Software de apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje para personas con discapacidades**

Desde el punto de vista tecnológico, se tienen innumerables investigaciones que enfocan sus esfuerzos en generar productos que sirvan como herramientas didácticas de apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje o en un aprendizaje autodidacta. Por ejemplo se tienen los Recursos Educativos Abiertos (REA) los cuales favorecen el proceso enseñanza-aprendizaje, se encuentran disponibles para el público en general y aun cuando están licenciados bajo esquemas que protegen la propiedad intelectual, permite su uso de forma pública y gratuita, así como la generación de obras derivadas. Los REA pueden ser recursos como: cursos completos, materiales, módulos, libros, video, exámenes, software y cualquier otro que sea empleado para apoyar el acceso al conocimiento. Basado en estos se tiene por ejemplo el desarrollo de un Recurso Educativo Abierto Inteligente para la enseñanza del sistema de lectoescritura braille y que sigue los lineamientos de REA. Se tienen desarrollos que se apoyan de la Realidad Aumentada (RA), por ejemplo, para personas con discapacidades físicas, donde la RA permite una libertad de movimiento dentro de un ambiente virtual que le ofrece a las personas una mayor autonomía y libertad, ya que le permite la interacción con diversos contenidos en ambientes controlados, estos sistemas tienen el objetivo de enseñar a personas normales este lenguaje para que tengan la capacidad de trabajar con personas con este tipo de discapacidad.

En Venezuela, existen algunas experiencias en el desarrollo de aplicativos que pueden contribuir positivamente en el proceso de enseñanza y aprendizaje de personas con discapacidad, específicamente, en la discapacidad visual.

En el año 2011, Silva, Hernández y Corrales (2011) desarrollaron un Patrón Tecnopedagógico para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje Orientados a Estudiantes Universitarios con Capacidad Visual Disminuida. Este trabajo incluyó tanto el patrón de interfaz como el patrón pedagógico del mismo.

Posteriormente, en 2015, Silva y Ponce (2015), desarrollaron el software RBraiLe: Recurso Educativo Abierto, basado en Reglas Inteligentes para Lectura Braille. Específicamente dirigido a enseñar el braille a los docentes universitarios, de tal manera que facilite la comunicación con sus discentes ciegos y posee comportamiento inteligente para guiar el aprendizaje del usuario de manera más eficiente.

De igual forma, estos autores, plantearon el BER2: Recurso Educativo de Braille con Realidad Aumentada, con la idea de incentivar y motivar a los niños normo videntes, al aprendizaje del braille, y acercarlos a las actividades y materiales de los niños con discapacidad visual, para favorecer un aprendizaje cooperativo, basado en experiencias comunes, y no desarrollar materiales solo para niños con discapacidad, hecho que no ayuda a la integración y contribuye a la segregación.

## **5 Conclusiones**

En la actualidad existe un gran porcentaje de la población con discapacidades diferentes, las cuales van de discapacidad motriz, visual, mental, etc., las cuales pueden ser desarrolladas por cuestiones biológicas o por sufrir algún accidente, este sector de la población ese considera vulnerables y muchas veces son marginados socialmente en las familias, trabajo, educación, etc.

Como se puede ver a nivel América Latina podemos encontrar que muchos países ya cuentan con leyes que se refieren a la inclusión de las personas con discapacidad como son Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Venezuela entre otros, sin embargo existen países que no aparecen en los estudios relacionados con países que han legislado sobre las personas con discapacidades a nivel América Latina como es el caso de Haití.

La realidad de la inclusión de personas con discapacidad en ambientes de educación superior a nivel Latinoamérica es que aunque existen marcos legales en algunos de ellos desde hace más de 30 años, aun hoy en día el 90% de las instituciones a nivel Latino América no están preparadas desde diferentes puntos de vista como son: la capacitación de los profesores, las políticas institucionales, la falta de infraestructura, entre otras.

Una de las primeras respuestas en algunos países fue crear grupos de educación especial pero esto por su misma concepción es visto como un tipo de discriminación

Se pueden ver algunas acciones en diversas Universidades pero son muy específicas, y se enfocan solo a ciertas discapacidades.

En el área educativa, las instituciones comprometidas con la inclusión, han comenzado desde hace algunos años a generar condiciones para lograr la inclusión de personas con discapacidades específicas. Dentro de estas discapacidades se encuentran las funciones mentales y sensoriales, estructuras como la vista, el oído y las relacionadas con el movimiento, las actividades de aprendizaje y aplicación del conocimiento, la vida comunitaria, social y cívica, así como los servicios proporcionados y el uso de la tecnología en el proceso de aprendizaje.

Basado en el modelo social, el profesor debe buscar estrategias que permitan a los alumnos con discapacidad, sentirse incluidos y en igualdad de condiciones que sus compañeros. Dentro de estas estrategias, se encuentran por ejemplo para alumnos con un discapacidad auditiva, el tener acceso a los materiales de clase por adelantado, el que el docente apoye su clase en materiales visuales como son: diagramas, presentaciones o videos subtítulos, el ofrecer lugares en primera fila, el hablar de frente a ellos para aprovechar la lectura de los labios, entre otros.

## Referencias

1. Aramayo, M. (2005). La Discapacidad: construcción de un modelo teórico venezolano. Caracas: Fondo Editorial de la Facultad de Medicina.
2. Bregaglio R. Y Constantino R (2012). LA EDUCACIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN LA UNIVERSIDAD: EL CASO DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. Instituto de Democracia y Derechos Humanos (IDEHPUCP).
3. Espinosa, F. Motos, I., Valdivieso, S. Y Poyatos, A. (2000). En la información reside la tolerancia: una actividad de acercamiento al braille con niños videntes. Integración, Revista sobre Ceguera y Deficiencia Visual. Num 32. Pp. 32-41, ISSN: 0214-1892. Recuperado en 05 de mayo de 2015, de: [http://www.once.es/new/servicios-especializados-en-discapacidad-visual/publicaciones-sobre-discapacidad-visual/nueva-estructura-revista-integracion/copy\\_of\\_numeros-publicados/integracion-pdf/Integracion-32.pdf](http://www.once.es/new/servicios-especializados-en-discapacidad-visual/publicaciones-sobre-discapacidad-visual/nueva-estructura-revista-integracion/copy_of_numeros-publicados/integracion-pdf/Integracion-32.pdf).
4. Fundacasomi (2015). Fundación Carla Sofía Miliani Mora. 2 de abril de 2015 [En línea] Disponible en: <http://www.fundacasomi.org/>.
5. González, M. (2009). Lineamientos y Políticas Institucionales para la permanencia de los estudiantes con discapacidad en el Instituto Pedagógico de Caracas. Tesis de Grado
6. INE (2014). Personas según discapacidad visual. Instituto Nacional de Estadística de la República Bolivariana de Venezuela: Boletín estadístico 2011, mayo de 2014, [En línea] Disponible en: [http://www.ine.gob.ve/documentos/Demografia/censodepoblacionyvivienda/xls/cuadrosresumencenso2011/municipiosparroquias/Discapacidad\\_Visual.xlsx](http://www.ine.gob.ve/documentos/Demografia/censodepoblacionyvivienda/xls/cuadrosresumencenso2011/municipiosparroquias/Discapacidad_Visual.xlsx).
7. INEGI (2015). Personas con discapacidad visual. Instituto Nacional de Geografía y Estadística de la República de México. Boletín estadístico 2010, marzo de 2015, [En línea] Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/Default.aspx?C=27303&s=est>.
8. Infante, M. (2010). Desafíos a la Formación Docente: Inclusión Educativa. Estudios pedagógicos (Valdivia), 36(1), 287-297.
9. Ocampo, G. (2011). Inclusion de estudiantes en situación de discapacidad en la educación superior: desafíos y oportunidades
10. ONU (2006). Resolución de la Convención de las Naciones Unidas sobre los derechos de las personas con discapacidad, 2006. 10 de junio de 2014 [En línea] Disponible en: <http://www.un.org/spanish/disabilities>.
11. Pérez G. (2014). La inclusión educativa de personas con discapacidad: un reto para el docente universitario Primera Parte. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires Argentina, Noviembre.
12. Pérez J. (2016). La inclusión de las personas con discapacidad en la educación superior en México. Sinéctica, 46. Recuperado de: <https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/article/view/614>
13. PNUD-Mexico (2011). Compendio de Legislación sobre Discapacidad, Marco Internacional, Interamericano y de América Latina. Disponibles en: <http://www.larediberoamericana.com/wp-content/uploads/2012/07/Compendio-leyes-discapacidad-en-AmL.pdf>

14. Quijano, G. (2008). La Inclusión: un Reto para el Sistema Educativo Costarricense. *Revista Educación* 32(1). Pp.139-155, ISSN: 0379-7082
15. Samaniego P. (2006). Aproximación a la Realidad de las Personas con Discapacidad en Latinoamérica. Editada: Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad (CeRMi), Madrid.
16. Silva , A.; Hernández Y. y Corrales M. (2011). Patrón Tecno-pedagógico para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje Orientados a Estudiantes Universitarios con Capacidad Visual Disminuida. *Docencia Universitaria*, Vol. 12. Issue 1. Pages 55.
17. Silva, A. Y Ponce, J. (2015). BER2: Recurso Educativo de Braille con Realidad Aumentada. *Conferencias LACLO*. Vol. 6, N 1, Pp. 207
18. Silva, A. Y Ponce, J. (2015). RbraiLe: OER Based on Intelligent Rules for Reading Braille. *Revista Vínculos: Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Vol.20, Num 1. (2015). ISSN: 1794-211X, e-ISSN: 2322-939X.
19. Stang M. (2011). Las personas con discapacidad en América Latina: del reconocimiento jurídico a la desigualdad real, CEPAL, Publicación de las Naciones Unidas Chile.
20. Tomei, M.(2003). Análisis de los conceptos de discriminación y de igualdad en el trabajo. En: *Revista internacional del Trabajo*, vol. 122, n°4, p. 443.
21. UCV (2016). UCV Noticias. 23 e marzo de 2014. [En Línea] Disponible en: <http://ucvnoticias.ucv.ve/?P=23034>.
22. UNESCO, (1998). “Estudio Temático para la Evaluación de EPT 2000: Participación en la Educación para Todos: La Inclusión de Alumnos con Discapacidad”. Santiago, Chile.
23. UNESCO (2013). “Educación Inclusiva”. ID: 8109. Consultado de [http://portal.unesco.org/geography/es/ev.php-URL\\_ID=8109&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/geography/es/ev.php-URL_ID=8109&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html) en enero del 2016.
24. Van Steenland, D (1991). La integración de niños discapacitados a la educación común. Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe (OREALC). Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000884/088454so.pdf>



## **Factores que Determinan la Calidad en Objetos de Aprendizaje para Personas con Discapacidad Visual Integrando un Enfoque a Servicios**

César Eduardo Velázquez Amador, Francisco Javier Álvarez Rodríguez, Jaime Muñoz Arteaga, Juan Pedro Cardona Salas, María Dolores Torres Soto

Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Av. Universidad 940, Col. Ciudad Universitaria, C.P. 20100, Aguascalientes, Ags., México.

vace555@hotmail.com, {fjalvar,jmunozar,jpcardon,mdtorres}@correo.uaa.mx

**Resumen.** El determinar la calidad en Objetos de Aprendizaje presenta una complicación especial, esto debido a que deben ser consideradas las características de una aplicación de software y de un elemento instruccional; lo anterior se complica aún más al entrar el tema de la discapacidad, ya que hay factores que deben cuidarse de manera especial. El presente capítulo tiene el objetivo de presentar al lector los factores principales que deben ser considerados al desarrollar Objetos de Aprendizaje para personas con discapacidad visual. Los instrumentos para determinar la calidad en Objetos de Aprendizaje por lo general consideran solo la perspectiva del experto en el área, sin considerar la opinión del usuario, razón por la cual, se propone el integrar en la determinación de la calidad aspectos de la teoría de servicios, esto con la finalidad de generar Objetos de Aprendizaje que también proporcionen una mayor satisfacción de uso al estudiante. En el capítulo se presentan también ejemplos de las preguntas que se pueden emplear para medir los factores de calidad propuestos.

### **1 Introducción**

Con la finalidad de comenzar adecuadamente el presente capítulo es necesario definir algunos conceptos básicos como son: el de Objeto de Aprendizaje, Teoría de Servicios, Servicio, Calidad del Servicio y temáticas como la aplicación del e-learning a la discapacidad.

El término Objeto de Aprendizaje (en inglés Learning Object) fue popularizado en 1994 por Wayne Hodgins cuando nombró al grupo de trabajo CedMA “Learning Architectures, APIs and Learning Objects”. No existe una definición completamente aceptada del término Objeto de Aprendizaje (OA), una definición es: “Es una entidad digital o no digital, la cual puede ser usada, reusada o referenciada durante el aprendizaje soportado por la tecnología” [1]. Existen 3 características básicas de un

objeto de aprendizaje: Accesibilidad, Reusabilidad/Adaptabilidad e Interoperabilidad [1].

En la propuesta presentada se ha integrado la Teoría de Servicios, esto con la finalidad de vincular estrechamente al estudiante (usuario) en la determinación de la calidad del OA.

La Teoría de Servicios se refiere a todo aquello que es permanente y normal en la producción de un servicio [2]. Los servicios pueden ser definidos como la aplicación de competencias para el beneficio de otro, significando que un servicio es un tipo de acción, desempeño, o promesa que es intercambiada por valor entre el proveedor y el cliente [2].

Con relación a la calidad del servicio, esta se puede definir como la diferencia entre las expectativas del cliente sobre el servicio y el servicio percibido. Si las expectativas son mayores que el rendimiento, entonces la calidad percibida es menos que satisfactoria y por lo tanto se produce la insatisfacción del cliente [3], [4].

En el contexto del e-learning, se puede considerar a los estudiantes como el cliente final, ya que la satisfacción con un producto/servicio educativo es una de las consecuencias del intercambio entre los sistemas de e-learning y los estudiantes [5].

El empleo de un enfoque basado en servicios en la creación de un modelo que explique la calidad en OAs, se espera brinde una mayor satisfacción al usuario, esto debido a que la evaluación los tratará no simplemente como un producto, sino como un servicio. El modelo presentado en este capítulo, se vincula con la teoría de servicios, esto permite considerar el punto de vista del estudiante, como lo expresa Jim Spohrer del Centro de Investigación de IBM en Almaden “Es deseable que los estudiantes, que experimentan el servicio de primera mano usen medidas cualitativas para medir la calidad del servicio” [2].

El E-learning o aprendizaje en red mediado por computadora, tiene el potencial de ofrecer un alto nivel de personalización para personas con discapacidad. El e-learning accesible es una aplicación atractiva que proporciona un objetivo crítico para un gran número de tecnologías de la información emergentes, como son la web semántica, agentes inteligentes, y servicios web adaptativos [22].

La optimización del aprendizaje de forma individual para cada alumno en un entorno de e-learning depende de uno o ambos de los siguientes componentes: (a) componentes que son transformables y / o (b) un nivel suficientemente amplio de componentes alternativos combinados con mecanismos para hacer coincidir los componentes adecuados para el alumno [22]. Los componentes transformables incluirían los siguientes:

- Interfaces de usuario que soportan más que solo los dispositivos convencionales de entrada y de visualización (Los dispositivos convencionales son el teclado, el ratón, la pantalla y los altavoces).
- Contenido que puede ser susceptible a rediseño, este debe estar suficientemente estructurado para permitir la reorganización y debe contener adecuadas etiquetas informativas (es decir, metadatos) de manera que permitan el reúso y el replanteamiento (cambio de propósito).

- Las actividades y aplicaciones que pueden ser presentadas y controladas en un gran número de formas y se pueden completar con una gran variedad de contenidos.
- Sistemas de gestión del aprendizaje o del conocimiento que implementen una gran variedad de ontologías y reglas [22].

Si el e-learning es diseñado e implementado correctamente puede eliminar de manera efectiva todas las barreras que los estudiantes con discapacidad han enfrentado en entornos de aprendizaje tradicionales [22].

El lograr la accesibilidad de las personas con discapacidad a los recursos educativos electrónicos entre ellos incluidos los objetos de aprendizaje, ha sido uno de los objetivos seguidos por varias iniciativas y organizaciones a nivel internacional.

Las directrices de la Iniciativa para la Accesibilidad en Web (WAI) son el resultado del compromiso adoptado por la World Wide Web Consortium (W3C) de promover el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) entre las personas con discapacidad. Colaborando con organizaciones de todo el mundo, están realizando un gran esfuerzo para promover la accesibilidad, principalmente en la Internet a través de cinco áreas principales de trabajo, investigación y desarrollo, las cuales son: tecnología, directrices, herramientas, educación y contacto. [19], [20]. Sus mejores resultados son la publicación y el amplio uso de sus directrices:

- Directrices para la Accesibilidad de Contenidos Web 1.0 (WCAG) Explica en detalle cómo hacer un sitio Web accesible para las personas con una variedad de discapacidades.
- Directrices de Accesibilidad para Herramientas de Autor 1.0 (ATAG) Para los desarrolladores de software, explica cómo hacer a una variedad de herramientas de autor el soporte para la producción de contenido Web accesible, y también como hacer así mismo accesible el software de desarrollo.
- Directrices de Accesibilidad para Agentes de Usuario 1.0 (UAAG) Para los desarrolladores de software, explica cómo hacer accesibles navegadores, reproductores multimedia y tecnología de asistencia que sirve como interface con los anteriores.
- Directrices de Accesibilidad para XML (XMLAG) Para desarrolladores de aplicaciones basadas en XML, explica como asegurar que las aplicaciones basadas en XML soporten accesibilidad [19].

El Consorcio Global de Aprendizaje IMS [21] ha publicado directrices específicas para desarrollar aplicaciones de aprendizaje y contenidos accesibles. Ellos han proporcionado especificaciones para organizar la información del estudiante (Sistema Profiles and enterprise de IMS), intercambio de contenidos y medición con cualquier LMS (Content Packaging and IMS Question & Test Interoperability de IMS) y describe recursos de aprendizaje creados y usados en diferentes LMS (Metadato de Recursos de Aprendizaje de IMS) [19].



## 2 Problema

Los Objetos de Aprendizaje son elementos que debido a su naturaleza presentan dificultades especiales al momento de su evaluación, ya que poseen tanto características de una aplicación de software como de un elemento instruccional [6]. La tarea de la determinación de la calidad en OAs se ha abordado de distintas formas, una de las más populares es el uso de instrumentos como el LORI [7], el cual permite realizar esta valoración desde la perspectiva del experto en el área, el problema que presenta esta evaluación es la falta de retroalimentación por parte del usuario. Otras propuestas de evaluación presentan un grupo de instrumentos y un proceso, como es el caso del trabajo de Erla Morales [8], pero al no considerar el punto de vista del estudiante, se pierde la posibilidad de obtener información de las deficiencias o errores detectados por el usuario [9]. Con el objetivo de dar solución al problema anterior, se ha propuesto el integrar la Teoría de Servicios en la Determinación de la Calidad de OAs. Una vez definido un modelo que explique la calidad en OAs integrando un enfoque a servicios, es posible determinar los factores principales a considerar para lograr una mayor satisfacción con las personas con discapacidad visual.

## 3 Propuesta y Resultados

Para definir el Modelo para Determinar la Calidad en Objetos de Aprendizaje Integrando un Enfoque a Servicios, primeramente se hizo una extensa búsqueda de investigaciones similares en libros, bibliotecas electrónicas, memorias de congresos, trabajos de tesis y referencias de Internet, en las que se hubiera integrado la Teoría de Servicios en la Determinación de la Calidad en el e-learning de manera general, pero dando prioridad en los trabajos del área de Objetos de Aprendizaje. Los artículos más relevantes encontrados se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Estudios base de la Investigación.

Estudios Base	
1	Byoung-Chan Lee, Jeong-Ok Yoon e In Lee, Learners' acceptance of e-learning in South Korea: Theories and results [10].
2	Parasuraman, Valarie A. Zeithaml y Arvind Malhotra, E-S-QUAL A Multiple-Item Scale for Assessing Electronic Service Quality [11].
3	Emmanouil Stiakakis y Christos K. Georgiadis, E-service quality: comparing the perceptions of providers and customers [12].
4	Roach, V. y Lemasters L., Satisfaction with online learning: A comparative descriptive study [13].
5	Robin Kay y Liesel Knaack, Investigating the Use of Learning Objects for Secondary School Mathematics [14].

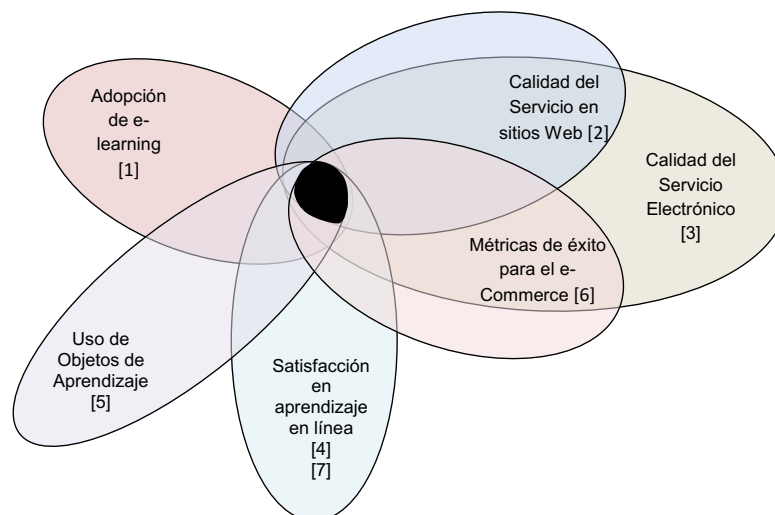
6	DeLone W. H. y McLean E. R. T., The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update [15].
7	Mercado del Collado Ricardo y López Granados Mónica, Investigación institucional en el Instituto Consorcio Clavijero [16].

En los estudios presentados en la Tabla 1, se aborda la Calidad del Servicio en el e-learning y en los servicios electrónicos (No se encontraron investigaciones específicamente en el área de objetos de aprendizaje en las cuales se hubiera considerado la teoría de servicios). Una vez terminada la búsqueda de trabajos similares, se analizaron, con la finalidad de hacer la propuesta formal del Modelo.

El Modelo tuvo su origen en la intersección de las áreas mostradas en la Figura 1. Cada una de las áreas estudiadas (Adopción de e-learning, Calidad del Servicio en sitios Web, Calidad del Servicio Electrónico, Satisfacción en aprendizaje en línea, Uso de Objetos de Aprendizaje, Métricas de éxito para el e-Commerce) cuenta con una o más investigaciones que han definido instrumentos de medición de la satisfacción (Tabla 1), estos estudios en su conjunto sirven como sustento para el modelo propuesto en esta investigación.

El Modelo consta de los constructores Calidad del Sistema, Calidad de Información, Calidad del Servicio y el Constructor Gozo, como parte de los elementos independientes; como parte de los elementos dependientes encontramos el Constructor Calidad Percibida del OA y el Constructor Satisfacción Obtenida (Figura 1).

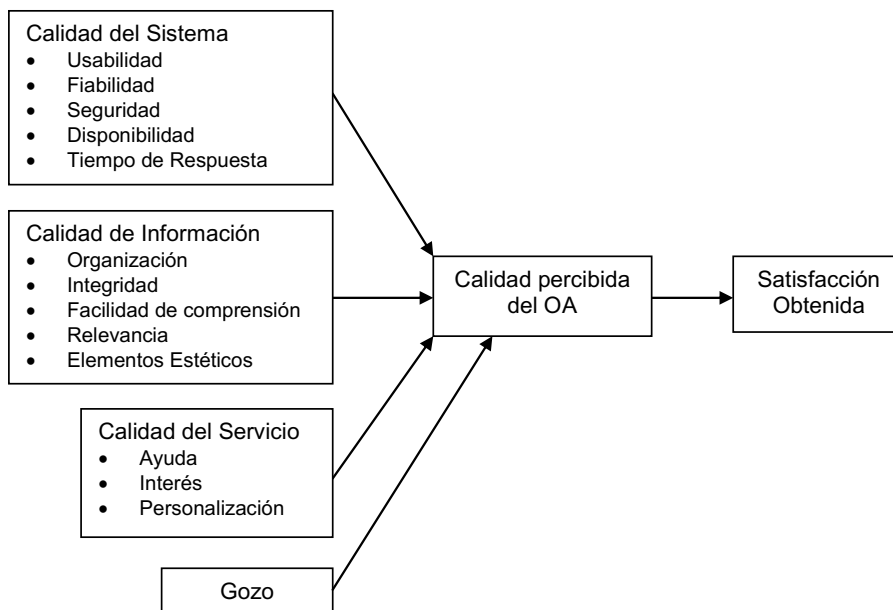
El constructo calidad del sistema se conforma de las variables Tiempo de respuesta, Usabilidad, Fiabilidad, Disponibilidad y Seguridad. El constructo calidad de la información se conforma de las variables Organización, Integridad, Facilidad de comprensión, Relevancia y Elementos estéticos. El constructo calidad del servicio se conforma de las variables ayuda, interés y personalización (Figura 2).



**Fig. 1.** Áreas consultadas en la investigación.

El Modelo propuesto se encuentra diseñado para explicar la calidad en objetos de aprendizaje de tipo agregado (granularidad gruesa), en los cuales se integren distintas actividades de aprendizaje, evaluación y colaboración.

Con la finalidad estudiar la correlación sobre los constructos del modelo, se aplicó un instrumento desarrollado para determinar la importancia percibida sobre los factores que se propone pueden explicar la Calidad en Objetos de Aprendizaje considerando un Enfoque a Servicios. La aplicación del instrumento se hizo a finales del 2011 a 41 estudiantes de quinto semestre de la carrera de Ingeniero en Sistemas Computacionales y a 59 estudiantes de primero, quinto y séptimo semestre de la carrera de Licenciado en Tecnologías de Información de la Universidad Autónoma de Aguascalientes; de igual forma participaron 5 profesores de diversas instituciones (tanto nacionales como extranjeras) con amplia experiencia en el desarrollo y uso de OAs, para dar un total de 105 participantes. Para la aplicación del instrumento era necesario tener la seguridad de que el estudiante tuviera el conocimiento de que son los Objetos de Aprendizaje, para lo cual previamente se realizó una presentación sobre el tema, aún cuando el estudiante ya hubiera trabajado previamente con OAs.



**Fig. 2.** Modelo para Determinar la Calidad en Objetos de Aprendizaje Integrando un Enfoque a Servicios.

Para determinar la percepción de la importancia de cada factor se empleó una escala de Likert de 7 puntos, correspondiendo el 7 a completamente importante y el 1 a completamente no importante. Se eligió una escala de 7 puntos debido a que la aplicación del instrumento se pensó para estudiantes de nivel superior y para expertos en objetos de aprendizaje. Los resultados se capturaron y analizaron con el SPSS ver 12.

Se aplicó un estudio de correlación sobre los datos obtenidos; del estudio realizado sobre todas las variables, se encontró una correlación positiva entre una gran cantidad de las mismas. Acto seguido, se aplicó un estudio de correlación sobre cada uno de los constructores que definen el Modelo, esto con la finalidad de determinar los coeficientes de correlación y el nivel crítico entre las variables que integran cada constructor.

Se encontró que todas las preguntas de los constructores Calidad del Servicio, Satisfacción Obtenida y Gozo presentan una relación lineal significativa entre sí, es decir, se correlacionan significativamente.

La mayor parte de las preguntas de los constructores Calidad del Sistema, Calidad Percibida del OA y Calidad de Información presentan una relación lineal significativa, por lo que se correlacionan significativamente. Los rangos de valores en los que se encuentra el coeficiente de correlación de Pearson por constructor se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados del Estudio de Correlación sobre los constructores del Modelo Conceptual Inicial.

Constructor	Rango de Valores del Coeficiente de Correlación de Pearson
Calidad del Sistema	0.27 a 0.44
Calidad de Información	0.19 a 0.47
Calidad Percibida del OA	0.34 a 0.62
Calidad del Servicio	0.25 a 0.57
Gozo	0.28 a 0.44
Satisfacción Obtenida	0.54

Dentro del constructor de Calidad del Sistema, la variable Seguridad no se correlacionó con las demás variables y en el constructor Calidad de Información, la variable Elementos Estéticos no se correlacionó con siete preguntas del constructor (de un total de 14).

Una posible explicación a la falta de correlación de la variable Seguridad puede deberse a que la Privacidad (la protección de la información personal) y la Seguridad

(protección de los usuarios contra los riesgos de fraude y pérdidas financieras) han demostrado empíricamente tener un fuerte impacto en la actitud hacia el uso de servicios financieros en línea [17], pero esto pudiera ser distinto para aplicaciones educativas en las cuales pueden variar las prioridades del usuario.

### 3.1 Factores a Considerar Para Las Personas Con Discapacidad Visual

El considerar todos los factores del modelo propuesto incrementan la posibilidad de crear objetos de aprendizaje que proporcionen una mayor satisfacción al usuario, pero para asegurar el mayor grado de satisfacción con los objetos de aprendizaje por parte de los usuarios con discapacidad visual, es necesario prestar mayor atención a ciertos factores de Calidad del Sistema y Calidad del Servicio. En la Tabla3 se presenta una descripción de las variables operacionales consideradas como relevantes para estudiantes con discapacidad.

**Tabla 3.** Descripción de las variables operacionales consideradas como relevantes para estudiantes con discapacidad.

Variable	Definición Operacional
<b>CALIDAD DEL SISTEMA</b>	Grado de cumplimiento de factores tomados del dominio de la ingeniería de software, con los cuales se asegura un funcionamiento lo más fácil, seguro, adecuado, rápido y libre de errores posible.
Usabilidad	El grado en que los estudiantes creen que el Objeto de Aprendizaje será fácil de usar.
<b>CALIDAD DEL SERVICIO</b>	Es el grado de satisfacción que el estudiante manifiesta con relación al servicio proporcionado por el OA en aspectos como la preocupación por su desempeño académico, la ayuda en la resolución de problemas técnicos o pedagógico encontrados, la capacidad de adaptar el recurso a sus necesidades y qué tanto se disfruta el trabajo con el OA.
Soporte (Ayuda)	Es la ayuda proporcionada al estudiante al encontrarse con un problema técnico o pedagógico. En algunas investigaciones es equivalente al concepto de capacidad de respuesta (responsiveness), que se define como la respuesta rápida y la posibilidad de obtener ayuda si hay un problema o pregunta (Parasuraman et al., 2005).
Personalización	Es la capacidad de adaptar el Recurso Educativo Electrónico a las necesidades del estudiante. Desde una perspectiva del comercio electrónico, la personalización se define como cuánto y con qué facilidad el sitio se puede adaptar a las preferencias individuales de los clientes, historias y formas de compra (Parasuraman et al., 2005).

Con relación a la Calidad del Sistema el principal factor a considerar es la Usabilidad. Los elementos de Usabilidad se deben adaptar dependiendo del tipo de

discapacidad presentada, así por ejemplo para el caso de ceguera se puede optar por el uso de recursos auditivos o de hardware especializado para la presentación en Braille y para el caso de debilidad visual el manejo de la usabilidad puede ser distinto, ya que se tiene la posibilidad de aumentar el tamaño de las fuentes. Dependiendo del tipo de discapacidad, de su grado y de características particulares como la edad o nivel académico los recursos que incrementen la usabilidad deben cambiar.

Con relación a la Calidad del Servicio los principales factores a considerar son el Soporte (Ayuda) y la Personalización. El Soporte se refiere a la ayuda proporcionada al estudiante al encontrarse con un problema técnico o pedagógico. Se propone el medir este factor por las preguntas: a) Ofrece ayuda cuando surge un problema técnico durante el proceso de aprendizaje. b) Ofrece ayuda cuando surge un problema pedagógico durante el proceso de aprendizaje. c) Las funciones de ayuda son útiles.

La Personalización es la capacidad de adaptar el Objeto de Aprendizaje a las necesidades o gustos del estudiante. Se propone el medir este factor por la pregunta: a) Permite personalizar mi trabajo con él. Desde una perspectiva del comercio electrónico, la personalización se define como cuánto y con qué facilidad el sitio se puede adaptar a las preferencias individuales de los clientes, historias y formas de compra [11].

Tanto los elementos de Soporte como de Personalización se deben adaptar dependiendo del tipo de discapacidad presentada. En la Tabla 4 se presentan las preguntas por constructor consideradas como más relevantes para estudiantes con discapacidad visual.

**Tabla 4.** Relación de preguntas por constructor consideradas como más relevantes para estudiantes con discapacidad visual.

Constructo	Pregunta
Usabilidad	1.- Es fácil usar y navegar en el OA.
	2.- Es fácil llegar a cualquier parte del OA.
	3.- Es fácil encontrar lo que necesito en el OA.
Calidad Percibida del Servicio	1.- En general considero que el OA me ofrece los servicios necesarios para aprender
Soporte (Ayuda)	1.- El OA ofrece ayuda cuando surge un problema técnico durante el proceso de aprendizaje.
	2.- El OA ofrece ayuda cuando surge un problema pedagógico durante el proceso de aprendizaje.
	3.- Las funciones de ayuda en el OA fueron útiles.
Personalización	1.- El OA permite personalizar mi trabajo con él.

## 4 Conclusión

En el capítulo se expuso un Modelo para Determinar la Calidad en Objetos de Aprendizaje Integrando un Enfoque a Servicios (Figura 2), así como los principales estudios que sirvieron como sustento para definirlo. La importancia de la propuesta radica en la posibilidad de integrar en la evaluación de los OAs la satisfacción del usuario, lográndose con esta retroalimentación del estudiante conocer algunos aspectos

que pueden escapar a la vista del evaluador, todo con miras a mejorar estos recursos instruccionales.

Con relación a la aplicación del modelo a las personas con discapacidad visual, tenemos que los principales factores que deben ser considerados son la Usabilidad, el Soporte (Ayuda) y la Personalización. El tema de usabilidad es uno de los más explorados en la ingeniería de software, pero con relación a la personalización aún queda mucho por investigar en beneficio de las personas con discapacidad.

En la Tabla 3 se presenta una descripción de las variables operacionales consideradas como relevantes para estudiantes con discapacidad visual, y en la Tabla 4 se expone una relación de preguntas por constructor consideradas como las más relevantes para estudiantes con discapacidad visual. De lo presentado en las tablas anteriores, el investigador sobre la calidad en objetos de aprendizaje para personas con discapacidad visual, puede tener una sólida base para el desarrollo de instrumentos que determinen la calidad en OAs, considerando un enfoque a servicios.

## Referencias

1. J. Aguilar, J. Zechinelli, and J. Muñoz, "Hacia la creación y administración de repositorios de objetos de aprendizaje", IV Congreso Internacional de Ciencias de la Computación, ENC 2003, México, 2003.
2. J. Spohrer, P. P. Maglio, J. Bayley and D. Gruhl, "Steps Toward a Science of Service Systems", IEEE Computer Society, 2007, 71-77.
3. A. Parasuraman, V. A. Zeithaml and L.L. Berry, "A conceptual model of service quality and its implication", Journal of Marketing, 1985, 49 Fall, 41-50.
4. B. R. Lewis and V. W. Mitchell, "Defining and measuring the quality of customer service", Marketing Intelligence & Planning, 1990, 8(6), pp. 11-17.
5. L. H. Chen, and C. Lin, "Integrating Kano's model into E-learning satisfaction", Industrial Engineering and Engineering Management, 2007 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE, 2007, pp. 297-301.
6. C. E. Velázquez, J. Muñoz, F. J. Alvarez and L. Garza, "La Determinación de la Calidad de Objetos de Aprendizaje", VII Encuentro Internacional de Ciencias de la Computación ENC 2006, 2006, 346-351.
7. J. Nesbit, K. Belfer and T. Leacock, "Learning Object Review Instrument (LORI), User Manual", E-Learning Research And Assessment Network, 2003.
8. E. Morales, F. García, A. Barrón, A. Berlanga and C. López, "Propuesta de Evaluación de de Objetos de Aprendizaje", II Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables (SPDECE), Barcelona, España, 2005.
9. C. E. Velázquez, J. Muñoz, F. J. Alvarez, F. J. Pinales and L. Garza, "Estrategias de Gestión de la Calidad en el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje", Tercera Conferencia Latinoamericana De Tecnologías De Objetos De Aprendizaje LACLO 2008, Aguascalientes, Ags., México, 2008, 185-190.
10. L. Byoung-Chan, Y. Jeong-Ok and L. In, "Learners' acceptance of e-learning in South Korea: Theories and results", Computers and Education, 2009, 53(4), 1320-1329.

11. A. Parasuraman, V. A. Zeithaml and A. Malhotra, "e-S-QUAL: a multiple-item scale for assessing electronic service quality", *Journal of Service Research*, 2005, 7(3), 213-33.
12. E. Stiakakis and C. K. Georgiadis, "E-service quality: comparing the perceptions of providers and customers", *Managing Service Quality*, 2009, Vol. 19 Iss: 4, 410 -430.
13. V. Roach and L. Lemasters, "Satisfaction with online learning: A comparative descriptive study", *Journal of Interactive Online Learning*, 2006, 5 (3), pp. 317-332.
14. R. Kay and L. Knaack, "Investigating the Use of Learning Objects for Secondary School Mathematics", *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 2008, Vol.4.
15. W. H. DeLone and E. R. T. Mclean, "The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update", *Journal Of Management Information Systems*, 2003, 19(4), pp. 9-30.
16. R. Mercado del Collado, and M. López Granados, "Investigación institucional en el Instituto Consorcio Clavijero", 3er Congreso Virtual Educa México, "Evaluación, Equidad y Calidad en la Educación a Distancia", del 16 al 18 de marzo de 2011, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México, 2011.
17. M. M. Montoya-Weiss, G. B. Voss and D. Grewal, "Determinants of Online Channel Use and Overall Satisfaction with a Relational, Multichannel Service Provider", *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2003, 31(4), 448-58.
18. Guenaga, M. L., Burger, D., & Oliver, J. (2004, July). Accessibility for e-Learning Environments. In *International Conference on Computers for Handicapped Persons* (pp. 157-163). Springer Berlin Heidelberg.
19. W3C Web Accessibility Initiative. <http://www.w3c.org/wai>
20. IMS Guidelines for Developing Accessible Learning Applications. <http://www.imsglobal.org/accessibility>
21. Treviranus, J., & Roberts, V. (2006). Inclusive E-learning. In *The international handbook of virtual learning environments* (pp. 469-495). Springer Netherlands.





## **Análisis de los sistemas alternativos y aumentativos de acceso a la información para apoyar la inclusión de estudiantes con discapacidad visual en asignaturas de Educación Superior**

Carmen Cerón Garnica<sup>1</sup>, Etelvina Archundia Sierra<sup>1</sup>, José Rafael Rojano Cáceres<sup>2</sup>,  
María Dolores Vargas Cerdán<sup>2</sup>, José Luis Galindo Cruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación  
Avenida San Claudio, 14 Sur, Ciudad Universitaria

<sup>2</sup>Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática

<sup>1</sup>academicaron@gmail.com, <sup>1</sup>etelvina@cs.buap.mx, <sup>2</sup>rrojano, <sup>2</sup>dvargas{@uv.mx},  
<sup>1</sup>j.lpumas@hotmail.com

**Resumen.** Los elementos que integran a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), aunadas a las redes sociales, los objetos de aprendizaje, el software educativo, los materiales digitalizados, la realidad virtual y aumentada; se han aplicado en la educación superior; sin embargo para estudiantes con discapacidad visual no se han desarrollado suficientes adaptaciones en las plataformas que les permitan usar de forma accesible al contexto académico. La presente investigación se sustenta en el análisis de los sistemas alternativos de acceso a la información para alumnos con discapacidad visual trabajando el uso de las tecnologías y las plataformas de aprendizaje para favorecen la inclusión en apoyo a la brecha digital. Se presenta el modelo para el *Sistema Aprendizaje Activo y Adaptativo Hipermedia mediado por Tecnologías de Apoyo con Interfaces de Usuario Natural (SISAAHTECA-NUI)* y del Modelo de Intervención Educativa para Discapacidades (MIED) en estudiantes de educación superior en el desarrollo del proceso de materiales didácticos digitales centrados en el usuario con discapacidad visual.

**Palabras Clave:** Diseño inclusivo, tecnologías adaptativas, e-accesibilidad, interfaces naturales, modelo.

### **1 Introducción**

La tecnología digital se ha convertido en un aliado importante para las personas con discapacidad ya que les permiten acceder a diferentes entornos: Recreación, educación, trabajo, comunicación e información. El uso de Tecnologías de la Información y la

Comunicación (TIC), para las personas con discapacidad contribuye a una diversidad de oportunidades al posibilitar una mayor inclusión educativa, laboral y social, lo cual implica una innegable mejora en su calidad de vida y en el incremento de su autoestima. Las instituciones educativas atienden a través de la tecnología a estudiante con capacidades visuales, auditivas y cognitivas sin incidir en alumnos con alguna discapacidad. La presente investigación desarrolla el diseño del sistema para del modelo denominado *Aprendizaje Activo y Adaptativo Hipermedia mediado por Tecnologías de Apoyo con Interfaces de Usuario Natural SISAAHTCA-NUI* enfocado a estudiantes que les permita alcanzar logros de aprendizaje. Se aporta además el proceso para la realización de materiales digitales que permitan atender la discapacidad visual.

## 2 Marco Teórico

En esta sección se definen los conceptos de las *Tecnologías de Apoyo*, de los sistemas alternativos y aumentativos de acceso a la información y de la Tiflotecnología para apoyar a las personas con discapacidad visual usando las Tecnologías de la Información y Comunicación y las Interfaces Naturales de Usuario, los cuales sustentan la investigación.

### 2.1 Tecnología y Discapacidad

Desde hace algún tiempo, las aplicaciones de las ciencias de la computación han tenido que comenzar su particular adaptación para poder ser accesible a personas con discapacidades. La Sociedad de la Información está experimentando un avance tecnológico; pero ésta no se hará realidad sin eliminar todas las barreras físicas y tecnológicas que dificultan el acceso básico de todos los individuos, incluso a las personas que presentan alguna discapacidad al uso de las tecnologías. En el caso de las personas con discapacidad, la tecnología que se aplica para cumplir con los objetivos de apoyar su inclusión a su entorno se le denomina *Tecnología de Apoyo*, pero existen varios términos que engloban este objetivo: Tecnología de la Rehabilitación (Rehabilitation Technology), Tecnología Asistente (Assistive Technology), Tecnología de Acceso (Access Technology) y Tecnología de adaptación (Adaptative Technology). Esto conlleva que cualquier equipo/dispositivo/artefacto global o parcial, o adaptado a una persona, que se use para aumentar o mejorar capacidades funcionales de individuos con discapacidad, o modificar o establecer conductas, es considerado *Tecnología de Apoyo*.

Para Alcantud la define como “*Todos aquellos aparatos, utensilios, herramientas, programas de ordenador o servicios de apoyo que tienen como objetivo incrementar las capacidades de las personas que, por cualquier circunstancia, no alcanzan los niveles medios de ejecución que por su edad y sexo le corresponderían en relación con la población norma*” [1]. Así también para Cook y Hussey [2], definen las tecnologías

asistivas, o Assistive Technology, “*como un amplio número de aparatos, servicios, estrategias, y prácticas que son concebidas y aplicadas para mejorar los problemas de adaptación al medio de los individuos que padecen discapacidades*”. Por su parte García y Puig de la Bellacasa [3] definen las ayudas técnicas “*como utensilios para que el individuo pueda compensar una deficiencia o discapacidad sustituyendo una función o potenciando los restos de las mismas*”

De ahí, la necesidad de lograr la “*e-accesibilidad*”, que conlleva no sólo que las TIC sean accesibles para todos, sino también que esas TIC se diseñen de manera que se adapten a necesidades y capacidades específicas, según determinadas normas de accesibilidad, tanto para contenidos y servicios como para herramientas y dispositivos.

Dentro de la tecnología de apoyo (ayuda) se encuentran algunas clasificaciones de sistemas de acuerdo a su funcionalidad y aplicación:

1. Los sistemas alternativos y aumentativos de acceso a la información del entorno: Son sistemas que engloban las ayudas o apoyos para personas con discapacidad visual y/o auditiva, modifican la señal, aumentándola o cambiando su modalidad para poder ser percibido por ellos. Cuando existe un problema sensorial, la opción es el aumento de la señal que el contexto envía al sujeto.
  - a. Los sistemas aumentativos se dirigen hacia la población con déficits visuales y auditivos mientras que los sistemas alternativos son medios que permiten, a quienes presentan la imposibilidad de alcanzar la información mediante una determinada modalidad sensorial, cambiar la naturaleza de la misma de modo que pueda aprehenderse mediante una modalidad que la persona mantiene funcional. Algunas de estas son los medios tecnológicos para escritura en Braille, Tecnologías del Habla: El reconocimiento de voz y la conversión texto-voz.
2. Los sistemas alternativos y aumentativos de comunicación: Sistemas pensados para las personas que por su discapacidad no pueden utilizar la expresión oral como medio de comunicación. Son formas de expresión distintas al lenguaje hablado, que tienen como objetivo aumentar (aumentativos) y/o compensar (alternativos) las dificultades de comunicación y lenguaje de muchas personas con discapacidad [4].
3. Sistemas de entrenamiento: Englobamos en este epígrafe todos los sistemas utilizados para el aprendizaje y entrenamiento de habilidades básicas. Entrenamiento de la continencia, entrenamiento motriz, software educativo con diferentes usos incluyendo el de contenido curricular, etc.
4. Tecnologías de acceso al ordenador (Adaptative Technology): Aquí todos los sistemas (hardware y software) que permiten a personas con discapacidad física o sensorial utilizar los sistemas informáticos convencionales.
5. Tecnologías para la movilidad personal: Se incluyen todos los sistemas para la movilidad personal, sillas de ruedas (manuales y autopropulsadas), bastones, adaptaciones para vehículos de motor, etc.
6. Tecnologías para la manipulación y el control del entorno: Los sistemas electromecánicos que permiten la manipulación de objetos a personas con

discapacidades físicas o sensoriales. Incluyen robots, dispositivos de apoyo para la manipulación, sistemas de electrónicos para el control del entorno, etc.

7. Tecnologías de la rehabilitación: Todos los sistemas y ayudas técnicas utilizadas en el proceso de rehabilitación. Prótesis así como el material de fisioterapia adecuado.

Tecnologías Asistenciales: Aquellos sistemas y ayudas técnicas utilizados para mantener aspectos vitales de la persona con discapacidad, como por ejemplo, respiradores, sistemas de alimentación, etc.

## 2.2 La Discapacidad y Educación

Desde el 2008, la educación inclusiva ha formado parte de la Declaración Mundial de Educación para Todos, como una alternativa para transformar los sistemas educativos y los ambientes de aprendizaje y dar respuesta a la diversidad de los educandos. La UNESCO considera que *“la educación inclusiva y de calidad se basa en el derecho de todos los alumnos a recibir una educación de calidad que satisfaga sus necesidades básicas de aprendizaje y enriquezca sus vidas”* [5].

La inclusión busca transformar la cultura, la organización y las prácticas educativas de tal forma que se pueda atender la diversidad de necesidades educativas de los estudiantes. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), y el Banco Mundial en el Informe Mundial de Discapacidad presentado en el 2011[6] afirman que el 15% de la población mundial está afectada por alguna discapacidad física, psíquica o sensorial que dificulta su desarrollo personal y su integración social, educativa o laboral, lo que hace posible que en las instituciones educativas existan estudiantes con alguna discapacidad. Por otra parte la *“Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD)”*, desde 2006, pretende “promover, proteger y asegurar el goce pleno y en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales por todas las personas con discapacidad, y promover el respeto de su dignidad inherente [7].

En México, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la discapacidad se clasifica en: motriz (pérdida o limitación de una persona para moverse, caminar, mantener algunas posturas de todo el cuerpo o una parte de él); visual (pérdida total de la vista, así como la dificultad para ver con uno o ambos ojos); mental (abarca las limitaciones de aprendizaje de nuevas habilidades, alteración de la conciencia o capacidad de las personas para conducirse o comportarse en las actividades de la vida diaria, así como en su relación con otras personas); auditiva (pérdida o limitación de la capacidad para escuchar), y de lenguaje (limitaciones y problemas para hablar o transmitir un significado entendible). Así mismo público que el año 2010, el 5.1% [8] y para el año 2012 6.6% de la población en México sufre de alguna discapacidad y la discapacidad visual se centra en un 32.5% siendo mayor el porcentaje en mujeres y con respecto al acceso a la educación la población de mayor asistencia son aquellos que tienen alguna discapacidad visual (con rango de edades de tres a veinte años) y que

regularmente se reduce su participación en niveles media superior y superior [9]. Como podemos observar en la tabla 1 se presenta los porcentajes de población con discapacidad en los niños y jóvenes en edad de cursar algún nivel educativo.

**Tabla 1.** Porcentaje de población con discapacidad.

Sexo y Grupo de edad	Tipo de Discapacidad				
	Caminar	Ver	Hablar / Comunicarse	Escuchar	Poner Atención o aprender
Total	57.5	32.5	8.6	16.5	6.5
Hombre	54.8	29.5	9.7	17.4	7.3
Mujeres	59.9	35.8	7.7	15.6	5.8
Niños	30.4	25.7	23.6	10.2	22.1
Jóvenes	23.5	36.2	20.5	12.0	16.5

Fuente: INEGI, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH 2012). Base de datos

### 2.3 Discapacidad y las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)

#### 2.3.1 Discapacidad Visual

Son varios autores y organismos que relacionan la discapacidad visual y el uso de las TIC, por lo cual nos enfocamos a partir de las Tecnologías de Apoyo. Según Alves [10] precisa que las “TIC, es la principal tecnología de apoyo aplicada a los recursos educativos de estudiantes con discapacidad visual”, estas tecnologías pueden definirse como “computadoras con programas que permiten a los estudiantes acceder al entorno digital, la promoción de persona, la vida social y la educación inclusiva”. A partir de ello, Alves clasifica la discapacidad visual en dos grupos con distintas características y necesidades: las personas con baja visión y las personas con ceguera.

- Las personas de baja visión, son aquellos en la que se han deteriorado la función visual, incluso después de corrección óptica y utilizan o son capaces de utilizar su visión para realizar tareas. En el campo de la educación, los estudiantes con baja visión tienen visión residual, lo que les permite leer el material impreso con la ayuda de recursos didácticos digitales y equipos especiales.
- La ceguera, es el término utilizado para describir la pérdida total de visión y de las condiciones en que los individuos que dependen predominantemente en las habilidades de sustitución/alternativa de la visión. En el campo de la educación, un alumno ciego no usa la visión en el proceso de aprendizaje, pero si otros sentidos que permiten la percepción y estimular sus emociones.

Alves reconoce que estudiantes con discapacidad visual “*pueden beneficiarse de la combinación del uso de recursos y las TIC, que le permiten a las personas con discapacidad visual una independencia y la autonomía sobre el acceso a la información, al igual que los estudiantes sin discapacidad visual*”.

### **2.3.2 Tiflotecnología**

Por otra parte la “*Tiflotecnología*” es un área dentro de la *Tiflopedagogía* (pedagogía para ciegos o baja visión) dirigida a ciegos o baja visión haciendo posible la inclusión de las nuevas tecnologías de acceso a la información y se define como “*el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos para procurar a las personas con discapacidad visual los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología*” [11]. Es considerada con aquella que proporciona los instrumentos auxiliares, ayudas o adaptaciones tecnológicas, creadas o adaptadas específicamente para posibilitar a las personas con disminución visual y/o sordo-ceguera. Para la Tiflotecnología solo existen dos grupos de dispositivos “ayudas” como son:

a) Acceso a la información: Los que facilitan o permiten el acceso a la información de la computadora (sistemas de reconocimiento óptico o inteligente de caracteres, sistemas de reconocimiento táctil, revisores de pantalla, etc.)

b) Intercambiar información: Los que pueden conectarse a la computadora para intercambiar información, aun cuando también funcionan de forma autónoma y tienen su propia utilidad (sistemas portátiles de almacenamiento y procesamiento de la información, impresoras braille, aparatos de reproducción y grabación, calculadoras parlantes, diccionarios y traductoras parlantes, periódicos electrónicos, programas de gestión bibliotecaria y de acceso a Internet, ampliación de la imagen, códigos de barras, dispositivos de interacción móvil y control del entorno, etc.)

### **2.3.3 Sistemas alternativos y aumentativos de acceso a la información para personas con discapacidad visual**

A continuación se mencionan los elementos tecnológicos que permiten la ayuda a las personas con discapacidades visuales:

a) Las personas con baja visión tienen diferentes posibilidades de configurar la pantalla de la computadora de forma que los textos y los íconos aumenten de tamaño, que los colores varíen en función de sus necesidades, y de utilizar el máximo contraste entre la letra y el fondo. También pueden usar ampliadores de pantalla, que funcionan como lupas que aumentan o disminuyen la pantalla o partes de ella. Asimismo, los sistemas operativos incorporan opciones de accesibilidad como son: sonidos, ajustar el teclado de tal forma que con teclas de alternancia logre mayor accesibilidad a un teclado normal, uso de la lupa, configurar el mouse y personalizar las pantallas. Actualmente los distintos navegadores permiten

agregar extensiones para conversión de texto-habla (voz) y viceversa como Chrome Speak y otras herramientas que facilitan la navegación.

b) Las personas ciegas acceden al uso de recursos informáticos a partir del manejo de diferentes tecnologías como son:

- Lectores de pantalla que es software instalado en una computadora, su objetivo es reproducir a través de una voz sintética la información que muestra el monitor sustituyendo el uso del teclado y mouse. Contienen funciones que permiten leer caracteres, palabras, párrafos, textos completos, y también permiten acceder a navegadores de Internet y páginas web que hayan incluido accesibilidad web, acceder al chat y al correo electrónico, y a diversas aplicaciones online. Algunos lectores de pantallas que son más utilizados por su naturalidad y apoyo de software libre son:
  - NVDA- (NonVisual Desktop Access). Es un "lector de pantalla" libre que permite a las personas ciegas y deficientes visuales utilizar las computadoras. Se lee el texto en la pantalla en una voz computarizada. Se puede controlar lo que se lee a usted por mover el cursor al área correspondiente de texto con el ratón o las teclas de flecha del teclado, funciona bajo Windows. Permite acceder a la mayoría de las aplicaciones y navegar sin dificultades. también puede convertir el texto en Braille si el usuario de la computadora posee un dispositivo denominado "línea braille". Además de ser portable. Está disponible en cuarenta y tres idiomas, entre los que se encuentra el español. Se puede consultar en: [www.nvda-project.org](http://www.nvda-project.org)
  - Orca. Software libre y de código abierto que posee un lector de pantalla y un magnificador. Ayuda a proporcionar acceso a aplicaciones y herramientas dentro del entorno Linux. Se puede descargar en:
    - <https://wiki.gnome.org/Projects/Orca>
  - Braille. Sistema Braille en las TIC, se han representado mediante dispositivos llamados "líneas brailles" para el ingreso de información, las impresoras Braille para almacenar en soporte de papel la información proveniente de una computadora.
  - Computadoras portátiles que están incluyendo sintetizador de voz.
  - Tecnología móvil, que está impactando por la facilidad de aplicaciones (apps) móviles que permiten el acceso de la información.

#### **2.3.4 Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como estrategia de apoyo a la discapacidad**

Las tecnologías de apoyo mencionadas tienen doble intencionalidad ya que pueden ser utilizadas como *estrategias específicas* en distintas actividades en el hogar, el trabajo, entretenimiento, y otros entornos de acuerdo a las necesidades de los usuarios y de



acuerdo de los requerimientos particulares de la discapacidad visual, intelectual, auditiva y motriz. Y por otra parte como una *estrategia didáctica a cual es posible responder a las necesidades de aprendizaje de todos los estudiantes en espacios educativos*.

Actualmente otras tecnologías inalámbricas para la manipulación y el control del entorno son las tabletas, iPad y las consolas (Wii, Play Station, Kinect) están permitiendo promover una mayor interactividad y autonomía a las personas con discapacidad, utilizadas en los procesos de rehabilitación y apoyo en la educación.

Por otra parte las TIC han logrado apoyar por mencionar los procesos *cognitivos, de comunicación, lenguaje y lectoescritura que utiliza símbolos, voz y actividades* para ayudar a una *persona a leer y escribir* y permiten actividades curriculares en las que las habilidades limitadas de un estudiante con discapacidad visual y/o auditiva como son leer un texto, escribir por medio de procesador de símbolos, manipular distintos programas en muy diversas facetas de la comunicación, y logrando una mayor inclusión social, tecnológica y disminuir la brecha digital en una sociedad digital.

Los elementos de las TIC de aplicación más frecuente en el ámbito educativo superior que se han incluido en el currículo son el video, el audio, el software educativo, los materiales didácticos interactivos y los equipos especiales para la comunicación, la lectura, la escritura y uso de las computadoras. Asimismo, las instituciones de educación superior han integrado en sus laboratorios el uso de diversos dispositivos como micrófonos, cámaras web, software, sintetizadores de dictado, apoyos multimedia, pizarras portátiles, tabletas y el internet, entre otros. Sin embargo aún se requiere espacios más accesibles y equipos para los estudiantes con alguna discapacidad para atender a esta población universitaria de acuerdo a sus necesidades.

#### **2.4 Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA)**

Actualmente se requiere incorporar las TIC en la educación de forma personalizada ya que los recursos digitales que existen para el proceso de aprendizaje son pocos reutilizables por la baja granularidad. El campo de la educación ha sido una de las áreas de aplicación más populares en el área de los Sistemas Hipermedia Adaptativos. Las investigaciones que se han realizado en este campo, se han dirigido sobre todo a técnicas y métodos de adaptación para apoyar las necesidades de aprendizaje del usuario, sus intereses, conocimientos previos y brindar un gran volumen de información. Según Brusilovsky un Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA) es un sistema basado en hipertexto e hipermedia que refleja algunas características del usuario en el modelo de usuario y aplica este modelo para adaptar varios aspectos visibles del sistema al usuario e identificó seis áreas distintas de aplicación dentro de la "*Hipermedia Adaptativa*" [12]: sistemas de información en línea, sistemas de ayuda en línea, sistemas de recuperación de datos basados en hipermedia, sistemas de información institucional, sistemas para gestionar vistas personalizadas; y por último, sistemas educativos. Estas áreas son similares y comparten los mismos problemas, aunque se diferencian en los rasgos que utilizan para realizar la adaptación [13]. Para

Gaudioso define los SHA como “*aquellos sistemas de hipermedia capaces de ajustar su presentación y navegación a las diferencias de los usuarios, reduciendo así los problemas de desorientación y falta de comprensión, propios de los sistemas hipermedia no adaptativos*” [14]. Un sistema se considera adaptativo cuando se adapta de forma automática y de forma personalizada a las necesidades del usuario [12]. Por lo que el SHA permite personalizar la información almacenada y la presenta a los usuarios según sus preferencias, conocimientos e intereses [13].

El modelo de adaptación posee un conjunto de reglas que permiten adaptar los contenidos al perfil del usuario. El uso de reglas para establecer la adaptación está inspirada por varias investigaciones sobre los SHA, entre ellas la propuesta por Raad y Causse llamada “*Modelización de la adaptación del Sistema Hipermedia basado en reglas Activas*” que propone una separación entre la parte del comportamiento y las entidades del modelo que permiten añadir nuevas técnicas [15]. En esta investigación se utilizan reglas de la forma: “*Con la ocurrencia de un evento E, si la condición C se cumple, entonces el sistema ejecuta una acción A*”.

En general, las reglas permiten al sistema seleccionar adaptativamente, considerando las características del usuario y el tipo de contenido que debe aprender para cumplir con los objetivos, donde se logran manifestar relaciones interesantes a partir de la información existente. El SHA aplicado a la educación permite guiar personalmente a los estudiantes durante su proceso de aprendizaje adaptando los contenidos y la guía de navegación ofrecida entre los mismos a las características personales y necesidades de cada usuario. Para Brusilovsky [13], cada sistema adaptativo utiliza un conjunto de rasgos de adaptación que determina la clase de sistema adaptativo a la que pertenece y la adaptación necesaria para esta clase como se muestra en la figura 1. El SHA educativo involucra el nivel de conocimiento previo de los estudiantes, sus rasgos individuales y los objetivos de aprendizaje.

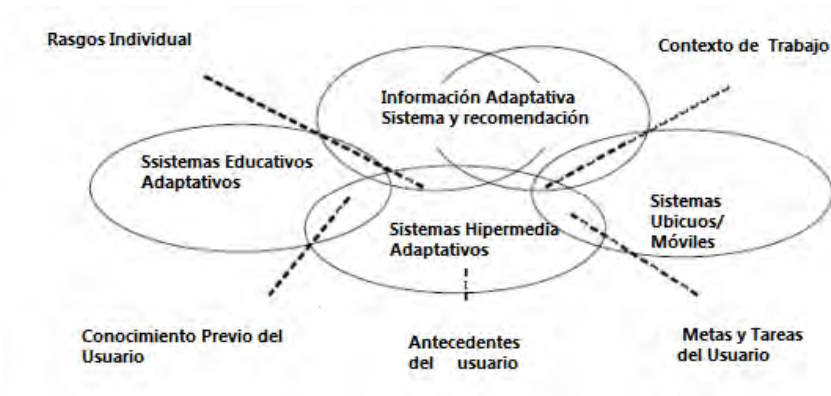


Fig. 1. Perfil del usuario modelado en los Sistemas Hipermedia Adaptativos.

Fuente: Adaptación de Brusilovsky (2015).

## 2.5 Diseño de Interfaces de Usuarios Universales

Actualmente, existe una tendencia hacia el diseño de interfaces de usuario que intenta abarcar el mayor número posible de personas, conocido como diseño universal.

El diseño universal es el proceso de diseñar productos y entornos que sean usables por el rango más amplio de personas, funcionando en el rango más amplio de situaciones, sin necesidad de adaptación o de diseño especializado, y que es comercialmente practicable. Las interfaces son, por tanto, un elemento central para alcanzar la universalidad del producto. Prácticamente deben cumplir con dos tareas:

- Acceso universal a la información: Todos los usuarios, independientemente de sus capacidades, habilidades, requerimientos y preferencias, deben ser capaces de realizar la secuencia de acciones de entrada necesaria para llevar a cabo cualquiera de las tareas disponibles. El sistema debe ofrecer diferentes dispositivos de entrada/salida para que el usuario elija los que le resulten más adecuados para realizar y coordinar dichas tareas.
- Alta calidad de interacción: En la secuencia interactiva de acciones de entrada establecida con el sistema, para llevar a cabo las distintas tareas, debe cuidarse la máxima satisfacción posible de los requerimientos del usuario.

### 2.5.1 Interfaces Usuario Naturales

El desarrollo de las pantallas táctiles y multitáctiles permitió cambiar la forma en que se interactúa con una computadora, al poder tocar y manipular elementos de la pantalla directamente con los dedos o un lápiz óptico y obtener una retroalimentación inmediata de la computadora. Esta tecnología ha sido ampliamente usada en las Interfaces Multimodales. Estas se concentran en la combinación de varios métodos de entrada y de salida para extender la interfaz gráfica de usuario, aumentando la usabilidad. Por lo cual han sido muy aceptadas por las tecnologías de apoyo y por los usuarios que permiten una mayor autonomía de la aplicación.

Actualmente la interacción- humano- computadora se está enfocando en la Interacción Natural cuyo objetivo es estudiar la forma natural que interactuamos con el contexto natural, dando lugar al uso de Interfaces Naturales de Usuario (INU), brindando mayor interacción con nuestro entorno (trabajo, educación, entretenimiento, etc.), es decir volviendo transparentes los dispositivos de entrada y facilitando el aprendizaje al usuario para interactuar mediante la interfaz.

Según Wigdor y Wixon [16] consideran que las interfaces naturales de usuario se basan en cómo crear interfaces de usuario y experiencias para poder usar la tecnología para apoyar sus habilidades de acuerdo a sus necesidades y contexto. Lo cual lo lleva al usuario a sentir que dicha interfaz es una extensión natural de él mismo, por lo cual es importante en diseño de estas interfaces: las capacidades del usuario, identificar sus necesidades y adaptar las tareas de acuerdo al contexto o entorno de trabajo, educación, etc. Así mismo recomiendan ciertas pautas a considerar en el diseño de interfaces naturales:

- Crear experiencias que den la sensación que es parte “de su cuerpo” como una extensión y lograr esa autonomía.
- Crear experiencias para todos usuarios desde nivel de principiante o experto.
- Crear interfaces que considere contextos, metáforas, indicaciones visuales para el contexto.
- Propiciar escenarios con experiencias reales de su contexto.
- Crear experiencias de acuerdo a las características y perfil del usuario

### **2.5.1.1 Dispositivos para la interacción natural**

Las tecnologías de interacción innovadoras como las Interfaces Naturales de Usuario NUI se ha expandido en los últimos años debido a su integración con el mercado de las consolas de juegos de video, tales como: Kinect de Microsoft, para la consola XBOX 360, WiiMote , en el caso de Nintendo y también en cierta medida PSMove de Sony. Incluso se utiliza en la nueva generación de Videoconsolas mostradas en profundidad en la E3, como en la versión actualizada de Microsoft Kinect para XBOX One.

El Kinect es un dispositivo considerado natural que permite interactuar con distintas aplicaciones por la estructura que tiene una cámara RGB, un servo motor para controlar el ángulo de operación del sensor teniendo dos componentes un proyector de rayos infrarrojos (IR) y un sensor CMOS monocromático, cuatro micrófonos para el reconocimiento de voz de 16 KHz y una cámara de profundidad, utiliza e sistema RGB, con imágenes de video hasta 65536 niveles de sensibilidad y una resolución VGA (640 x 480 pixeles) . Permitiendo que la persona lo utilice pueda rastrear hasta 20 articulaciones, su rango de posicionamiento de ancho y longitud es entre 180 cm y 360 cm.

Desarrollado por PrimeSense, la cual aportó un Framework de código abierto llamado OpenNI, que permite manejar el periférico de Microsoft. OpenNI (Interacción natural Abierta) es multiplataforma por lo que se pueden escribir aplicaciones tanto para Windows, Linux e IOS. El termino de interacción natural muestra el concepto de interacción entre la persona y el dispositivo, donde para controlar el sistema lo haremos mediante control postural del cuerpo que reconoce 19 puntos (Figura 2) y la voz, sin necesidad de utilizar ningún otro periférico como ratón, mando o teclado. El control mediante OpenNI puede ser:

- *Speech and command recognition*, donde además de la cancelación de eco, podemos dar instrucción mediante comandos de voz.
- *Body Motion Tracking*, donde a partir de las imágenes de profundidad se detecta y analiza los cuerpos encontrados para realizar el esqueleto completo o parcial del usuario.
- *Hand gestures*, donde podremos utilizar las posiciones de la mano en la pantalla y respecto al cuerpo para controlar el dispositivo.

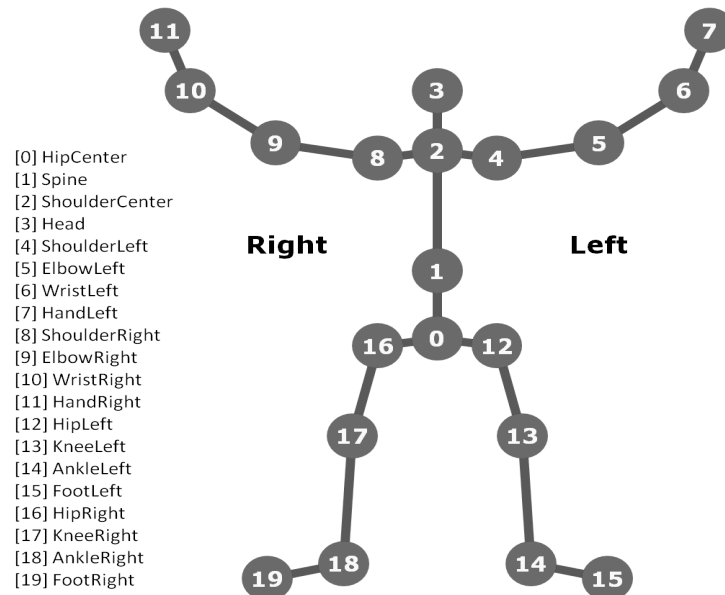


Fig. 2. Puntos posturales de recuperación y reconocimiento de coordenadas.

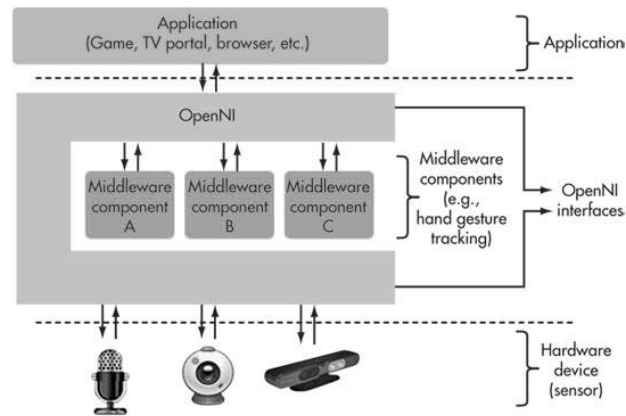
Fuente: : OpenNI (2015).

Los puntos posturales reconocidos como coordenadas permiten que el usuario se pueda desplazar logrando una mayor autonomía e interacción.

### 2.5.1.2 Arquitectura OpenNI

OpenNI está compuesto por tres capas (Figura 3):

- La capa superior (aplicaciones): representa la capa de desarrollo de aplicaciones.
- La capa intermedia (*interface*): es la conexión propia de OpenNI con los sensores y los middleware que analizan la información de los sensores y nos permiten obtener los datos para el uso en las aplicaciones.
- La capa inferior (*Hardware*): representa a los dispositivos de adquisición de imágenes (color, infrarrojos, y profundidad) y la captura del audio.



**Fig. 3.** Arquitectura Open-NI.

Fuente: : OpenNI (2015).

La forma de trabajar con OpenNI es mediante la utilización de módulos o componentes, que son usados para procesar los datos de los sensores. Estos módulos o componentes pueden ser tanto de dispositivos (3D Sensor, RGB/IR Cámara, Audio) como de *middleware* y personalizar las aplicaciones, siendo los módulos más utilizados los siguientes (Tabla 2).

**Tabla 2.** Middleware OpenNI.

<b>Middleware</b>	<b>Objetivo</b>
NITE (Natural Intercation)	Módulo enfocado a la Visión por Computadora Basado en detección de manos y cuerpo completo Permite detectar hasta 4 personas Bajo desempeño
ArTec Studio	Convierte el sensor a 3D, Ajusta color y optimiza modelos.
3D Hand Tracking Library	Detección precisa de las manos en 3D, sus articulaciones y 26 puntos.
SigmaNIL	Detecta lenguaje de señas de forma precisa, así como reconocimiento fino de dedos.
XP Production	Animación en tiempo real de personajes con los movimientos del usuario
NiMate	Permite animar actores virtuales con los propios movimientos del usuario en tiempo real y controlar instrumentos musicales y exportar los gestos en MIDI / OSC.
Fastmocap	Permite crear animaciones en 3D con los movimientos de usuario, grabar movimientos y reproducirlos en ambientes virtuales.
Motion Nexus	Ayuda a controlar desde la web con el sensor 3D

Fuente: <http://openni.ru/software/index.html>

### 3 Metodología para el Diseño del Modelo de Sistemas Alternativos y Adaptativos de acceso a la información para estudiantes con discapacidad visual en educación superior (SISAAHTECA-NUI)

Con base en las aportaciones anteriores, la estrategia metodológica que se propone para el diseño del Modelo de Sistemas alternativos y adaptativos de acceso a la información para apoyar la discapacidad de estudiantes se basa en el Diseño de Interfaces Naturales, Sistema Hipermedia Adaptativo y las Tecnologías de Apoyo requeridas de acuerdo a la tarea y la discapacidad del usuario, se desarrolla el modelo para el Sistema Alternativo y Adaptativo Hipermedia mediado por Tecnologías de Apoyo con Interfaces de Usuario Natural (*SISAAHTECA-NUI*) es un modelo multidisciplinario que analiza la interacción que tienen las personas con el uso de las tecnologías de apoyo para realizar una actividad de su interés y poder analizar su desempeño de logro en relación al contexto o ambiente (educación, trabajo, hogar). La Tecnología de Apoyo, ya definida anteriormente debe ajustarse a las necesidades de las personas generando resultados positivos independientemente de su discapacidad y las Interfaces Naturales de Usuario se enfocaran a propiciar experiencias más reales y motivadoras a los usuarios que les permita concretar su tarea y alcanzar niveles de logro con respecto al desarrollando habilidades y aprendizajes de acuerdo a un propósito educativo y el desarrollo de las competencias, ya que el diseño propuesto permitirá el acceso a la información y una mayor interacción para el logro de la tarea reconociendo el diseño universal o inclusión implícita en la propuesta del modelo.

A partir de lo cual proponemos un Sistema Alternativo y Adaptativo Hipermedia mediado por Tecnologías de Apoyo con Interfaces de Usuario Natural (*SISAAHTECA-NUI*), como se puede ver en el esquema de interacción entre la aplicación y los dispositivos de interfaz natural (figura 4).

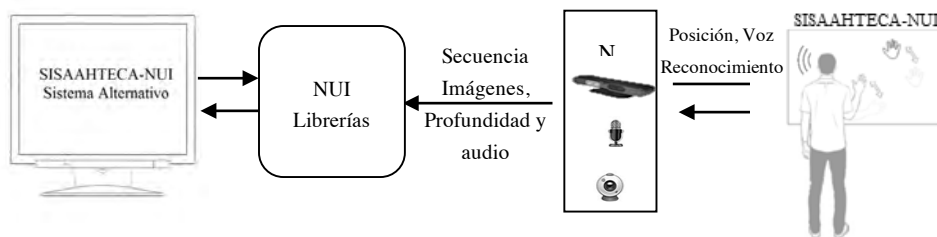


Fig. 4. Esquema de Integración entre los elementos del Sistema.

Fuente: : Elaboración propia (2016).

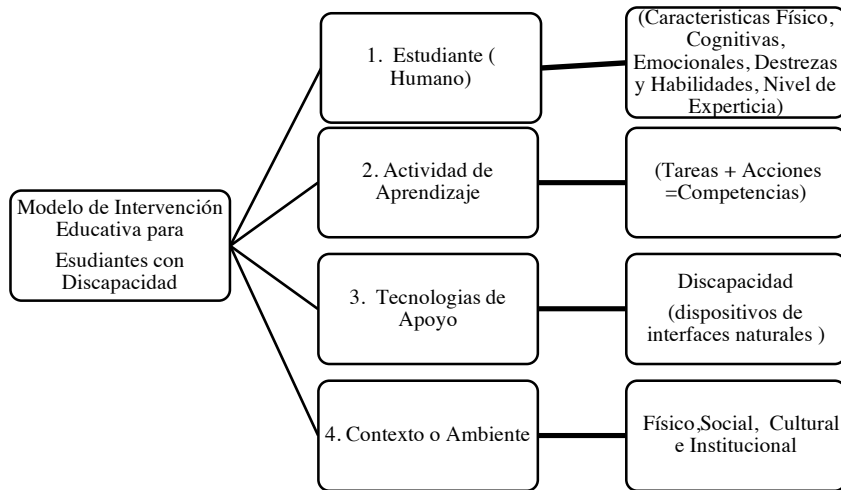


El Sistema se establece una relación con el Modelo Intervención Educativa para Estudiantes Discapacitados (MIEED) considerando los siguientes elementos:

1. Estudiante: Las Características del estudiante como son las físicas, cognitivas, emocionales, destrezas y Habilidades, Nivel de Experticia (habilidades y conocimientos previos).
2. Actividad de Aprendizaje: Esto se enfoca a Escenarios de aprendizaje + estrategia + Acciones que permiten el logro de la Competencia.
3. Tecnologías de Apoyo: Se refiere que de acuerdo a la discapacidad se utilizará algún dispositivo de apoyo incluyendo las interfaces naturales.
4. Contexto o Ambiente: La integración de los anteriores elementos al contexto o ambiente de aprendizaje teniendo en cuenta los aspectos físicos, sociales, culturales e Institucionales.

La intervención educativa con tecnología es considerada en el proceso de aprendizaje como una estrategia de apoyo al aprendizaje del estudiante que permite interactuar en los contextos educativos adaptar la tarea y aplicar al entorno para obtener los logros de la competencia, para lo cual el usuario necesitará poseer un nivel mínimo de habilidades cognitivas que le permita aprender, aplicar y transferir a los escenarios y actividades realizadas por el estudiante independientemente de su discapacidad con ayuda o sin ayuda como se muestra en la Figura 5.

La intervención educativa con tecnología es considerada en el proceso de aprendizaje como una estrategia de apoyo al aprendizaje del estudiante que permite interactuar en los contextos educativos adaptar la tarea y aplicar al entorno para obtener los logros de aprendizaje, para lo cual el usuario necesitará poseer un nivel mínimo de habilidades cognitivas que le permita aprender, aplicar y trasferir a los escenarios y actividades realizadas por el estudiante independientemente de su discapacidad con ayuda o sin ayuda.



**Fig. 5.** Modelo de Intervención Educativa para Estudiantes Discapacitados.

Fuente: : Elaboración propia (2016).

#### 4 Aplicación del Modelo Intervención Educativa para Discapitados (MIED) al proceso del diseño de materiales didácticos digitales para estudiantes con discapacidad visual en educación superior

El Sistema Hipermedia Adaptativo y el Modelo de Intervención Educativa para discapitados en el (SISAAHTECA-NUI) en donde el estudiante presenta una característica de discapacidad visual y se requieren de materiales didácticos digitales que le permitan interactuar de manera natural con los dispositivos y de la aplicación de la hipermedia e hipertexto (Figura 6).

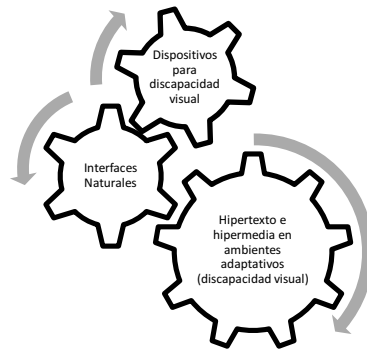


Fig. 6. Esquema de integración del Modelo para discapacidad visual.

Fuente: : Elaboración propia (2016).

El proceso para el desarrollo de los materiales didácticos digitales requiere de: el análisis centrado en usuario para atender la discapacidad visual, el diseño centrado en el usuario, la implementación y pruebas de usabilidad.

El análisis centrado en el usuario requiere de un estudio del perfil del estudiante para identificar el tipo de discapacidad visual y establecer las actividades de aprendizaje para alcanzar las metas y logros de los contenidos de la asignatura.

El diseño centrado en el usuario, establece la arquitectura de navegación que le permita identificar las rutas adecuadas para interactuar en las actividades de aprendizaje. Las características del hipertexto e hipermedia en ambientes adaptativos para la discapacidad deben de considerar algunos aspectos como los que a continuación se mencionan:

- Actividades de aprendizaje que permitan ocupar la pantalla completa.
- Las instrucciones para las actividades de aprendizaje se iniciarán con locución.
- Identificar las diferencias entre acciones a realizar e información necesaria para las actividades de aprendizaje.
- Establecer mecanismos de control con estructuras visuales y espaciales similares.

- Las locuciones de las actividades de aprendizaje deben ser claras y sencillas
- El tamaño del texto debe ser como mínimo de 14 puntos y el tipo de letra con trazos definidos.
- Las fotografías y gráficos deben ser reconocibles.
- Se debe aplicar el contrastar de los colores para resaltar las imágenes.

Es importante considerar en el diseño los dispositivos de entrada y salida que se requieren para la programación en la interface de usuario.

Las pruebas de usabilidad se establecen en estudiantes de educación superior a través de guías de accesibilidad de las actividades de aprendizaje y de la navegación para medir el grado de satisfacción del usuario.

## 5 Conclusiones




La tecnología de información y los dispositivos emergentes en el tiempo actual conllevan al ambiente educativo a realizar investigaciones en atención a estudiantes con discapacidades visuales, auditivas y cognitivas. Esta investigación presenta el modelo para el *Sistema Aprendizaje Activo y Adapativo Hipermedia mediado por Tecnologías de Apoyocon Interfaces de UsuarioNatural (SISAAHTECA-NUI)* y la aplicación del Modelo de Intervención Educativa para Discapacidades (MIED) en estudiantes de educación superior en el desarrollo del proceso de materiales didácticos digitales centrados en el usuario con discapacidad visual.

La aplicación de las TIC en educación superior y en el aula, debe cubrir diversos aspectos:

- Representa una estrategia como medio para la accesibilidad de la de comunicación e información que permita a los estudiantes el uso de tecnología y del uso de diversos medios y modos de comunicación alternativos para ampliar las oportunidades de aprendizaje de todos los alumnos, enriqueciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje y en particular de aquellos que enfrentan barreras por una condición de discapacidad, por lo cual las tecnologías apoyan el desarrollo de las competencias en los diferentes campos de formación del currículo mediante la planeación didáctica del uso de las TIC que elabora el docente.
- Las TIC como objeto de conocimiento al alcance de todos los actores educativos, lo que abre oportunidades para el aprendizaje y su utilización en múltiples campos del saber.
- Las TIC como recursos para enriquecer los ambientes de aprendizaje diseñados y planificados con aprendizajes situados para alcanzar el desarrollo de las competencias cognitivas que permita al estudiante generar experiencias y aprendizajes significativos de acuerdo a su particularidad.

Por otra parte se han realizado pruebas de un prototipo basado en el modelo *Sistema Aprendizaje Activo y Adaptativo Hipermedia mediado por Tecnologías de Apoyo con Interfaces de Usuario Natural (SISAAHTECA-NUI)* para poder realizar la implementación y apoyar la asignatura de Desarrollo de Habilidades del Pensamiento Complejo de educación superior, lo cual nos ha aportado una perspectiva del diseño del sistema con los estudiantes con discapacidad y de las tareas para interactuar con las interfaces y dispositivos naturales del Kinect y de Leap Motion implementadas en Greenhouse para iOS. Se utilizó la metodología de grupo focal conformado por dos estudiantes con discapacidad visual, uno con disminución auditiva y el docente facilitador. A continuación se muestra en la Tabla 3 las siguientes observaciones de la prueba de uso:

**Tabla 2** Pruebas del Modelo.

Usuario	Observaciones
 Visual	Mayor motivación en las tareas. Apoyo cognitivo en la evaluación. Requiere un esfuerzo físico para interactuar.
 Auditivo	Gusto por el uso de las TIC. Mayor concentración en la actividad de aprendizaje. Uso de las habilidades digitales
 Docente	Desarrollo de competencias Disposición al uso de las TIC Inclusión de las TIC al currículo

Lo cual nos ha dado pauta para seguir ajustando el modelo centrado en el usuario.

Las futuras investigaciones del modelo se extenderán en la implementación del sistema SISAAHTECA-NUI en distintas plataformas tecnológicas y la evaluación del mismo en otras asignaturas de educación superior a través de investigaciones educativas en el tema del aprendizaje de los alumnos con discapacidades visuales, auditivas y cognitivas para tener *mayor inclusión del uso de las TIC y poder proveer herramientas que les sirvan de apoyo a su vida académica universitaria* y a los docentes de este nivel educativo.

## Referencias

1. Alcantud, F. (1995). *Estudiantes con Discapacidades Integrados en los Estudios Universitarios: Notas para su Orientación*. En Rivas, F. (Ed.): Manual de Asesoramiento y Orientación Vocacional. Primera Edición. Síntesis: Madrid.
2. Cook, R & Hussey, S.M. (1995) *Assistive Technologies: Principles and practice*. St.Louis: Mosby
3. García, M. & Puig de la Bellacasa, R. (1988). Empleo, discapacidad e innovación tecnológica, Madrid, Fundesco
4. Basil, C., y Boix, J. (2010). Sistemas aumentativos y alternativos de comunicación. En P. Durante y P. Pedro (Eds.). *Terapia ocupacional en geriatría: Principios y práctica* (pp. 363-370). Barcelona: Masson.
5. UNESCO-Oficina Internacional de Educación (2008). Conclusiones y recomendaciones. 48a reunión de la Conferencia Internacional de Educación. Ginebra. Consultado 17 de Noviembre 2015 de:  
[http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/Policy\\_Dialogue/48th\\_ICE/General\\_Presentation-48CIE-4\\_\\_Spanish\\_.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Policy_Dialogue/48th_ICE/General_Presentation-48CIE-4__Spanish_.pdf)
6. Organización Mundial de la Salud (2011). Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud: Versión para la infancia y adolescencia (CIF-IA). Madrid: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Consultado 15 de Noviembre 2015 de:  
<http://apps.who.int/iris/handle/10665/81610>
7. Diario Oficial de la Federación (2011). Primera Sección. Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad. Consultado 9 de Noviembre 2015, de:  
[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5191516&fecha=9/11/2015](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5191516&fecha=9/11/2015)
8. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Consultado 17 de Octubre 2015 de  
[http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad\\_indicador.aspx?ev=5](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad_indicador.aspx?ev=5)
9. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2012. Consultado 17 de Octubre 2015 en  
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/regulares/enigh/enigh2012/tradicional/default.aspx>
10. Alves CCF, Monteiro GBM, Rabello S, Gasparetto MERF, Carvalho KM. (2009). Assistive technology applied to education of students with visual impairment. *Rev Panam Salud Publica*, 26(2):148–52.
11. Hernández, C. (2011). Desarrollo de las concepciones educativas de las personas con discapacidad visual. La Habana: Pueblo y Educación.
12. Brusilovsky, P.: *Methods and techniques of adaptive hypermedia*. *User Modeling and User Adapted Interaction*, (Special issue on adaptative hypertext and hypermedia) Vol. 6, pp. 87-129, (1996). Disponible en:  
<http://link.springer.com/article/10.1007%2F978-1-4020-1439-6#page-1>. Consultado el 15 junio de 2015.

13. Brusilovsky, P., Millan, P.: User Models for Adaptive Hypermedia y Adaptive Educational Systems. The Adaptive Web. Peter Brusilovsky, Alfred Kobsa, and Wolfgang Nejdl (Eds.). Lecture Notes in Computer Science, Vol.4321, pp. 3-53, (2007). Consultado el 15 junio de 2015. <http://www.dcs.warwick.ac.uk/~acristea/courses/CS411/2008/Book%20-%20The%20Adaptive%20Web/UserModelsforAHandAdaptiveEducationalSystems.pdf>
14. Gaudioso, E. *Contribuciones al Modelado del Usuario en Entornos Adaptativos de Aprendizaje y Colaboración a través de Internet mediante técnicas de Aprendizaje Automático. Tesis Doctoral*. UNED, Madrid (2002).
15. Raad, H., Causse, B.: Modeling of an Adaptive Hypermedia System Based on Active Rules. Intelligent Tutoring Systems, Lecture Notes in Computer Science Vol. 2363, pp. 149-157 (2002). Disponible en: [http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-47987-2\\_19#page-1](http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-47987-2_19#page-1). Fecha de consulta: 15 junio de 2015.
16. Wigdor, D., & Wixon, D. (2011). *Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture*. Retrieved from. Consultado el 20 de octubre de 2015 en <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1995309>



## **Modulo II: Aplicación en diferentes discapacidades**

---





## **Ayudando a aprender. Sistema de ayuda para el aprendizaje de español y matemáticas para niños con discapacidad intelectual**

Daniel Mocencahua Mora<sup>1</sup>, Josefina Guerrero García<sup>2</sup>, Juan Manuel González Calleros<sup>2</sup>, Jaime Muñoz Arteaga<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Av. San Claudio y 14 Sur, Ciudad Universitaria, Puebla, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

<sup>3</sup>Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes Aguascalientes, México.

<sup>1</sup>d.mocenca@gmail.com, <sup>2</sup>{juan.gonzalez, jguerrero}@cs.buap.mx, <sup>3</sup>jmauaa@gmail.com

**Resumen.** La discapacidad intelectual es una realidad en un porcentaje importante de la población. La inclusión de las tecnologías de la información y la comunicación en las escuelas presenta nuevos escenarios educativos, con grandes retos en estrategias de enseñar y modos de aprender, al tiempo que propone el desarrollo de nuevas competencias para desenvolverse en el contexto social actual; con alumnos con discapacidad intelectual se orientará a favorecer el desarrollo de las estructuras de pensamiento. Este trabajo presenta el desarrollo de un sistema que apoya a niños con esta discapacidad en el aprendizaje de temas de español y matemáticas implementado en una Tablet.

**Palabras clave:** Discapacidad Intelectual, Educación, Aprendizaje mediado por TIC.

### **1 Introducción**

Para entender la discapacidad intelectual debemos empezar tomando en cuenta tres dimensiones para el funcionamiento del ser humano: estructuras y funciones del cuerpo, actividades personales y la participación. Tener un problema en cualquiera de estas dimensiones da lugar a la discapacidad. En la primera dimensión, las estructuras son las partes anatómicas del cuerpo humano, mientras que las funciones son las funciones fisiológicas y psicológicas del mismo. La participación es la forma en cómo un individuo se relaciona con la sociedad. Tener una discapacidad intelectual se traduce en tener una deficiencia cerebral que provoca problemas en la actividad personal y en la participación [1].

Una definición aceptada es:

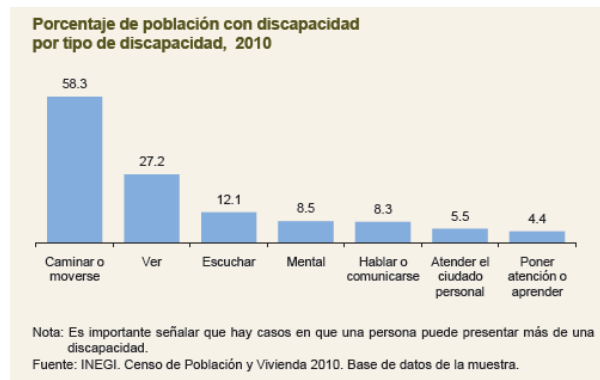
“La discapacidad intelectual se caracteriza por limitaciones significativas tanto en funcionamiento intelectual como en conducta adaptativa tal y como se ha manifestado en habilidades adaptativas conceptuales, sociales y prácticas. Esta discapacidad aparece antes de los 18 años” (Schalock et al., 2010, p. 1 citada en [1]).

En nuestro país el INEGI [0] define como discapacidad:

“una persona con discapacidad es aquella que tiene alguna limitación física o mental para realizar actividades en su casa, escuela o trabajo, como caminar, vestirse, bañarse, leer, escribir, escuchar, etcétera”

En este sentido la discapacidad intelectual entraría en el grupo 3 de este esquema, discapacidades mentales, y en los subgrupos 310 y 320, en donde se encuentran descripciones como: acalculia, debilidad mental, lento aprendizaje, mongolito, retardo mental, síndrome de Down, autismo, No distingue derecha-izquierda, entre otras. Cabe aclarar que estos no son diagnósticos sino descripciones operativas para que el encuestador pueda registrarlas.

En el 2010 los datos estadísticos sobre discapacidad se muestran en la figura 1 tomada de [0].



**Fig. 1.** Porcentaje de población con discapacidad por tipo de discapacidad [4].

En este caso la discapacidad intelectual estaría contemplada en los rubros “mental” y “poner atención o aprender”, dando un porcentaje de 8.5 y 4.4 respectivamente. Esto nos indica que un alto número de personas que tendrían este problema en nuestro país.

Tradicionalmente, el cociente intelectual (CI) se ha utilizado como principal medida cuantitativa del grado de discapacidad intelectual (DI). La clasificación internacional de enfermedades publicada por la Organización Mundial de la Salud<sup>1</sup> establece cuatro niveles de DI en función de la gravedad de la misma: DI leve (CI entre 50 y 69), moderada (CI entre 35 y 49), severa (CI entre 20 y 34) y profunda (CI menor de 20).

<sup>1</sup> OMS (Ed.) (1994). Décima clasificación internacional de los trastornos mentales y del comportamiento. Criterios diagnósticos de investigación. Madrid: IMSERSO/Organización Mundial de la Salud

A la base de toda discapacidad intelectual, existen limitaciones en el funcionamiento cognitivo de la persona originadas por distintos factores causales, de orden personal o ambiental, que pueden ejercer su acción en diferentes momentos, más o menos críticos, del desarrollo del individuo. Estos factores causales pueden ser: genéticos, del embarazo, del parto, de la primera infancia o socio-culturales.

## **2 TIC e inclusión**

El tener una discapacidad intelectual implica el tener problemas de actividad personal y de participación social, lo que genera una exclusión de parte de la comunidad. La Secretaría de Educación Pública (SEP) en México, ha asumido el reto de brindar atención educativa a los niños con discapacidad, conforme al principio de equidad que significa dar respuesta diferenciada a las necesidades de cada niño, para que logren el mejor desempeño de acuerdo con sus habilidades y capacidades; se trata de aplicar la inclusión, es decir, ofrecer las mismas oportunidades de participación que tienen los otros niños de la comunidad; también los mismos derechos y obligaciones.

La inclusión es un conjunto de procesos y de acciones orientados a eliminar o minimizar las barreras que dificultan el aprendizaje y la participación [0]. Aunque cada niño o niña es único/a, se pueden identificar algunas características generales de los niños y niñas con discapacidad intelectual como también de su proceso de aprendizaje, que pueden orientar acerca de sus principales Necesidades Educativas Especiales (NEE) [4]:

- Necesitan atención directa e individualizada tanto para trabajar solos como para seguir instrucciones dadas al grupo en general.
- Requieren que se les enseñen cosas que otros niños y niñas aprenden espontáneamente.
- Para aprender algo requieren más ejemplos, más ejercicios y actividades, más ensayos y repeticiones, para alcanzar los mismos resultados.
- Aprenden con un ritmo más lento y tienen poca iniciativa para emprender tareas nuevas o probar actividades diferentes.
- Necesitan una mayor descomposición en pasos intermedios, una secuenciación más detallada de objetivos y contenidos.
- Se cansan con mayor facilidad, por lo que se deben planear tiempos cortos de trabajo con cambios frecuentes de actividad. No comprenden que haya que dejar una tarea inconclusa.
- Tienen dificultades de abstracción.
- Les cuesta transferir y generalizar.
- Sus procesos de atención y mecanismos de memoria a corto y largo plazo necesitan ser entrenados específicamente.
- El aprendizaje de los cálculos más elementales es costoso para ellos y ellas. Necesitan un trabajo sistemático y adaptado y que se les proporcionen estrategias para adquirir los conceptos matemáticos básicos.

- El lenguaje es un área en la que muchas veces tienen dificultades y que requiere de un trabajo específico e individualizado.
- A menudo no captan bien los sonidos, por lo que la información que se les entregue requiere ser reforzada a través de la visión.
- Suelen presentar dificultades en la motricidad fina y gruesa. También tardarán más en establecer la dominancia lateral.
- No suelen expresar verbalmente sus demandas de ayuda o planificar estrategias para atender a varios estímulos simultáneos, la tensión que esto les genera puede llevarlos a aislarse, o bien, a presentar conductas inapropiadas.
- Respecto a la lectura, la mayoría puede llegar a leer, siendo recomendable el inicio temprano de este aprendizaje (4-5 años).

El docente es la persona encargada de orientar el proceso de aprendizaje en el contexto escolar; de igual manera debe ser un facilitador de estrategias y actividades que contribuyan al desarrollo integral de todos sus estudiantes; por consiguiente es importante resaltar algunas actitudes que facilitarán su labor: creatividad, flexibilidad, respeto, exigencia y alegría.

En el proceso de atención educativa de los alumnos y las alumnas con discapacidad intelectual del nivel de primaria, las sugerencias didácticas propuestas se sitúan en los planteamientos del Marco Curricular de la Educación Primaria y en los principios pedagógicos establecidos en el Plan de estudios 2011 de la Educación Básica (SEP). Las sugerencias didácticas contribuyen principalmente al logro de los aprendizajes esperados de los campos de formación de Lenguaje y Comunicación y de Pensamiento Matemático, por coexistir —en ambos— competencias para la vida, tales como las competencias para el aprendizaje permanente y las competencias para el manejo de información.

En el campo de formación de Pensamiento matemático algunos aspectos a fortalecer en el aprendizaje de los niños y las niñas con discapacidad intelectual son la comparación de colecciones, el conteo y la representación simbólica del número, el manejo del sistema de numeración vigesimal y la resolución de problemas aditivos.

Para lograr que los alumnos y alumnas dominen progresivamente las propiedades del conteo, necesariamente el/la docente debe estructurar actividades concretas, que impliquen la manipulación de objetos o imágenes, con un carácter lúdico.

En el campo de formación de Lenguaje y comunicación el enfoque de atención a la diversidad contempla que la enseñanza de la lecto-escritura se circunscribe al enfoque de las prácticas sociales del lenguaje.

El desarrollo de proyectos que incorporen la utilización de Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) puede facilitar una mejora cualitativa de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, desarrollar capacidades y competencias, atender a la singularidad y a las necesidades individuales de cada alumno y potenciar motivaciones que den un carácter significativo a los aprendizajes [5]. La llegada de computadoras portátiles a las escuelas abre nuevos horizontes, nuevas formas de enseñar y oportunidades de aprender; supone la concreción de una educación inclusiva de calidad, que sea un derecho y un deber ejercido por todos. Una computadora puede ayudar a satisfacer necesidades de comunicación y escritura tanto en la educación como

en la recreación y la vida cotidiana. Existen diversos apoyos tecnológicos para personas con discapacidad visual, como magnificadores, lupas, sintetizadores de voz y lectores de pantalla. Así también para personas con discapacidad motora se encuentran filtros que facilitan el acceso al teclado y se puede reemplazar el mouse por un trackball, joystick o pulsadores y dispositivos personalizados. Para personas con discapacidad cognitiva no se presentan en general dificultades para operar la computadora como herramienta en sí, las ayudas o adaptaciones estarán vinculadas al diseño de materiales más simples y accesibles en sus contenidos, que contemplen ciertas características, tales como: utilizar un lenguaje claro, no sobrecargar la pantalla con información, emplear íconos gráficos o lo suficientemente descriptivos para ayudar en la navegación, apoyos alternativos de comprensión a través de recursos auditivos, gráficos y/o de texto, etcétera. El área de interacción humano computadora trata el entendimiento y creación de software y otras tecnologías que la gente querrá utilizar, será capaz de utilizar y encontrará efectivo al usarla, se consideran las habilidades psicológicas y fisiológicas, y son especialmente importantes sus limitaciones de los usuarios [6].

Habrá que dar a los alumnos tiempo de práctica y entrenamiento, graduar la velocidad de movimiento del cursor del mouse, definir si es necesario utilizar algún apoyo de tecnología adaptativa como por ejemplo las opciones de accesibilidad para graduar la sensibilidad del teclado y reevaluar periódicamente la posibilidad de retirar estos apoyos.

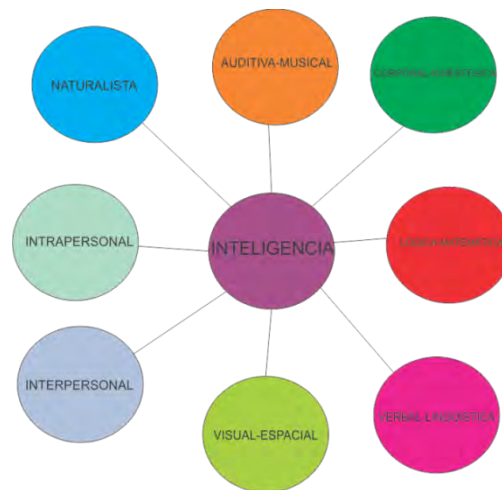
Para ayudar en lo posible a paliar este problema se plantea el diseño de un sistema que aproveche la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) y que contenga actividades de aprendizaje de español y matemáticas. Contiene actividades en las que el usuario podrá asociar imágenes con palabras, imágenes con cantidades y de igual forma aprenderá a realizar operaciones matemáticas básicas. Las características deseadas del sistema es que las actividades se realicen de manera dinámica logrando que el aprendizaje sea más fácil, con actividades que son simples para que el usuario pueda interactuar, utilizando imágenes y sonidos en una pantalla táctil.

Para definir de manera adecuada se realizó un sondeo en la asociación Aprendiendo por una vida digna A. C. de la ciudad de Puebla (México). En dicha asociación se encuentran estudiantes de diferentes edades con discapacidad intelectual. Se realizaron entrevistas a los padres de familia, docentes y alumnos para obtener datos que permitan a un mejor desarrollo del sistema.

Actualmente existen en el mercado varias propuestas de desarrollo de software para fortalecer el aprendizaje y enseñanza para niños y niñas con discapacidad intelectual. Una propuesta podría ser comenzar a dibujar con el uso de un software graficador como por ejemplo el Tux Paint (<http://www.tuxpaint.org/>), que aporta formas, líneas, sellos que permiten realizar variados dibujos: una casa, el sol, la figura humana, etc. Kidspiration (<http://www.inspiration.com/Kidspiration>) es una herramienta educativa destinada al público infantil de entre 4 y 10 años que es capaz de fomentar el aprendizaje de diferentes materias gracias a la utilización de mapas mentales y del recuerdo mediante la voz. Posee 75 actividades de ejemplo sobre distintas áreas, como las formas verbales, decenas y unidades, las estaciones del año, relación causa-efecto, etcétera.

### 3 Inteligencias de niños y niñas

Gardner es conocido fundamentalmente por su teoría de las inteligencias múltiples. Sostiene que no existe una sola forma de inteligencia sino una diversidad que abre las potencialidades de cada individuo. Define la inteligencia como: “La capacidad de resolver problemas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas” [7]. Gardner considera que, en la medida en que la vida se compone de distintos ámbitos en los que la manera de desenvolverse y progresar es resolver los problemas y los retos propios de cada uno de ellos, existen distintos tipos de inteligencia para cada uno de ellos. Cada individuo puede tener un mayor dominio en alguna inteligencia o bien en varias, sin embargo puede ser menos capaz en algunas otras y puede también tener una combinación de estas inteligencias.



**Fig. 2.** Inteligencias de Gardner (adaptado de [7]).

En la Figura 2 se puede encontrar la inteligencia auditiva-musical que se refiere a la habilidad que tiene una persona para percibir, discriminar entender o comunicar las emociones y las ideas a través de las música ya sea haciendo composiciones y también en su ejecución. Su habilidad radica en el canto, la ejecución de instrumentos y en la apreciación musical.

La inteligencia corporal-kinésica usan su cuerpo para expresar las emociones, realizan actividades que pueden implicar el uso de la fuerza, el equilibrio, la coordinación, la velocidad y la percepción. Esto les da la capacidad para utilizar el cuerpo para realizar sus actividades y resolver problemas.

En cuanto a la inteligencia lógica-matemática que se utiliza para resolver problemas de lógica y matemáticas, la poseen por lo general los científicos, el hemisferio que se utiliza es el hemisferio lógico, usa este pensamiento lógico para entender causa y efecto, conexiones y relaciones e ideas.

La inteligencia visual-espacial se centra en la habilidad de pensar y formar un modelo mental del mundo en tres diferentes dimensiones. La base de esta inteligencia es el sentido de la vista, así como la habilidad para formar imágenes mentales. Las personas que poseen este tipo de inteligencia son sensibles al color, a las líneas, las formas, el espacio y su relación entre ellos.

En lo que respecta a la inteligencia interpersonal es la capacidad que se tiene para entender a los demás seres humanos y está basada en el desarrollo de las capacidades como lo son la empatía y el manejo de las relaciones interpersonales. Este tipo de inteligencia permite a los estudiantes trabajar en grupo y establecer relaciones con otras personas y para los profesores también es importante, pues les permite conocer a sus estudiantes y saber así cómo transmitir el conocimiento de manera más eficiente, creando ambientes de trabajo más adecuados para la enseñanza.

La inteligencia intrapersonal es la inteligencia en la que la gente se conoce a sí mismo e identifica como reacciona a las diferentes situaciones, además saber cuáles son sus motivaciones, intereses, limitaciones, cualidades, deseos y autoestima para que de esta manera pueda saber cómo comportarse eficientemente en la vida cotidiana. Estas personas desarrollan lo que son las capacidades para percibir y controlar sus emociones y motivarse por sí solos.

Por último la inteligencia naturalista es usada para observar y analizar la naturaleza. Éste tipo de inteligencia se desarrolla interactuando con lo que nos rodea, es decir, con los seres vivos que se encuentran en ese mundo para analizar y modelar entonces los fenómenos naturales junto con sus comportamientos futuros, las causas y las consecuencias

#### **4 Diseño del sistema**

Una vez que se han definido las consideraciones iniciales para el sistema (ver imagen 2), se diseñaron y aplicaron entrevistas a los usuarios: niños, padres de familia y profesores. Las entrevistas estaban dirigidas a la obtención de requerimientos del sistema.

Las entrevistas contaban con el guion siguiente:

**Entrevista a niños:** ¿Qué te gusta más, español o matemáticas? ¿Te gustan las actividades que te ponen los maestros? ¿Qué te gusta más, escribir o usar tu Tablet?

**Entrevista a padres de familia, Maestros y Psicólogo:** ¿Qué método de enseñanza han aplicado más? (visual, auditiva o interactiva) ¿Qué dificultades son más frecuentes en los niños? ¿Qué tipo de material utilizas para el aprendizaje del niño? ¿Qué tan útil sería un sistema web como apoyo para su enseñanza a los niños de la asociación? ¿En qué área de español o matemáticas te gustaría que tuviera más actividades?








De donde se obtuvieron los siguientes requerimientos funcionales.

1. Asociación de palabras: El usuario tendrá la capacidad de realizar las actividades que el sistema proporciona, la asociación deberá dar un resultado que sea de manera clara y coherente, para que el usuario comprenda sin esfuerzo y de manera dinámica. Beneficios: Aprendizaje rápido. Aprendizaje claro y eficiente. Mensajes que el usuario entiende durante su aprendizaje.

2. Asociación de imagen: El usuario tendrá la capacidad de realizar las actividades que el sistema proporciona, la asociación de imágenes deberá dar un resultado que sea de manera clara y coherente, para que el usuario comprenda sin esfuerzo y de manera dinámica. Beneficios: Aprendizaje rápido. Aprendizaje claro y eficiente. Mensajes que el usuario entiende durante su aprendizaje.

Operaciones matemáticas: El usuario aprende operaciones básicas que le ayudaran a realizar diferentes actividades, el sistema debe responder a las peticiones que tiene el usuario como son cambiar las cantidades, imágenes referentes a la asociación de la cantidad y mostrar mensajes al usuario durante su aprendizaje. Beneficios: Aprendizaje del área de matemáticas. Motivación al usuario en su forma de aprendizaje. Mensajes claros para el usuario.

**THE PRODUCT VISION BOARD**

 <b>VISION</b> Ayudar a las personas con discapacidad intelectual a tener una mejor calidad de vida			
 <b>TARGET GROUP</b>	 <b>NEEDS</b>	 <b>PRODUCT</b>	 <b>BUSINESS GOALS</b>
Estudiantes con discapacidad intelectual (Aprendizaje).	Una herramienta que facilite su aprendizaje de manera creativa, interactiva y sobre todo que llame su interés a usarlo.	Un Sistema Web que toma como base dos materias elementales las cuales son Español y Matematices, en las cuales habrá dos sub tareas que ayudaran facilitar el aprendizaje de esas materias.	El Sistema Web no tendrá ningún costo, ya que este será donado a la Asociación quiero aprender por una vida digna A. C. en la cual se encuentran estudiando alumnos con discapacidad intelectual

**Fig. 3.** Consideraciones iniciales para el diseño del sistema.

El diseño del sistema se basa en diferentes diagramas UML<sup>2</sup> que permiten tener una representación gráfica para visualizar, especificar, construir y documentar el sistema a desarrollar.

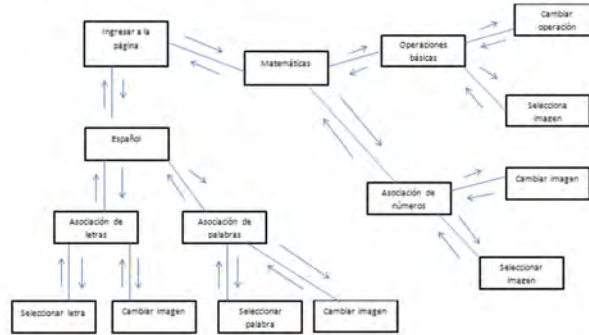


Fig. 4. Diagrama de colaboraciones.

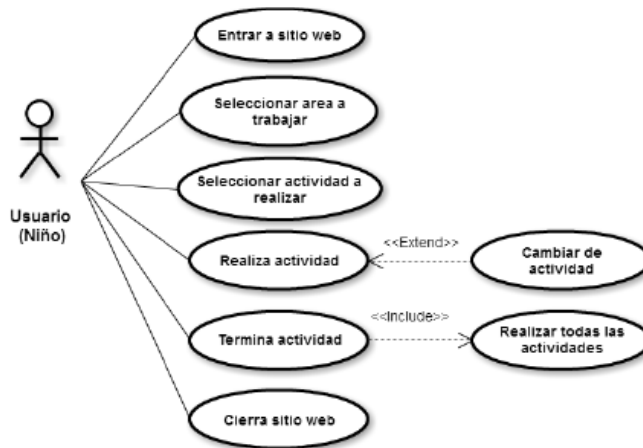


Fig. 5. Diagrama de casos de uso.

## 5 Implementación y pruebas del sistema

El siguiente paso es la implementación del sistema, para lo cual se utilizó el lenguaje de programación JavaScript y HTML. A continuación se muestran algunas interfaces de usuario.

<sup>2</sup> Lenguaje unificado de modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el OMG (Object Management Group).



Fig. 6. Interfaz de usuario inicial.



Fig. 7. Inicio de la sección de español.

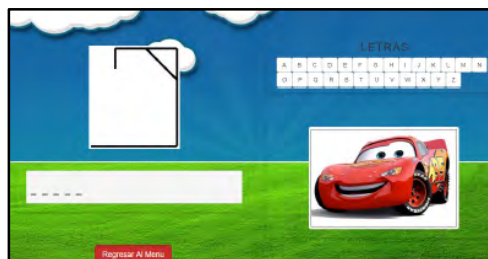


Fig. 8. Ejercicio de aprendizaje de español.

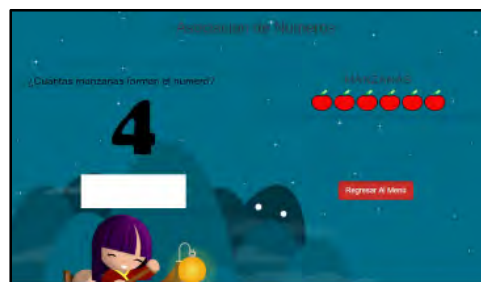


Fig. 9. Ejercicio de aprendizaje de matemáticas.



Fig. 10. Ejercicio de aprendizaje de adición.

El sistema se evaluó por medio de los principios heurísticos de Molich y Nielsen [8].

REGLA	POCO	REGULAR	BUENO
Libertad del uso del sistema:		•	
Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores: los mensajes de error se deben entregar en un lenguaje claro y simple	•		
Ayuda y documentación: incluso en los casos en que el sistema pueda ser usado sin documentación	•		
Relación entre el sistema y el mundo real: el sistema debería hablar el lenguaje de los usuarios			•
Control y libertad del usuario: sistema por error y necesitaran una "salida de emergencia"	•		
Consistencia y estándares: palabras diferentes significan en realidad la misma cosa			•
Prevención de errores: mucho mejor que un buen diseño de mensajes de error		•	
Reconocimiento antes que recuerdo: se deben hacer visibles los objetos, acciones y opciones			•
Estética y diseño minimalista: los diálogos no deben contener información que es irrelevante o poco usada		•	

Fig. 11. Evaluación heurística del sistema.

## 6 Conclusiones y trabajos futuros

En la actualidad el porcentaje de niños y niñas que presentan discapacidad intelectual es alto acorde a las encuestas del INEGI, por tanto se está buscando la inclusión de ellos en la educación aportando nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje para apoyar en su desarrollo integral. Consideramos importante apoyar mediante el uso de las tecnologías de la información y comunicación en el diseño e implementación de sistemas informáticos que potencialicen o desarrollen las capacidades de los niños y niñas en México, por ello se propone el desarrollado de un sistema para apoyar el aprendizaje en Español y Matemáticas para niños con discapacidad intelectual, basado en los requerimientos de niños, padres y psicólogos de la asociación Aprendiendo por

una vida digna A. C. Se ha hecho una primera evaluación del sistema que muestra que es perfectible pero que responde a las necesidades presentadas.

Es importante mencionar, que los profesores de la asociación dieron pauta para el inicio del trabajo con recomendaciones sobre los ejercicios a implementar, si bien en la sección de matemáticas se pretende trabajar con actividades de reconocimiento de números y operaciones matemáticas como la adición, se planea realizar actividades más básicas como el reconocimiento de colores, el dimensionamiento de objetos, etc. En cuanto a lecto - escritura se considera para una futura versión realizar actividades que pueden iniciar con el pre silábico, silábico, silábico - alfabético y alfabético. El trabajo futuro buscará la mejora del sistema y la valoración por otros usuarios, así como la integración de otras áreas de conocimiento como geografía e historia.

## Referencias

1. Wehmeyer ML, Obremski S. 2010. La deficiencia intelectual. In: JH Stone, M Blouin, editors. *International Encyclopedia of Rehabilitation*. Available online: <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/es/article/15/>
2. Verdugo Alonso, Miguel Angel. *Revista Española sobre Discapacidad Intelectual* Vol. 34 (1), Núm. 205. Recuperado el 20 de mayo de 2016 de: [http://www.feaps.org/biblioteca/documentos/analisis\\_di.pdf](http://www.feaps.org/biblioteca/documentos/analisis_di.pdf)  
INEGI. Clasificación de tipo de discapacidad. Sf. INEGI 2006. Recuperado el 22 de mayo de 2016 de [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/clasificadoresy catalogos/doc/clasificacion\\_de\\_tipo\\_de\\_discapacidad.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/aspectosmetodologicos/clasificadoresy catalogos/doc/clasificacion_de_tipo_de_discapacidad.pdf)
3. INEGI. *Las personas con discapacidad en México, una vision al 2010*. INEGI. México. 2013. Recuperado el 22 de mayo de 2016 de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos//prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/discapacidad/702825051785.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos//prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/discapacidad/702825051785.pdf)
4. Secretaría de Educación Pública. *Discapacidad intelectual. Guía didáctica para la inclusión en educación inicial y básica*. Consejo Nacional de Fomento Educativo (2011).
5. Gobierno de Chile. *Guía de apoyo técnico-pedagógico necesidades educativas especiales en el nivel de educación parvularia. Necesidades educativas especiales asociadas a retraso del desarrollo y discapacidad intelectual*. Recuperado el 20 de junio de 2016 de: <http://portales.mineduc.cl/usuarios/edu.especial/File/GuiaIntelectual.pdf>
6. Zappalá, D., Köppel, A., Suchodolski, M. *Inclusión de TIC en escuelas para alumnos con discapacidad intelectual*. 1a ed. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación, 2011. ISBN 978-950-00-0876-1
7. Preece, J. et al. *Human-Computer Interaction*. Addison-Wesley. (1994).
8. Gardner, H. *Las inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Paidós Iberica. (2011). ISBN: 9788449325946
9. Lorés, Jesús Ed. *La interacción persona –ordenador*. 2001. AIPO. España. Capitulo: *Evaluación heurística*. Consultado el 22 de mayo de 2016 en: <http://interaccion2011.m.aipo.es/libro/pdf/15-Evaluacion-Heuristica.pdf>

## Evaluación de Aprendibilidad para Usuarios con Síndrome de Down

Alfredo Mendoza González<sup>1</sup>, Francisco J. Álvarez Rodríguez<sup>2</sup>, Cristian Alexandru Rusu<sup>3</sup>, Jaime Muñoz Arteaga<sup>2</sup>, Francisco D. Acosta Escalante<sup>1</sup>, Ricardo Mendoza González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Aguascalientes

<sup>3</sup>Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

<sup>1</sup>amendoza@correo.uaa.mx, <sup>2</sup>fjalvar@correo.uaa.mx, <sup>3</sup>cristian.rusu@pucv.cl,  
<sup>2</sup>jmauaa@gmail.com, <sup>1</sup>francisco.acosta@ujat.mx, <sup>2</sup>mendozagric@mail.ita.mx

**Resumen.** La primera etapa en el proceso de utilización de un producto por un usuario es el aprendizaje del mismo. La aplicación de pruebas de Aprendibilidad cómo los usuarios aprenden a utilizar el software. Es muy importante que los datos obtenidos a partir de estos estudios no estén contaminados por factores externos. En éste capítulo se presentan tres métodos de evaluación de Aprendibilidad que maximizan la obtención de información, implementando medidas adecuadas para el manejo de factores externos, que pueden llegar a afectar a los usuarios con síndrome de Down durante su participación en la evaluación.

### 1 Introducción

Es muy reciente la incorporación del análisis de emociones como parte del estudio de la Experiencia del Usuario. Existe una gran cantidad de trabajos que informan sobre los grandes beneficios que se consiguen integrando un análisis emocional en el proceso de estudio de la Experiencia de Usuario. Sin embargo, son muy escasos los que se enfocan en las emociones que el usuario experimenta durante su participación en una prueba de software.

En una prueba de software con usuarios, sin importar su tipo u objetivo, las habilidades del usuario son evaluadas, en algunos casos llevadas al límite. Dada la poca factibilidad de aplicar pruebas sobre un gran número de usuarios, es necesario disminuir la subjetividad de los resultados obtenidos en una muestra pequeña, para poder generalizar los resultados reflejados en una población completa. El objetivo parece simple: asegurar que la Experiencia de Usuario evaluada sea igual a la Experiencia de Usuario real. Sin embargo, se requiere de un gran esfuerzo, por parte de quienes diseñan

y aplican éstas pruebas, para evitar que las acciones del usuario se vean afectadas por sus emociones durante la evaluación del producto de software.

En éste capítulo se trata un caso muy particular: Pruebas de Aprendibilidad de dispositivos móviles para niños con Síndrome de Down. En dichas pruebas se analiza la facilidad con que el usuario con Síndrome de Down aprende a utilizar una aplicación móvil o alguna de sus características. Estas pruebas se extienden durante todo el periodo de aprendizaje, hasta que el usuario logra llegar a un nivel predefinido de habilidad en el uso de la interfaz o función específica de la aplicación móvil. Para la gran mayoría de los niños con Síndrome de Down éste proceso se vuelve difícil y estresante debido a las afecciones conductuales que conlleva este padecimiento.

Las experiencias recogidas a lo largo de ésta investigación han permitido generar un conjunto de recomendaciones que facilitan el cumplimiento de los objetivos de los métodos de evaluación de la Aprendibilidad, que es obtener información acerca de los puntos fuertes y débiles respecto a la facilidad de aprendizaje de un producto, tanto cuantitativa como cualitativa.

Todas las recomendaciones explicadas en éste capítulo no pretenden en ningún momento servir como un control de comportamiento para el niño con Síndrome de Down, sino facilitar el seguimiento y finalización del proceso de un estudio de Aprendibilidad, minimizando los factores emocionales del usuario que hacen subjetivos los resultados.

Se llevará al lector por todo el proceso de adecuación de una prueba de Aprendibilidad, desde la aplicación de una prueba genérica, que sigue los lineamientos descritos en la literatura, que no implica ninguna adecuación particular. Hasta la especificación reglas de aplicación de las pruebas, propias para la atención de las capacidades físicas y cognitivas de los niños con Síndrome de Down, que conllevan a una disminución en la subjetividad de los resultados. Todo esto acompañado de resultados comprobables para cada adecuación.

El capítulo se conforma de la siguiente manera: Luego de la introducción presentada en el apartado I, se presenta una revisión de los métodos existentes para la evaluación de la Aprendibilidad en el apartado II. El apartado III muestra de manera general el perfil del usuario con Síndrome de Down. En el apartado IV se presenta la adecuación de tres métodos de evaluación a las necesidades de los usuarios con síndrome de Down. El capítulo V muestra algunas recomendaciones para la aplicación de métodos de evaluación de la Aprendibilidad sobre usuarios con Síndrome de Down. Finalmente, el apartado VI presenta nuestras conclusiones.

## **2 Métodos de Evaluación de la Aprendibilidad**

La Aprendibilidad ha sido considerada como un muy importante atributo tanto de la usabilidad como de la calidad del software; su evaluación ha ayudado a comprender el comportamiento de los usuarios durante el periodo de aprendizaje de productos de software, formalmente desde la década de los 80's; encontrando información relevante sobre los primeros pasos que el usuario da en el uso del software.

Hasta hoy en día no existe una única definición de Aprendibilidad aceptada por toda la comunidad de Interacción Humano-Computadora (HCI). El término se hizo popular desde 1980 en el ámbito de las ciencias computacionales; fue definido como la capacidad de un sistema computacional de ser fácil de aprender para el grupo de usuarios para quienes fue creado, e incluido como una de las nueve características de la ingeniería del software (Confiabilidad, Exactitud, Aprendibilidad, Usabilidad, Flexibilidad, Desempeño, Aplicabilidad, Seguridad y protección, y Costo-beneficio) por (Michelsen, Dominick, & Urban, 1980). Casi una década después, la Aprendibilidad fue definida como la facilidad de uso que nuevos usuarios tienen con cierto diseño hasta que alcanzan un nivel óptimo de desempeño (Dix, Finlay, Abowd, & Beale, 2010). Nielsen incluyó a la Aprendibilidad como uno de los cinco componentes de la usabilidad (Aprendibilidad, eficiencia, facilidad de memorizar, errores y satisfacción subjetiva) y se refiere a ella como qué tan fácil es para los usuarios completar tareas básicas la primera vez que se encuentran con cierto diseño (Nielsen, 2016).

De acuerdo con el estándar internacional ISO 25010, la Aprendibilidad es el grado con que un producto o sistema puede ser utilizado, por un grupo específico de usuarios, para alcanzar un conjunto específico de objetivos de aprendizaje para usar el producto o sistema con efectividad, eficiencia, libertad de riesgo y satisfacción objetiva en un contexto específico de uso ( International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland., 2011). La Aprendibilidad también ha sido definida desde dos puntos de referencia: la del software y la del usuario. Desde la perspectiva del software, la Aprendibilidad se define como la capacidad del software para permitir a los usuarios un rápido comienzo del trabajo con el sistema (Holzinger, 2005). Desde el punto de vista del usuario, la Aprendibilidad se define como la habilidad del usuario para alcanzar un nivel de trabajo productivo utilizando cierto producto de software (Rodríguez, Borges, & Sands, 2002).

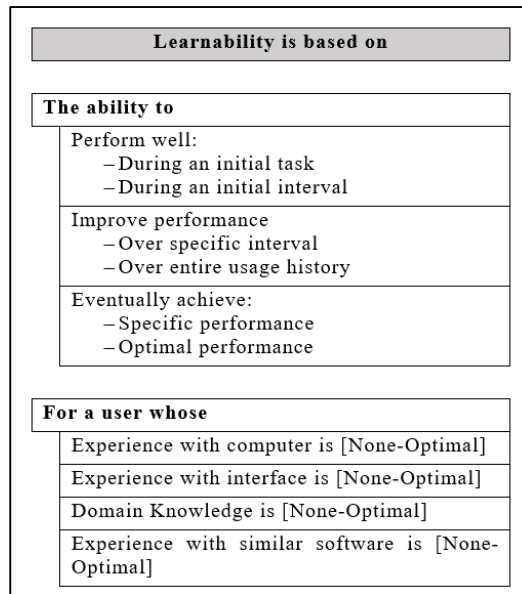
Por su parte, Santos y Badre definen la Aprendibilidad como la medida del esfuerzo requerido por un usuario típico para ser capaz de realizar un conjunto de tareas utilizando un sistema interactivo con un nivel predefinido de habilidad (Santos & Badre, 1995).

En cuanto a Letho y Buck, definen Aprendibilidad de una manera más general, como una característica del software donde el desempeño del usuario se mejora con la experiencia (Letho & Buck, 2012). Los usuarios agregan que, durante el periodo de aprendizaje, las habilidades del usuario se refinan, la coordinación ojo-mano se hace más exacta, permitiendo mejores tiempos de desempeño, se cometen menos errores y se requiere menor esfuerzo, lo que permite una mejor satisfacción subjetiva del usuario.

Debido a ésta gran diversidad de definiciones, Grossman propuso una muy útil taxonomía para la Aprendibilidad, con el propósito de aislar áreas específicas en su estudio (Grossman, Fitzmaurice, & Ramtin, 2009). El autor comienza con la definición de dos categorías de Aprendibilidad: Aprendibilidad Inicial y Aprendibilidad Extendida. La Aprendibilidad inicial aplica para el desempeño que el usuario obtiene en el uso de un sistema interactivo durante un único periodo de tiempo (tiempo de uso). Mientras que la extendida, aplica para el progreso en el desempeño que un usuario tiene



conforme pasa el tiempo. El autor agrega cuatro dimensiones basándose en el nivel de experiencia del usuario, es decir en sus habilidades actuales: nivel de experiencia con computadoras, nivel de experiencia con la interface, calidad del dominio del conocimiento y experiencia con software similar. De ésta manera el autor no únicamente da la oportunidad de definir el termino Aprendibilidad más adecuado para el estudio que se esté realizando, sino que ésta taxonomía permite definir las primeras pautas para un estudio más formal. La taxonomía completa propuesta por Grossman se muestra en la siguiente figura:



**Fig. 1.** Taxonomía de Grossman para la Aprendibilidad.

Hablando de manera muy general, la Aprendibilidad de un producto de software puede ser medida analizando el tiempo y el esfuerzo que requiere un usuario común para volverse profesional, posteriormente experto, en su uso (Tullis & Albert, 2013). (Tullis & Albert, 2013) presentan una metodología de evaluación de la Aprendibilidad basada en la realización de pruebas con usuarios, analizando su desempeño con respecto al tiempo de interacción. Indican además condiciones iniciales y métodos de análisis de datos, que resultan ser muy útiles para éste tipo de estudios. Los autores mencionan que la primera decisión que se debe tomar al evaluar la Aprendibilidad es elegir el tipo de métricas que se utilizarán en el estudio, para lo cual se puede hacer uso de casi cualquier métrica que mida el desempeño de los usuarios respecto al tiempo de interacción con un producto de software, sin embargo las más comunes son aquellas que se enfocan en la eficiencia, tales como el tiempo que toma al usuario completar una tarea, la tasa de errores cometidos al realizar una tarea, el número de pasos que sigue el

usuario para completar una tarea o la tasa de tareas completadas exitosamente por minuto (Tullis & Albert, 2013).

El aprendizaje sucede a lo largo de un periodo de tiempo, en el que el desempeño de los usuarios mejora; es por eso que la evaluación de la Aprendibilidad debe realizarse en varias pruebas durante éste periodo. Después de decidir qué métricas utilizar en la evaluación de la Aprendibilidad, (Tullis & Albert, 2013) sugieren definir el tiempo que separará a las pruebas, el cual debe basarse en la frecuencia de uso esperada.

Cuando se espera que los periodos de tiempo en los que el usuario no interactúa con el software sea muy grande, por ejemplo, si se espera que el usuario interactúa con el producto de software una vez cada año, o una vez cada semestre, resulta impráctico tener ésta misma frecuencia en las sesiones de evaluación, por lo que (Tullis & Albert, 2013) recomiendan tres alternativas:

- Pruebas durante la misma sesión: Los participantes realizan las tareas una tras otra sin descanso entre ellas. A pesar de ser muy fácil de administrar, éste protocolo no toma en cuenta la pérdida de memoria que ocurre al dejar de usar un producto.
- Pruebas durante la misma sesión, con descanso entre cada tarea. Para que tenga mayor sentido, el descanso debe implicar situaciones distractoras o cualquier actividad que haga olvidar al usuario la tarea anterior.
- Pruebas entre sesiones. Los participantes realizan las mismas tareas durante múltiples sesiones con al menos un día entre ellas. A pesar de ser más impráctico que los anteriores, éste protocolo es más realista cuando el producto es utilizado esporádicamente.

Respecto al análisis de los datos (Tullis & Albert, 2013) mencionan que la manera más común de analizar y presentar datos sobre Aprendibilidad es mediante la examinación de métricas específicas de desempeño, tales como el tiempo en completar una tarea, número de paso y número de errores, para cada tarea o para todas ellas; esto permitirá mostrar cómo las métricas de desempeño cambian con respecto al tiempo. Aplicada al diseño de una herramienta web para el desarrollo de actividades escolares, en (Zbick, Nake, Milrad, & Jansen, 2015) se presenta una metodología que incluye la aplicación de pruebas con usuarios en un ambiente semi-informal, y la aplicación de un cuestionario de usabilidad a los usuarios. Con el propósito de conocer la Aprendibilidad de ésta plataforma, los autores diseñaron éste método de evaluación que implicó la realización de dos sesiones y la participación de 13 académicos que fungieron como usuarios del sistema. Los autores describen que cada sesión tuvo una duración de 2 horas, y comenzaron con una breve presentación de la herramienta y sus principales funcionalidades, así como el diseño de una actividad escolar, a manera de ejemplo. Posteriormente se dejó a los usuarios diseñar sus propias actividades y comprobar su funcionamiento en un dispositivo móvil. Finalmente, se dio a los usuarios tres cuestionarios: el primero, compuesto por cinco preguntas generales sobre su experiencia en la enseñanza y el uso de nuevas tecnologías en el aula; el segundo cuestionario, cuyas preguntas se basaron en el Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM, por su nombre en inglés Technology Acceptance Model) que es un método para identificar cómo el usuario acepta nueva tecnología, mediante el análisis de la utilidad

percibida y la facilidad de uso percibida (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003) , el cual se aplicó para evaluar la herramienta de desarrollo y la aplicación móvil donde se probaron las actividades desarrolladas por los participantes; y finalmente, se aplicó el cuestionario de usabilidad SUS (System Usability Scale), que permite conocer, mediante diez ítems, la apreciación global de la facilidad de uso por parte del usuario (Brooke, 1996); el cual se modificó para centrar su foco en la evaluación de la Aprendibilidad.

A pesar de que algunas preguntas de los dos primeros cuestionarios permiten conocer información general acerca de la Aprendibilidad, la evaluación formal de ésta se llevó a cabo únicamente con el cuestionario SUS, a partir del cual se generan datos cuantitativos sobre la Aprendibilidad de la herramienta de desarrollo. En (Mihajlov & Law, 2015) se evalúa la Aprendibilidad de interfaces naturales en adultos mayores mediante estudios empíricos aplicados a usuarios sin experiencia en dicha tecnología. La evaluación incluyó la evaluación del desempeño del usuario sobre un conjunto de tareas, midiendo tiempo de aprendizaje, errores cometidos y aciertos; y de la calidad de uso, comparando la calidad de uso con respecto al tiempo y la usabilidad de usuarios novatos y expertos. Las métricas se eligieron tomando como base el conjunto de métricas categorizadas por Grossman (Grossman, Fitzmaurice, & Ramtin, 2009) de las categorías de Desempeño en Tareas y Usabilidad.

Mediante la aplicación de 17 sesiones individuales de evaluación, de 20 minutos cada una se evaluaron tres mini juegos simples en una mesa digital, cuya interacción se basaba en gestos sobre una pantalla táctil. Los autores decidieron no aplicar ningún tipo de cuestionario a los usuarios debido a que los adultos mayores son propensos a la fatiga y al estrés provocados por actividades realizadas durante un largo periodo de tiempo. A pesar de sus buenos fundamentos, éste método de evaluación de Aprendibilidad carece de técnicas que permitan obtener información subjetiva.

Basándose en las métricas de Aprendibilidad definidas en el estándar ISO IEC 9126-2: facilidad de aprendizaje funcional, accesibilidad de la ayuda, efectividad de la documentación o ayuda del sistema, efectividad de la documentación o ayuda del sistema durante su uso y frecuencia de uso; en (Shamsuddin, Syed-Mohamad, & Sulaiman, 2014) se propone la evaluación de Aprendibilidad mediante la generación automática de árboles de decisión que permiten identificar las acciones que deben ocurrir en la interfaz para permitir a los usuarios realizar una función en particular exitosamente.

La evaluación se realizó mediante la aplicación de experimentos controlados en un laboratorio, con pruebas con usuarios, sobre un sistema de correo electrónico web llamado my@arms. Luego de una breve introducción al objetivo de la investigación, para que los participantes comprendieran el sentido de su presencia en el laboratorio, se le pidió a cada participante completar las tareas; posteriormente los participantes contestaron un cuestionario.

La evaluación de la Aprendibilidad fue complementada mediante el análisis del tiempo que toma a los participantes completar cada una de las tareas dadas my@RMS permite medir el tiempo entre diferentes acciones del usuario por la definición de marcadores en su uso.

En (Chimbo, Gelderblom, & de Villiers, 2011) se propone evaluar la Aprendibilidad midiendo los atributos definidos por (Nielsen, 2016) (Dix, Finlay, Abowd, & Beale, 2010) en un entorno de la vida real. Para la evaluación se realizó una serie de experimentos controlados dentro de un laboratorio de usabilidad, cada uno de los cuales involucraba a un usuario aprendiendo a utilizar una nueva aplicación móvil. Cuatro tipos de usuarios fueron involucrados: Adultos expertos, adultos novatos, niños expertos y niños novatos.

Las pruebas con usuarios fueron realizadas tanto de manera individual como en parejas. Las parejas involucraban diferentes tipos de interacción entre usuarios: Un adulto experto enseñando a un niño novato, un adulto experto enseñando a un adulto novato, un niño experto enseñando a un adulto novato y un niño experto enseñando a un niño novato. Las pruebas individuales solo involucraron dos casos: un adulto novato aprendiendo por el mismo y un niño novato aprendiendo por el mismo.

Los datos fueron recolectados de tres maneras diferentes: observación (in-situ y análisis de video-grabación), seguimiento ocular y entrevistas. La utilización de video-grabaciones permitió a los autores analizar repetidamente a los usuarios y darse cuenta de detalles en el comportamiento del usuario que difícilmente se notarían in-situ. La aplicación de seguimiento ocular fue realizada únicamente en las pruebas individuales. Las entrevistas aplicadas fueron informales, semi-estructuradas tanto con usuarios adultos como con niños (expertos y novatos en ambos casos) y después de las pruebas individuales y en parejas.

La aplicación de dichas entrevistas permitió, entre otras cosas, discutir acerca de sus emociones y reacciones durante el experimento, lo que ayudó a comprender de una manera más clara el comportamiento de los usuarios ante las diferentes situaciones a las que se enfrentaron. Los autores proponen incluir en la evaluación de la Aprendibilidad un extensivo análisis de datos basándose en el proceso de Terre Blanche y Kelly, el cual comprende los siguientes pasos:

1. Familiarización e inmersión
2. Identificación de temas
3. Codificación
4. Elaboración
5. Interpretación y validación

### **3 Perfil del usuario con Síndrome de Down**

Los primeros estudios referentes al Síndrome de Down fueron formalmente realizados el médico Inglés John Langdon Down en el año 1896, quien se refirió al mismo llamándolo mongolismo, haciendo referencia una forma involucionada de la raza actual semejante a la raza mongólica (Madrigal, 2010). El mismo Down refiere los rasgos físicos de los sujetos con síndrome de Down, estos son: la cara ancha, plana y sin prominencias, las mejillas redondeadas y alargadas hacia los lados, los ojos oblicuos y cantos, más separados de lo común, una fisura palpebral muy estrecha. Así mismo, continúa Down, la frente presenta pliegues transversales debido a la ayuda que el músculo frontal occipital da a los músculos elevadores de los párpados para mantener

funcionando el movimiento de apertura de los ojos; los labios son anchos y gruesos con fisuras transversales, la lengua es larga gruesa y muy áspera; la nariz es pequeña y la piel, poco elástica, aparenta ser demasiado amplia para el cuerpo.

Posteriormente a ésta investigación seminal, se realizaron una gran cantidad de estudios que permitieron precisar la información acerca del padecimiento, destacan los resúmenes y antologías realizadas en la última década del siglo XIX sobre los rasgos típicos de la boca y la mandíbula por Robert Jones, de los ojos y las manos por Telford Smith y West y alteraciones del corazón por Garrod, Thompson y Fenel.

La primeras investigaciones en las que se involucran datos estadísticos que consideraran como un factor importante la edad de la madre fueron realizadas en los años 30's por los doctores Turpin, Caratzali, Lahdenduu, Doxiades y Portius.

En 1942, el Doctor Jervis realizó un gran compendio de la biografía existente del todavía llamado Mongolismo de los trabajos realizados desde 1928 hasta 1942. Fue hasta la década de los 60's que los doctores Lejeune, Gautier y Turpin mediante el análisis del cariotipo de pacientes con síndrome de Down llegaron a la conclusión de que la causa etiológica del síndrome se debía a la presencia de un cromosoma extra. Estudios posteriores de Penrose finalmente descubrieron lo que llamarían trisomía por traslocación y mosaicismo.

En la actualidad, se sabe que el Síndrome de Down es una condición cromosómica a la que se asocia una discapacidad intelectual, características faciales y un bajo tono muscular (hipotonía); así mismo, las personas que lo padecen tienen un alto riesgo de tener anomalías cardíacas, problemas digestivos, pérdida del oído, leucemia y problemas con la glándula tiroides (Parker, C., M., R., & Y., 2007).

Los humanos tenemos 46 cromosomas en cada una de nuestras células, los cuales se dividen en 26 pares; el síndrome de Down es una anomalía en el cromosoma número 21 donde se presentan 3 copias del mismo (Parker, C., M., R., & Y., 2007).

Existen tres formas de encontrar anomalías en el cromosoma 21 que originan el síndrome de Down, estas son:

- Trisomía 21: cuando se presentan 3 copias del cromosoma 21 en todas las células.
- Mosaico: cuando solo algunas células del cuerpo presentan 3 copias del cromosoma 21.
- Traslocación: cuando una parte del cromosoma 21 se traspone a otro cromosoma antes o en el momento de la concepción.

Estadísticamente, el 96% de los casos de síndrome de Down es ocasionado por la Trisomía 21, dejando el 4% restante dividido entre el Mosaico (2%) y la traslocación (2%) (Chapman & Hesketh, 2000).

El síndrome de Down impacta sustancialmente en las habilidades y capacidades físicas e intelectuales de quien lo posee. Es sabido que todos aquellos niños que poseen síndrome de Down logran mejores resultados en las tareas que implican la inteligencia concreta, que en las que hay que utilizar una inteligencia abstracta; es por esto que las diferencias con otras personas de su edad empiezan a ser más notables durante la etapa de la adolescencia, etapa de pensamiento abstracto (Ruiz, 2012). La pobreza de desarrollo de la corteza prefrontal, característica descrita en esta patología, dificulta o

retrasa el razonamiento deductivo y la generalización de aprendizajes (Troncoso & Del Cerro, 2009).

Según lo establecido en (Madrigal, 2010), la memoria operativa y procedimental, de las personas con síndrome de Down, se encuentran muy bien desarrolladas, lo cual les permite llevar a cabo distintas tareas secuenciales. Esto hace referencia a que pueden seguir instrucciones concretas, sin embargo, en una secuencia de instrucciones, hasta que no se termina por completo una tarea, no comienzan con la siguiente. A la apreciación común, los niños con síndrome de Down, parecen tercos, agresivos u opositores; pues hacen uso de la conducta como medio de comunicación, debido a su notable dificultad de experiencia verbal (Patterson, 2004). Los niños con síndrome de Down son muy propensos a distraer a los padres y profesores cuando se han de enfrentar con una tarea difícil. Esto lo hacen para librarse de una situación frustrante, y pueden ser interpretados como tercos u opositores. Al valorar a un niño o adulto con síndrome de Down en temas de docilidad, es necesario hacer un análisis de sus habilidades de lenguaje (oral y escrito), el estado de su audición, y su desarrollo cognitivo general. Si se comprende de qué modo sus puntos fuertes y débiles en el desarrollo guardan relación con la conducta problemática tal como se percibe, se podrá ayudar a desarrollar un plan de intervención que sirva para la casa, la escuela o el centro de trabajo (Patterson, 2004).

La percepción visual y la retención de la información a través de la vista han de considerarse puntos fuertes de los niños con síndrome de Down; el lenguaje expresivo se puede considerar un punto débil puesto que puede camuflar muchos conocimientos que poseen pero que no son capaces de comunicar verbalmente (Ruiz, 2012).

Es característica de los alumnos con síndrome de Down la inestabilidad de lo aprendido, es decir, frecuentemente aparecen y desaparecen conceptos que se creían ya consolidados; es preciso llevar a cabo un trabajo sistemático para reforzar y afianzar las adquisiciones debido precisamente a la fragilidad de sus aprendizajes (Ruiz, 2012).

Como se mencionó anteriormente, las personas con síndrome de Down tienen muy bien desarrollada su percepción visual, por consecuencia, su aprendizaje se facilita si el proceso se apoya en signos, gestos, señales, imágenes, dibujos, gráficos, pictogramas o cualquier otro tipo de clave visual (Ruiz, 2012).

Es evidentemente entendible que los alumnos con síndrome de Down tienen necesidades educativas especiales muy significativas derivadas de su discapacidad intelectual; pero son precisamente estas particularidades de su forma de aprendizaje las que han de orientar a los académicos sobre el proceso de enseñanza que será implementado con los mismos; de ésta manera será posible tomar las medidas oportunas para dar respuesta a estas necesidades, con grandes probabilidades de éxito (Ruiz, 2012).

- María del Carmen Troncoso y María Mercedes Del Cerro, investigadoras de alto renombre en el rubro, mencionan que un factor indispensable para el éxito del proceso de aprendizaje en un alumno con síndrome de Down es la motivación (Troncoso & Del Cerro, 2009). Así mismo, proporcionan un conjunto de limitaciones que puede tener un alumno con síndrome de Down y proponen cómo los instructores pueden mejorar el aprendizaje en cada uno (Tabla 1).

**Tabla 1.** Recomendaciones para el aprendizaje de niños con síndrome de Down.

<b>Problemas</b>	<b>Soluciones</b>
Su aprendizaje se realiza a ritmo lento	Brindarle mayor número de experiencias y muy variadas, para que aprenda lo que se le enseña
Se fatiga rápidamente y su atención no se mantiene por un tiempo prolongado	Trabajar inicialmente con él durante periodos cortos y prolongarlos poco a poco
Su interés por la actividad a veces está ausente o se sostiene por poco tiempo	Motivarlo con alegría y con objetos llamativos y variados para que se interese en la actividad
Muchas veces no puede realizar la actividad solo	Ayudarlo y guiarle a realizar la actividad, hasta que la pueda hacer solo
La curiosidad por conocer y explorar lo que lo rodea está limitada	Despertar en él interés por los objetos y personas que lo rodean, acercándose a él y mostrándole las cosas agradables y llamativas
Le cuesta trabajo recordar lo que ha hecho y conocido	Repetir muchas veces las tareas ya realizadas, para que recuerde cómo se hacen y para qué sirven.
No se organiza para aprender de los acontecimientos de la vida diaria	Ayudarlo siempre a aprovechar todos los hechos que ocurren a su alrededor y su utilidad, relacionando los conceptos con lo aprendido en "clase"
Es lento en responder a las órdenes que se le dan	Esperar con paciencia y ayudarlo, estimulándole al mismo tiempo a dar una respuesta cada vez más rápida
No se le ocurre inventar o buscar situaciones nuevas	Conducirlo a explorar situaciones nuevas y a tener iniciativas
Tiene dificultad en solucionar problemas nuevos, aunque éstos sean parecidos a otros vividos anteriormente	Trabajar permanentemente dándole oportunidades de resolver situaciones de la vida diaria, no anticipándose a él, ni respondiendo en su lugar.
Puede aprender mejor cuando ha obtenido éxito en las actividades anteriores	Conocer en qué orden se le debe enseñar, ofrecerle muchas oportunidades de éxito y secuenciar bien las dificultades
Cuando conoce de inmediato los resultados positivos de su actividad, se interesa más en seguir colaborando	Decirle siempre lo bien que lo ha hecho y animarle por el éxito que ha logrado. Así se obtiene mayor interés y tolera más tiempo de trabajo
Cuando participa activamente en la tarea, la aprende mejor y la olvida menos	Planear actividades en las cuales él sea quien intervenga o actúe como persona principal
Cuando se le pide que realice muchas tareas en corto tiempo, se confunde y rechaza la situación	Seleccionar las tareas y repartirlas en el tiempo, de forma tal que no le agobien ni le cansen

#### **4 Adecuación de métodos de evaluación**

En éste apartado se muestran 3 casos de estudio donde se aplicaron 3 métodos de evaluación distintos, todos adecuados a las características del perfil del usuario con

Síndrome de Down: Método de Evaluación con control de emociones, Método de evaluación con mecánicas de juego y Método de evaluación con trabajo en pares.

Todos los métodos incluyen la obtención tanto de información cuantitativa, mediante la medición del desempeño del usuario; así como cualitativa, es decir, información de las emociones y reacciones que el usuario tiene durante el proceso de aprendizaje.

#### **4.1 Método de Evaluación con control de emociones**

Como se mencionó en el apartado 2, cualquier tipo de evaluación en la cual se incluya la medición de la efectividad o el desempeño del usuario sobre un conjunto de tareas, generará ansiedad y tensión en éste. Aunado a esto, el usuario con Síndrome de Down, como se señaló en el apartado 3, además de tener un comportamiento efusivo, es propenso a la ansiedad y al estrés en situaciones nuevas o desconocidas. Estos indicativos, y otros que se describirán a continuación, hacen referencia a la necesidad de mantener los niveles emocionales del usuario con Síndrome de Down, lo más estables posible, durante la evaluación de la Aprendibilidad.

La terapia Gestalt, llamada así por sus raíces germanas y sin traducción propia al español, es un enfoque psicoterapéutico que permite a los psicólogos controlar el flujo de emociones que surgen durante alguna experiencia particular y ayudar a sobrepasar ciertos bloqueos mentales que complican el término de la experiencia, generando estrés en los sujetos (Salama, 2012).

Particularmente el ciclo de terapia Gestalt divide toda experiencia que vive una persona en 8 etapas, cada una de las cuales involucra emociones y comportamientos positivos cuyo seguimiento permite el cierre de la experiencia o cierre de la Gestalt. Cuando una de las etapas no se completa formalmente, por la ocurrencia de algún bloqueo mental, el sujeto genera estrés y la experiencia no se cierra, lo que puede llegar a complicarse hasta generar temores, fobias, fijaciones y muchas más enfermedades psicológicas.

Como se muestra en la tabla 2, cada una de las 8 etapas de Gestalt está relacionada con un comportamiento positivo que promueve el flujo de energía en todo el proceso y uno negativo que provoca el efecto contrario.

Hemos incorporado el enfoque Gestalt en un método de evaluación de Aprendibilidad, mediante la incorporación del ciclo de la experiencia Gestalt en el protocolo del método, con el objetivo de ayudar al usuario a completar su experiencia, como participante de la evaluación, evitando la generación de estrés durante el proceso.

La idea general es ver la prueba con usuarios como una experiencia, y dividirla en las 8 etapas de Gestalt, posteriormente en cada una de las etapas se promoverán actividades que permitan mantener las emociones positivas y negativas en los niveles óptimos para no generar en el usuario bloqueos mentales que pongan en riesgo el éxito de la evaluación.



**Tabla 2.** Etapas de Gestalt y emociones.

<b>Etapas Gestalt</b>	<b>Positivas</b>	<b>Negativas</b>
Reposo	Proactividad	Pereza
Sensación	Curiosidad	Miedo
Figura	Concentración	Ansiedad
Energía	Calma	Tensión
Acción	Seguridad	Inseguridad
Pre-contacto	Disposición	Desagrado
Contacto	Confianza	Pena
Post-contacto	Independencia	Fijación

La idea general es ver la prueba con usuarios como una experiencia, y dividirla en las 8 etapas de Gestalt, posteriormente en cada una de las etapas se promoverán actividades que permitan mantener las emociones positivas y negativas en los niveles óptimos para no generar en el usuario bloqueos mentales que pongan en riesgo el éxito de la evaluación.

Como se mencionó en el apartado 2, la evaluación de la Aprendibilidad se realiza en un periodo de tiempo predefinido, en el cual se realizan varias sesiones, con el objetivo de estudiar el avance o evolución del aprendizaje. Así, la evaluación involucra n pruebas con usuarios, en las cuales se desarrollan m actividades. La figura 1 muestra el proceso de pruebas con usuarios en una evaluación de Aprendibilidad.

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inicio de la evaluación</li> <li>2. Desde 1 hasta n (prueba actual)</li> <li>3. Desde 1 hasta m (actividad actual)</li> <li>4. Desarrollo Actividad actual</li> <li>5. Fin Actividad actual</li> <li>6. Fin prueba actual</li> <li>7. Fin Estudio</li> </ol> |
|--|

**Fig. 2.** Proceso de prueba con usuario.

De esta manera hemos dividido éste proceso en 3 diferentes Gestalt de acuerdo a su enfoque: Gestalt de la evaluación, Gestalt de la prueba actual y Gestalt de la actividad actual. Lo que nos permite intervenir el comportamiento del usuario, adecuadamente en cada momento de la evaluación, sin afectar los datos obtenidos.

En base a éste proceso, se definieron 7 etapas, cada una de las cuales involucra una o varias etapas de Gestalt (tabla 3).

**Tabla 3.** Fases del proceso de evaluación.

<b>LSP Phase</b>	<b>Gestalt Stage</b>
<b>Antes de la evaluación</b>	Reposo, Sensación, Figura, Energía, Acción, Pre-contacto
<b>Antes de la prueba actual</b>	Reposo, Sensación, Figura, Energía, Acción, Pre-contacto
<b>Antes de la actividad actual</b>	Reposo, Sensación, Figura, Energía, Acción, Pre-contacto
<b>Durante la actividad actual</b>	Contacto
<b>Al finalizar la actividad actual</b>	Post-contacto
<b>Al finalizar la prueba actual</b>	Post-contacto
<b>Al finalizar la evaluación</b>	Post-contacto

Al realizar ésta división del proceso de la evaluación con los usuarios, nos fue posible identificar las emociones con las que debemos trabajar en cada etapa, definiendo junto con expertos un conjunto de técnicas que lo permiten (tabla 4).

El protocolo que sigue éste método de evaluación comprende 3 etapas, mismas que no necesariamente se siguen de manera secuencial, sino que como se explicará a continuación, puede aplicarse de manera iterativa, mejorando en cada iteración. Las etapas son:

- A. Definición de las tareas del usuario
- B. Ejecución de pruebas con usuarios siguiendo el enfoque Gestalt
  - 1. Seguimiento emocional Antes de la evaluación
  - 2. Seguimiento emocional Antes de la prueba actual
  - 3. Seguimiento emocional Antes de la actividad actual
  - 4. Seguimiento emocional durante la actividad actual
  - 5. Seguimiento emocional Al finalizar la actividad actual
  - 6. Seguimiento emocional Al finalizar la prueba actual
  - 7. Seguimiento emocional Al finalizar la evaluación
- C. Evaluación

**Tabla 4.** Técnicas de Gestalt para el proceso de evaluación.

<b>Fase</b>	<b>Descripción</b>	<b>Emociones Positivas</b>	<b>Emociones Negativas</b>
Antes de la evaluación	Se da una explicación general al usuario del estudio que se va a realizar.	Expresión, conocimiento, identificación, confianza, decisión y coraje.	Miedo, pena, desconfianza, enojo, celos, angustia y culpa.
Antes de la prueba actual	Se da una explicación general al usuario de la prueba actual y sus actividades.	Expresión, conocimiento, identificación, confianza, decisión y coraje.	Miedo, pena, desconfianza, enojo, celos, angustia y culpa.
Antes de la actividad actual	Se da una explicación específica de la actividad actual.	Expresión, conocimiento, identificación, confianza, decisión y coraje.	Miedo, pena, desconfianza, enojo, celos, angustia y culpa.
Durante la actividad actual	Se provee toda la ayuda necesaria durante la realización de la actividad.	Responsabilidad, independencia y sentido de pertenencia.	Miedo, envidia, angustia, pena y sujeción.
Al finalizar la actividad actual	Se retroalimenta al usuario sobre su desempeño en la actividad.	Independencia a la actividad	Miedo, envidia, angustia, pena, sujeción y resentimiento
Al finalizar la prueba actual	Se retroalimenta al usuario sobre su desempeño en la prueba actual.	Independencia a la prueba	Miedo, envidia, angustia, pena, sujeción y resentimiento
Al finalizar la evaluación	Se retroalimenta al usuario sobre su desempeño en la evaluación.	Independencia a evaluación	Miedo, envidia, angustia, pena, sujeción y resentimiento

#### 4.2 Método de evaluación con mecánicas de juego

Retomando el mismo objetivo que el método anterior, éste método de evaluación de la Aprendibilidad se enfoca en mantener los niveles emocionales del usuario en un rango óptimo para el seguimiento de la evaluación, mediante la incorporación de mecánicas de juego en el proceso de pruebas con usuarios.

La Gamificación, es un enfoque de trabajo que incorpora las ideas de los video juegos, con el objetivo de cambiar el comportamiento de las personas, en escenarios de una naturaleza distinta (Conger, 2016). Nosotros aplicamos Gamificación al proceso de la evaluación de la Aprendibilidad con usuarios mediante la inclusión de mecánicas de juego, las cuales son incluidas en procesos no-gamificados para provocar comportamientos deseados, en nuestro caso la motivación a seguir trabajando en las

actividades de la prueba y la reducción de ansiedad y estrés en el usuario. En general, una mecánica de juego es una característica de los juegos, que sigue reglas claras y específicas (sin importar el juego en el que se aplique) y que genera un comportamiento específico en el usuario.

La búsqueda de mecánicas de juego se aplicó tanto sobre material bibliográfico como en blogs y comunidades de Gamificación, encontrando una gran cantidad de estas, todas con sus respectivas definiciones, ejemplos y validaciones (independientemente de la fuente). En general, se buscaron mecánicas de juego con las siguientes características:

- Que motivaran al usuario a participar en la evaluación.
- Que provocaran confianza al usuario y redujeran el miedo a cometer errores.
- Que hicieran más entretenida la participación del usuario
- Que centraran la atención del usuario en las actividades de evaluación

A continuación, se muestran las mecánicas elegidas, nombre (nombre original en inglés), descripción y su justificación para ser incluidas en la evaluación:

**Tabla 5.**

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Justificación</b>
Hints	Provee ayuda al usuario al momento de realizar actividades nuevas o desconocidas. Su activación puede ser automática o a petición.	Da la oportunidad de brindar ayuda en cualquier momento, ya sea cuando se detecte frustración o cuando el usuario lo pida.
Permission to fail	Da oportunidad al usuario de fracasar en las actividades, sin repercusión en el juego.	Da confianza al usuario de reconocer que sus errores no le provocarán fracaso en la actividad.
Points	Son recompensas acumulativas, otorgadas por haber completado ciertas actividades.	Motivan al usuario al recompensar el esfuerzo realizado.
Badges	Es una distinción al usuario por comportamientos ejemplares.	Motiva al usuario a mantener los comportamientos solicitados.
Leaderboards	Compara los puntajes y distinciones de todos los usuarios.	Motiva al usuario a continuar trabajando luego de complementar una actividad.

El protocolo que sigue el método es:

1. Definición de las tareas del usuario
2. Definición de la aplicación de las mecánicas de juego
3. Ejecución
4. Validación

### **4.3 Método de evaluación con trabajo en pares**

En el análisis de la usabilidad y la experiencia del usuario, es común ejecutar pruebas donde se trabajan con parejas de usuarios. Esto permite sobre todo una mejor y más natural verbalización de lo que se experimenta durante el uso de un producto de software. Hemos incorporado en éste método de evaluación de la Aprendibilidad trabajo entre pares, mediante la fusión de dos técnicas ampliamente aplicadas en estudios de usabilidad: Co-descubrimiento y Co-tutoría.

El Co-Descubrimiento, es posiblemente la técnica más utilizada en pruebas de productos de Software que involucra la participación conjunta de, aunque no limitada a, 2 usuarios. En ella, se presenta un diseño nuevo a una pareja de usuarios, la cual está conformada por usuarios que no tienen ningún conocimiento previo del mismo; a continuación, se da un tiempo para que ellos mismos encuentren la manera en la que el software debe ser utilizado; posteriormente se da a los participantes un conjunto de tareas específicas que juntos intentarán de resolver; finalmente se tiene una entrevista con ambos para analizar la experiencia (Ognjanovic & Ralls, 2013).

La técnica del Co-Descubrimiento estimula la verbalización espontanea entre los pares, lo que facilita conocer en qué parte, función o elemento del software se tiene mayor o menor facilidad de uso; así mismo, permite un mejor desenvolvimiento de los usuarios al minimizar el miedo a cometer errores (Ognjanovic & Ralls, 2013).

La Co-tutoría por su parte, es una técnica menos popular que la anterior, que sin embargo tiene grandes beneficios. Se divide en dos etapas esenciales; en la primera uno de los participantes practica un conjunto de tareas sobre el software hasta que obtiene cierto grado de experiencia. En la segunda etapa, éste participante previamente experimentado, explicará y ayudará a otro usuario con nula experiencia a realizar las mismas tareas de la etapa 1 (Ognjanovic & Ralls, 2013), (Tullis & Albert, 2013).

El proceso de la aplicación del trabajo en pares es:

1. Co-Descubrimiento entre usuarios Expertos: Durante 10 minutos los usuarios expertos intentarán descifrar el funcionamiento de la aplicación y resolver un conjunto de tareas.
2. Co-Tutoría entre Experto y Novato: Un usuario experto, intentará explicar lo aprendido a un usuario novato.
3. Co-Descubrimiento entre usuarios Novatos: Durante 10 minutos, la pareja de usuarios novatos intentará resolver un conjunto de tareas.

El protocolo del método de trabajo entre pares es:

1. Definición de las tareas del usuario
2. Definición de los perfiles de usuario
3. Definición del trabajo en pares
4. Ejecución
  - 4.1 Co-Descubrimiento entre usuarios Expertos.

- 4.2 Co-Tutoría entre Experto y Novato.
- 4.3 Co-Descubrimiento entre usuarios Novatos.
- 5. Análisis e Informe de Resultados

## **5 Casos de estudio**

En éste apartado se describen 3 casos de estudio, cada uno de los cuales siguió uno de los métodos propuestos en el apartado anterior. Todas las poblaciones de usuarios participantes en cada caso de estudio son independientes. En las pruebas participaron de 6 a 8 usuarios con síndrome de Down con edades de 15 a 23 años de edad. La experiencia de los usuarios variaba entre usuarios novatos, que nunca o casi nunca habían utilizado tecnología móvil, y usuarios expertos, para quienes el uso de tecnología móvil era parte esencial de su vida diaria.

Todas las pruebas fueron realizadas sobre una tableta electrónica de 10.1 pulgadas con el sistema operativo Android 4.4.2 (Kitkat), sin embargo, las aplicaciones sobre las cuales se trabajó fueron diferentes en cada caso. Para todos los casos se aplicaron 8 sesiones de evaluación con una duración máxima de 20 minutos y una separación de al menos un día entre ellas; todas se realizaron de manera individual excepto para el método de trabajo en pares. Las pruebas fueron video grabadas para hacer posible una revisión más profunda.

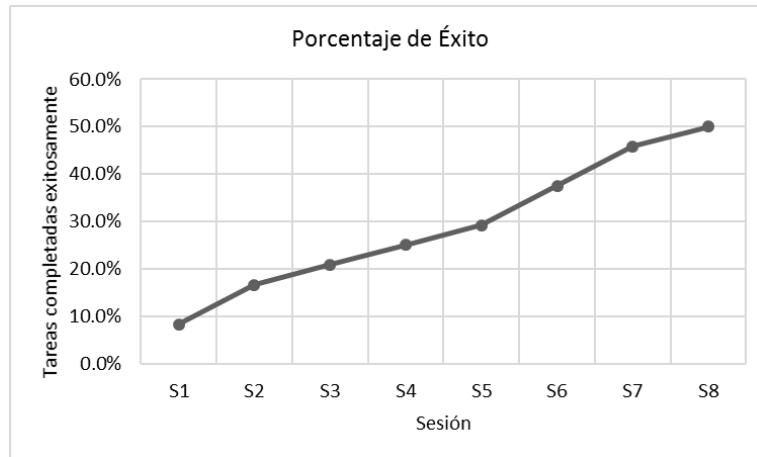
### **5.1 Método con control de emociones**

El método de evaluación se aplicó a 6 usuarios cuyas edades variaban entre 17 y 23 años, todos con diferente experiencia en el uso de dispositivos móviles. La aplicación se eligió por su simpleza en interacción con el usuario al requerir únicamente toques de pantalla sobre 6 elementos interactivos, la siguiente figura muestra una pantalla de la aplicación.

Se evaluaron 3 tareas:

1. Diferenciación entre elementos interactivos y no-interactivos
2. Comprensión de los elementos funcionales
3. Comprensión de los botones de navegación

La siguiente gráfica muestra el promedio de tareas exitosas por cada sesión de evaluación.



**Fig. 3.** Promedio de Tareas exitosas.

Con el objetivo de medir la efectividad del método, se contabilizó el porcentaje de pruebas terminadas adecuadamente, es decir el número de pruebas donde los usuarios realizaron todas las tareas por sesión, que en éste caso fue del 85%.

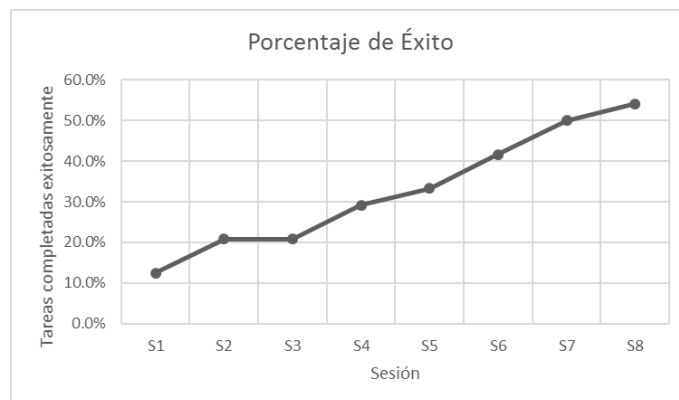
## 5.2 Método con mecánicas de juego

Este método se aplicó a un grupo de 8 usuarios cuyas edades iban de 18 a 23 años, con diferentes niveles de experiencia en el uso de dispositivos móviles. La aplicación sobre la que se trabajó fue un juego de rompecabezas simple, donde el usuario debe arrastrar al lugar correcto, las piezas que se encuentran colocadas enmarcando una imagen. El usuario tiene la opción de cambiar de imagen con los botones de navegación de la barra superior. Se muestra un ejemplo de la interfaz de la aplicación en la siguiente figura:

Las tareas evaluadas fueron:

1. Diferenciación entre elementos interactivos y no-interactivos
2. Comprensión de la interacción con las piezas del rompecabezas
3. Comprensión de los botones de navegación

La siguiente gráfica muestra el porcentaje de tareas exitosas por cada sesión de evaluación.



**Fig. 4.** Porcentaje de tareas exitosas por sesión.

El porcentaje de pruebas terminadas adecuadamente utilizando éste método fue del 80%.

### 5.3 Método con trabajo en pares

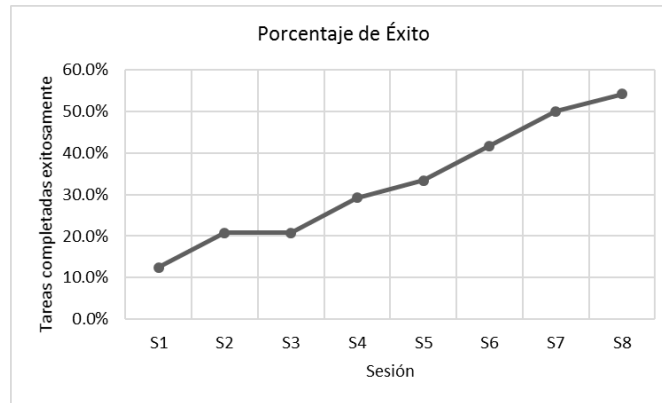
Este método se aplicó a un grupo de 6 usuarios cuyas edades iban de 17 a 21 años, con diferentes niveles de experiencia en el uso de dispositivos móviles. La aplicación sobre la que se trabajó fue un juego colocación de piezas, donde el usuario colocar de la mejor manera posible las piezas que van cayendo. El usuario puede girar la figura que cae, cambiar entre tres formas diferentes y desplazarla hacia los lados. Se muestra un ejemplo de la interfaz de la aplicación en la siguiente figura:

Las tareas evaluadas fueron:

1. Diferenciación entre elementos interactivos y no-interactivos
2. Comprensión de la interacción sobre la pieza que cae.
3. Comprensión de los controles

La siguiente gráfica muestra el promedio de tareas exitosas por cada sesión de evaluación.





**Fig. 5.** Porcentaje de tareas exitosas por sesión.

El porcentaje de pruebas terminadas adecuadamente utilizando éste método fue del 75%.

## 6 Conclusiones

Hoy más que nunca, los esfuerzos en la ciencia hacen posible el acercamiento de las nuevas tecnologías a todas las personas. Esto ha dado la posibilidad de que todos los beneficios que conlleva el uso de éstas tecnologías sean accesibles incluso para personas con discapacidad. Las personas con síndrome de Down se han beneficiado del uso de las nuevas tecnologías en su vida diaria, en la escuela y en el trabajo. La tecnología móvil ha influido de manera notable en que todo esto sea posible.

Conocer la manera en que los usuarios aprenden a utilizar el software es importante para la creación de productos accesibles. La evaluación de la Aprendibilidad de un producto de software permite la identificación de características que favorecen el aprendizaje del mismo. Además, permite denotar las fortalezas y debilidades de los usuarios en éste mismo aspecto. Sin embargo, es importante que la información obtenida a partir de los métodos de evaluación de la Aprendibilidad sea confiable.

Los usuarios con síndrome de Down tienen características muy particulares que de no ser consideradas pueden contaminar los resultados obtenidos por los métodos de evaluación. Su motivación por ejemplo puede ser afectada por no proporcionar un ambiente adecuado, libre de factores estresantes. Dado que su atención puede perder el foco ante tareas difíciles, se debe re-dirigir hacia el objeto de interés de manera adecuada. Así, un método de evaluación de la Aprendibilidad efectivo, debe proveer mecanismos que ayuden al aplicador a minimizar el efecto de estos factores externos.

Los métodos propuestos facilitan la obtención de información sobre Aprendibilidad de usuarios con síndrome de Down. Están enfocados a minimizar los factores externos que pueden llegar a alterar de manera negativa las emociones del usuario. Favorecen la motivación y la autoestima del usuario durante las pruebas. Facilitan la comunicación entre los aplicadores con el usuario. En general, atienden las necesidades del usuario

con síndrome de Down para estar calmado, motivado y concentrado en una prueba de Aprestabilidad.

## **Referencias**

1. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. (2011). ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models.
2. Brooke, J. (1996). SUS: A Quick and Dirty Usability Scale. In P. Jordan, B. Thomas, B. Weerdmeester, & I. McClelland, Usability Evaluation In Industry. London: Taylor and Francis.
3. Chapman, R., & Hesketh, L. (2000). Behavioral phenotype of individuals with Down syndrome. *Journal: Mental Retardation and Developmental Disabilities* , 6(2), 84-95.
4. Chimbo, B., Gelderblom, H., & de Villiers, R. (2011). A comparative analysis of the meaning of 'learnability' for child and adult users. *Proceedings of the IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction 2011*.
5. Conger, S. (2016). Gamification of Service Desk Work. *The Impact of ICT on Work*, 151-172.
6. Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R. (2010). *HumanComputer Interaction*. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice-Hall.
7. Grossman, T., Fitzmaurice, G., & Ramtin, A. (2009). A survey of soft-ware Learnability: metrics, methodologies and guidelines. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM .
8. Holzinger, A. (2005). Usability engineering methods for software developers. *Communications of the ACM - Interaction design and children*, ACM New York, NY, USA (Volume 48 Issue 1), 71-74.
9. Letho, M., & Buck, J. (2012). *Introduction to Human Factors and Ergonomics for Engineers*. New York, USA: Taylor and Francis.
10. Madrigal, A. (2010). *El Síndrome de Down*. Madrid, España: Asociación SD.
11. Michelsen, C., Domminick, W., & Urban, J. (1980). A methodology for the objective evaluation of the user/system interfaces of the MADAM system using software engineering principles. *Proceedings of the 18th annual Southeast regional conference*, 103-109.
12. Nielsen, J. (2016). Usability 101, *Introduction to Usability*. Nielsen-Norman Group, Evidence-Based. Retrieved 01 01, 2016, from <http://www.nngroup.com>
13. Ognjanovic, S., & Ralls, J. (2013). Don't talk to strangers!: peer tutoring versus active intervention methodologies in interviewing children. *Proceeding CHI EA '13 CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*.
14. Parker, S., C., M., M., C., R., R., & Y., W. (2007). *National Birth Defects Prevention Network 2010:Updated national birth prevalence estimates for selected birth defects in the United States, 2004-2006*. Birth Defects Research Part a Clinical and Molecular Teratology.
15. Patterson, B. (2004). Problemas de Conducta en las personas con síndrome de Down. *Revista Síndrome de Down* 21, 99-102.

16. Rodríguez, N., Borges, J., & Sands, D. (2002). A study of physicians' interaction with text-based and graphical-based electronic patient record systems. Proceedings of the 15th IEEE Symposium on Computer-Based, Medical Systems (CBMS).
17. Ruiz, E. (2012). Programación Educativa para Escolares con Síndrome de Down. Madrid, España: Fundación Iberoamericana Down 21.
18. Salama, H. (2012). Gestalt 2.0. México: Alfaomega.
19. Santos, P., & Badre, A. (1995). Discount learnability Evaluation. Georgia Institute of Technology: GVU Technical Report; GIT-GVU-95-30.
20. Shamsuddin, N., Syed-Mohamad, S., & Sulaiman, S. (2014). Capturing Users' Actions in a Web Application to Support Learnability. 8th Malaysian Software Engineering Conference (MySEC). IEEE.
21. Troncoso, M., & Del Cerro, M. (2009). Síndrome de Down: Lectura y Escritura. Madrid, España: Fundación Iberoamericana Down21.
22. Tullis, T., & Albert, B. (2013). Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics. Waltham, MA, USA: Morgan Kaufmann.
23. Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., & Davis, F. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *Journal MIS Quarterly*, 27, 425-478.

## Sistema Interactivo para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes: Caso del TDA

Josefina Guerrero García<sup>1</sup>, Juan Manuel González Calleros<sup>1</sup>, Eugenia Erica Vera Cervantes<sup>1</sup>, César Alberto Collazos Ordóñez<sup>2</sup>, Adelaida González Monfil<sup>1</sup>, Aletvia Lecona Lara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.  
Av. San Claudio y 14 Sur, Puebla, México.

<sup>2</sup>Depto. de Sistemas. Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.  
Universidad del Cauca. Colombia.

<sup>1</sup>{juan.gonzalez, jguerrero}@cs.buap.mx, <sup>1</sup>eevclibra@gmail.com, <sup>1</sup>abialeda@gmail.com,  
<sup>2</sup>coccollazo@unicauca.edu.co

**Resumen.** Este trabajo presenta la propuesta del diseño y uso de juegos para apoyar el tratamiento de atención de usuarios con el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDA), consiste en el desarrollo de un sistema que complemente el proceso de tratamiento para pacientes..

**Palabras Clave:** Sistema Interactivo, Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDA), Juegos serios.

### 1 Introducción

El tipo predominantemente inatento o comúnmente llamado Trastorno por Déficit de Atención (TDA) sin Hiperactividad involucra falta de atención y concentración, así como también un comportamiento de distracción. Los niños que padecen de este subtipo no son excesivamente activos y tampoco interrumpen las clases; más bien ellos típicamente no completan sus tareas, se distraen con facilidad, cometen errores imprudentes y evitan actividades que requieren de trabajo mental continuo y de mucha concentración. Y como no interrumpen, es más probable que dichos síntomas se pasen por alto. A estos niños con frecuencia se les malinterpreta como perezosos, desmotivados e irresponsables. Ellos representan aproximadamente el 30% de todos los individuos que padecen del Déficit de Atención e Hiperactividad o TDAH [1]. Las personas, principalmente niños y niñas que presentan trastorno por déficit de atención sin hiperactividad constituyen un grupo poco estudiado que se confunde con los denominados hiperactivos. Algunas características que pueden presentar los niños con TDA son: (1) una actividad motriz caracterizada por excesiva lentitud en sus movimientos, (2) dificultad, cuando prestan atención a un contexto o situación, para

darse cuenta de los elementos relevantes o significativos, (3) se manifiestan abstraídos, (4) les toma un tiempo mayor que a la media llevar a cabo cualquier tipo de tareas cognitivas, (5) debido a su falta de eficacia atencional suelen leer y escribir mal; cometer errores frecuentes en sus tareas escolares, confundir hechos, fechas, y (6) suelen perder u olvidar dónde han dejado sus cosas.

Las principales causas de este padecimiento pueden ser hereditarias o cognitivas, se pone de manifiesto desde el primer año de vida, aunque resulta difícil confirmar tal diagnóstico hasta los 3-4 años de edad. Generalmente los padres de los niños con déficit de atención no identifican el problema a tiempo por tanto no saben cómo sobre llevar el desarrollo de su hijo, causando intolerancia hacia sus errores y desaciertos, provocando frustración en los niños y mayor desapego hacia ellos.

Aunque el TDAH no se trata de una alteración del aprendizaje específica, los niños afectados pueden tener dificultades educativas que pueden interferir con éste. Aproximadamente un 25-30% de los niños con TDAH tiene una alteración específica del aprendizaje en alguna de las siguientes áreas: lectura, escritura, matemáticas, y coordinación motora [1].

Algunos de las actividades comúnmente utilizadas por personas especializadas que ayudan a disminuir este trastorno son las siguientes [2, 3]:

- Realizar Rompecabezas: Los rompecabezas contribuirán a solucionar los problemas de atención y mejorar la memoria del niño.
- Lectura de cuentos: Podremos mantener la atención del niño. Es importante contribuir en esta tarea, después se pueden realizar comentarios sobre la historia.
- Separar elementos: Se reúne una cantidad de objetos con características diferentes: color, tamaño y forma. La tarea que tiene el niño es la de agrupar y clasificar los objetos presentados según sus características comunes. Esto ayuda a que los niños presten atención a cada una de las características de los grupos de objetos y desarrollen su concentración, destreza y salud mental.
- Laberinto: Uno de los ejercicios para niños con TDA o TDAH que se puede realizar en casa es un laberinto con cuerdas que se enreden por distintas habitaciones de la casa y que conduzca a una bolsa de dulces o a un premio. Al abandonar la cuerda o al distraerse, será penalizado con un caramelo menos
- Inteligencia espacial: Los ejercicios de inteligencia espacial ejercitan la memoria y capacidad de concentración del niño. A partir de imágenes con símbolos, colores, relojes, formas abstractas, letras o números que sigan un patrón determinado, el niño deberá ordenar las figuras de acuerdo con la secuencia que vienen llevando.

Este proyecto tiene como propósito mostrar el diseño y desarrollo de un juego educativo multimedia, el cual surge de la necesidad de involucrar el uso de las TIC para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje para niños con déficit de atención sin hiperactividad, de acuerdo a las recomendaciones establecidas por los especialistas en esta área del centro CERENE (Puebla), centro de corrección y rehabilitación neuropsicológica que se especializa en la atención de niños y adolescentes, dónde se

busca desarrollar su máximo potencial con un equipo de especialistas a través de programas y tratamientos individualizados. Cuenta con tres áreas: neuropsicología, psicología y sala multisensorial.

Este documento está estructurado de la siguiente forma: en la sección 2 se presenta la metodología de trabajo, en la sección 3 se presenta el desarrollo de una propuesta de solución para el problema, finalmente la sección 4 presenta los resultados y trabajo a futuro.

## **2 Metodología de trabajo**

El desarrollo de productos de software de calidad requiere de la adopción de una metodología de desarrollo robusta y acorde a cada problema. En este caso, se opta por la estrategia de desarrollo ágil SCRUM, que ha sido el resultado de varios años de experiencia [4] en el desarrollo de software.

Inspirados en el trabajo de Guerrero [5] se considera la ausencia de una adopción de un diseño evolutivo [6]. Si bien el trabajo original de Guerrero propone un desarrollo transformacional de software, en esta propuesta se llega a un punto de equilibrio donde se reconsideran algunos aspectos y se agregan otros para poder hacer frente al reto que se enfrenta con personas con discapacidad. La metodología está representada bajo el estándar ISO/IEC 24744 [7], se considera una etapa de inicio, una de planeación, otra de ejecución y una más de control. El proceso de identificación de requerimientos se basa en la elicitación<sup>1</sup> de escenarios textuales. La fuente de información para poder elicitar escenarios textuales son: la observación participativa y entrevistas. El proceso de observación participativa es muy significativo ya que permite adentrarse al quehacer de las personas mediante la observación durante la ejecución de su trabajo. Con esto se adapta la solución a la forma en cómo trabajan las personas y en consecuencia el sistema será una extensión a su quehacer diario. Esta etapa es fundamental y forma parte del enfoque del desarrollo centrado en el usuario.

Para asegurar que el sistema cubra con las necesidades del contexto se requiere producir fichas con estereotipos de PERSONAS [8]. Esta técnica de Interacción Humano-Computadora (IHC) captura los detalles de las metas, deseos, limitaciones y conocimiento de los usuarios finales de un sistema interactivo.

El proceso de creación de PERSONAS, ver Figura 1, inicia con la creación de fichas descriptivas de los actores entrevistados u observados. Donde cada ficha incluye un tipo de información cómo puede ser: habilidades, capacidades, necesidades, deseos, hábitos de trabajo, tareas y experiencia. Estas fichas descriptivas de los actores observados se deben categorizar. Se inicia identificando actores y generando regiones para agrupar las notas respecto a ellos. Por ejemplo, en este caso se identifican a: padres

---

<sup>1</sup> Término de computación que puede referirse más que nada al traspaso de información de un punto a otro, en forma fluida.

de familia, profesores, personal administrativo de la escuela y los alumnos. Después, para cada observación identificar grupos de temas que pudieran agrupar cada nota. Por ejemplo, para el profesor, podríamos crear un grupo de notas relacionadas con “Ofrecer retos” a sus alumnos y esto puede ser descrito de diferentes formas.

<p><b>Como:</b> Especialista</p> <p><b>Quiero:</b> Tener un apartado para comunicarme con el padre del niño</p> <p><b>Para:</b> Mantenerlo informado de los avances de su hijo</p>	<p><b>Como:</b> Especialista</p> <p><b>Quiero:</b> Ver juegos que le ayuden a concentrar la atención de su paciente</p> <p><b>Para:</b> Ayudarlo a mejorar su concentración entre otras cosas</p>
<p><b>Como:</b> Especialista</p> <p><b>Quiero:</b> Ver juegos que le ayuden a concentrar la atención de su paciente</p> <p><b>Para:</b> Ayudarlo a mejorar su concentración entre otras cosas</p>	<p><b>Como:</b> Especialista</p> <p><b>Quiero:</b> Un apartado de ayuda donde se proporcionen consejos a los padres en general.</p> <p><b>Para:</b> Informar a los padres de que deberían hacer en ciertas situaciones</p>
<p><b>Como:</b> Especialista</p> <p><b>Quiero:</b> Un apartado de Contacto</p> <p><b>Para:</b> que los padres se puedan comunicar por otros medios vía telefónica o por correo</p>	<p><b>Como:</b> Niño</p> <p><b>Quiero:</b> Ser capaz de cambiar de juego de forma fácil.</p> <p><b>Para:</b> No aburrirme tan rápido.</p>

**Fig. 1.** Fichas descriptivas de los actores.

La técnica de visión del producto define la meta a largo plazo del proyecto que se va a realizar [9]. Esta técnica fue creada por [10] y tiene como fundamento la importancia de trabajar con un rumbo claro. De igual forma que las PERSONAS, la visión del producto debe plasmarse en una ficha de trabajo de tal forma que esté a la vista siempre del equipo de trabajo y así se mantenga un rumbo fijo durante el desarrollo del producto. Se crean fichas como la que se muestra en la Figura 2 que ilustra el problema de niños con TDA. Para cada PERSONA se recomienda crear una visión del producto, de esta manera se deja muy claro el objetivo de cada módulo del proyecto.






 Desarrollar una aplicación mediante la cual se pueda ayudar a niños con TDA, implementar actividades que favorezcan su aprendizaje. Crear una herramienta que pueda complementar las actividades que un terapeuta realiza para disminuir el déficit de atención.			
 Target group	 Needs	 Product	 Value
La aplicación va dirigida a niños que se les diagnosticó en Trastorno de déficit de atención.  El grupo de usuarios será para niños de 6 a 10 años	Crear una aplicación en la cual se pueda ayudar a niños con déficit de atención. Ser una aplicación la cual genere confianza a papas, maestro y distintos terapeutas. Proponer actividades que además de ser entretenidas para el usuario, complementen su aprendizaje de una manera favorable. Estimular el interés del usuario de día a día aprender nuevas cosas de una manera fácil y divertida. Ser una aplicación fácil de usar, pero tener un muy buen diseño y funcionalidad.	Promueve un aprendizaje activo, que demande un esfuerzo mental del niño y no solo tocar la pantalla  Compromete su atención en un objetivo, sin generar distracciones  Proporciona contenidos significativos y pertinentes para el niño y su aprendizaje.	Una aplicación accesible.  Fácil de aprender a usar.  Atractiva para el usuario.  La aplicación cuenta apoyo de especialistas en el tema, lo cual nos proporcionaría la confianza de poder ofrecerla como una buena herramienta de apoyo.  Al ser una aplicación confiable podríamos comercializarla a los centros de ayuda como CERENE.

Fig. 2. Ficha de visión para cada PERSONA.

Aunque la visión del producto (Target group) es común para todas las PERSONAS, las necesidades (Needs), funcionalidad propuesta (Product) y el valor (Value) que aporta cambia para cada PERSONA. Como se puede observar en la ficha de visión del producto de Figura 2, para el Alumno se considera el aprendizaje, la jugabilidad como elemento de entretenimiento y la socialización para mantener aspectos de colaboración presentes. Sin embargo, las necesidades de un profesor o directivo en ese centro son diferentes. Es por eso que estas fichas de trabajo deben capturar todos los puntos de vista.

Para poder hacer la elicitación de requerimientos, tomando como base los datos recolectados en la observación participativa, las entrevistas, se requiere transcribir esta información a un formato más estable. La elicitación tiene como objetivo identificar dentro de los escenarios de trabajo los actores, encargados de ejecutar el trabajo. Además, capturan de forma concreta la manera en que se realiza el trabajo [11]. Esto es representativo y evocativo para un usuario final ya que tiene elementos para validar los requerimientos del sistema educativo a crear. Esta estrategia, a diferencia de los métodos tradicionalmente usados por los ingenieros en software (por ejemplo, modelos del dominio, modelos del usuario) maximizan las propiedades deseables, con la exhaustividad, coherencia y corrección del usuario final, el contexto educativo. Con base en la descripción textual que se obtiene del proceso educativo, el diseñador de flujos de procesos identifica las tareas, los recursos a su cargo, su desarrollo, la unidad donde se ejecutan y así sucesivamente.

En las siguientes secciones ilustraremos la fase de diseño y modelado del problema de la mano de la implementación de actividades para niños con TDA.



### 3 Desarrollo de un sistema interactivo

Esta sección tiene como propósito mostrar el diseño y desarrollo de un sistema interactivo que involucra el uso de las TIC para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje para niños con déficit de atención.

#### 3.1 Entrevistas y observación participativa

Como una primera fase de la metodología se realizó una observación participativa y entrevistas en el centro CERENE a padres de familia y especialistas del centro. La edad de los niños en la cual se orientaron las preguntas es de los 6 a los 12 años, reflejando la edad de la escolaridad básica. Para esta sesión se diseñó una entrevista para obtener información acerca de cuál es el procedimiento para tratar a los niños que ingresan por primera vez, cuáles son los pasos para el diagnóstico, y una vez diagnosticados, cuál es el tratamiento indicado para el niño.

**Tabla 1.** Preguntas elaboradas en la fase de elicitación de requerimientos.

<b>Entrevista con los padres</b>	
<b>Pregunta</b>	<b>Objetivo</b>
¿Qué problemas presenta el niño en su entorno?	Conocer las actividades diarias del niño e identificar problemas de conducta o desarrollo de habilidades.
¿Ustedes estarían dispuestos a complementar las terapias de su hijo con una aplicación móvil?	Conocer la disposición de los padres para el uso de tecnología.
¿Desde su punto de vista, ustedes tienen algún requerimiento, una necesidad específica que tengan más allá de jugar?	Saber de las necesidades propias de los padres.
Ustedes como padres ¿Necesitan algo en específico en la aplicación?	Saber de las necesidades propias de la aplicación.
¿Además de la aplicación para figuras han ocupado otra diferente?	Saber de la diversidad de aplicaciones en el mercado.
¿Cómo interactúa el niño con la aplicación?	Resultados del uso de una aplicación.
¿Qué tiempo la utilizó?	Conocer el tiempo de dedicación y concentración que puede tener el niño.
¿Le pareció fácil de manejar la aplicación? ¿Los colores, la letra, los retos, etc.?	Resultados del uso de una aplicación.
¿En particular su hijo busca algo en los videojuegos?	Saber del interés del niño.
<b>Entrevista al especialista</b>	

¿Cuál es el procedimiento a seguir para cuando llega un paciente nuevo?	Conocer el procedimiento.
¿Qué tipo de juegos implementa para el diagnóstico y ayuda para los niños con estas características?	El trabajo que realiza el especialista con los niños que tienen el déficit de atención.
¿Cómo se podría medir este tipo de avances?	Conociendo más de la actividad del especialista.
¿Se pueden utilizar cualquier tipo de colores o usted cuales recomienda?	Conociendo tipo de la ayuda a los niños.
¿Se podría decir que hay diferentes intensidades en el Trastorno de Déficit de Atención?	Conociendo más del déficit de atención.
¿Varía el tratamiento dependiendo de la gravedad del trastorno?	Conociendo más del tratamiento.

El especialista comenta que primero se realiza una entrevista con los padres para conocer el por qué han visitado el centro CERENE, qué problemas presenta el niño, si hay quejas de los profesores de la escuela, problemas de comportamiento, etc. Posteriormente, se realizan algunas pruebas a los niños como el test de atención D2, test de caras (percepción de diferencias), test de desórdenes de atención e hiperactividad, escala de Magallanes de impulsividad computarizada (EMIC), entre otros, donde el objetivo del especialista es identificar las características propias del TDA, además de conocer si cursa con hiperactividad, déficit de atención o impulsividad.

De cero a siete años es normal que el niño presente problemas de conducta ya que aún no está desarrollado su cerebro completamente, posteriormente es necesario prestar atención a los problemas que presente el niño, ya que deberían estar trabajando de una manera más funcional, por eso es recomendable empezar a enseñarles a leer y escribir a esta edad, aunque no hay repercusiones si se empieza desde antes. Algunos niños requieren que se les esté monitoreando, con discretas llamadas de atención para que continúen concentrando su atención en la tarea que se les asignó.

Los padres después de expresar sus observaciones del niño y de realizados los test l niño, el especialista les da un diagnóstico y las diferentes opciones que se pueden aplicar para dar un tratamiento adecuado y de manera individualizada en función de cada paciente y su familia. El tratamiento puede ser psicológico conductual, farmacológico o intervención psicopedagógica, o bien una combinación de ellos.

Con la entrevista a los padres se quiere conocer si están interesados en complementar las terapias de su hijo con una aplicación móvil, ya que a la mayoría de los niños les encanta interactuar con la computadora, pantallas táctiles, Smartphone [12].

Las terapias deben apoyar en el tratamiento y aprendizaje del niño, por ejemplo si el niño tiene un problema de lateralidad, confunde las letras que son parecidas como la “b” con la d” y la “q” con la “p”.

Comúnmente hay juegos que consisten en ir moviendo cubos y figuras hasta alcanzar la cima de algún elemento, una torre por ejemplo. Sin embargo, el niño se aburre

rápidamente...“juega una media hora, ya después de eso se aburre, necesita algo variado, actualizado, que vaya incrementando su dificultad y que le represente un reto”. Otros juegos como “memorama” que permiten formar parejas con cartas que están boca abajo y el niño debe ir volteando de dos en dos. Existen juegos de video más comerciales como minecraft, plantas vs zombies, etc.

Dentro de la metodología de desarrollo de software SCRUM se recomienda crear una visión del producto para el grupo de desarrollo (Figura 3).

<b>Ficha de visión del equipo</b> Crear un sistema interactivo de apoyo al tratamiento de niños con TDAH			
<b>Target group</b>	<b>Needs</b>	<b>Product</b>	<b>Value</b>
<p>Personas con necesidades educativas especiales (NEE), en particular trastorno de Déficit de Atención con o sin Hiperactividad (TDAH) en un rango de edades de 6 a 10 años.</p> <p>Especialistas en el tratamiento del TDAH</p> <p>Padre o tutor de personas con TDAH.</p>	<p>Considerar las características de las personas que presentan TDAH, para que puedan realizar las actividades en sistemas interactivos educativos sin frustrarse y sin abandonar la actividad, ya que casi siempre los sistemas están pensados para las personas “promedio”.</p> <p>Una forma de comunicación entre los padres, especialistas y los niños con TDAH para poder agilizar el tratamiento de los niños con TDAH</p>	<p>Una herramienta interactiva con actividades educativas para niños con NEE que sirvan de apoyo para su tratamiento, organizadas o definidas por los especialistas, de tal forma que se involucren a los padres y además se provea de un canal de comunicación entre las personas involucradas en el proceso de tratamiento del niño para que el tiempo de tratamiento se reduzca.</p>	<p>Esta herramienta pretende tomar en cuenta las características de aprendizaje de las personas con TDAH para que mejoren en los aspectos como concentración, memoria, lectura de comprensión de una manera positiva.</p>

**Fig. 3.** Ficha de visión del equipo de desarrollo.

A partir de estos resultados obtenidos, se modela el proceso de trabajo del centro CERENE (Figura 4).

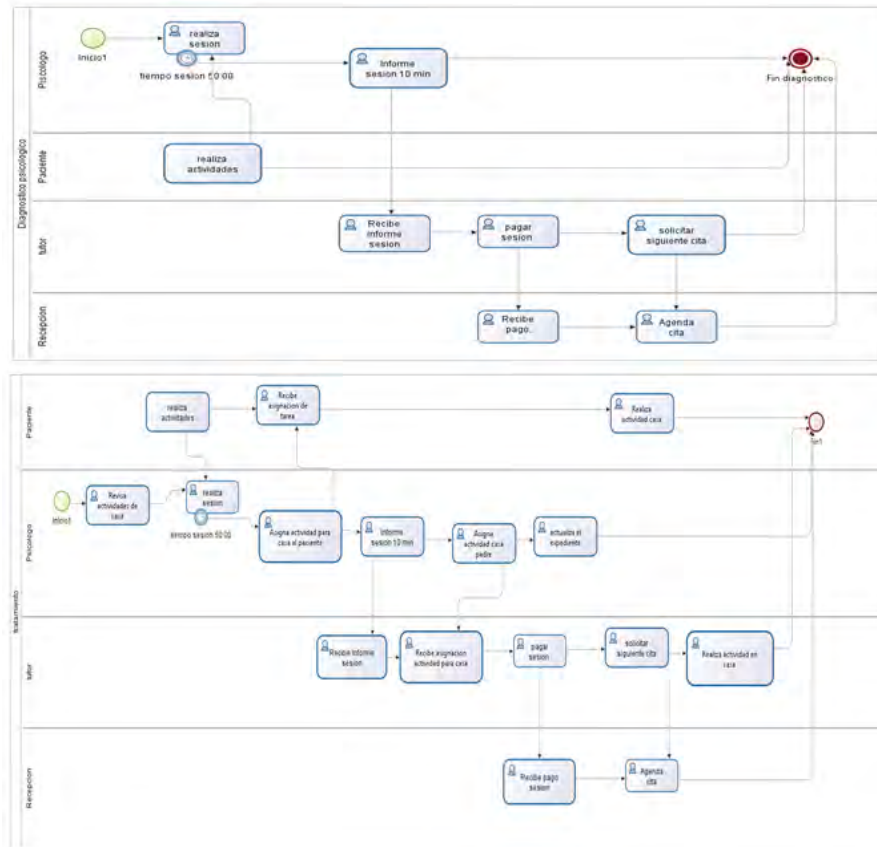


Fig. 4. Procesos del centro CERENE asociados al proceso de rehabilitación en general.

### 3.2 Historias de usuario y definición de pruebas de software

Las historias de usuario<sup>2</sup> identificadas para apoyar en la solución del TDA son las siguientes:

- Como niño con TDA necesito que las instrucciones sean claras, concisas y cortas para no frustrarme y abandonar el ejercicio a resolver.
- Como niño con TDA quiero que las actividades sean entretenidas para que no me aburra y quiera seguir utilizando la aplicación.
- Como niño con TDA necesito tener refuerzos positivos al realizar las actividades para que me mantenga motivado mientras realizo las actividades.

<sup>2</sup> Las historias de usuario son utilizadas en las metodologías de desarrollo de software ágiles y representan un requisito escrito en una o dos frases utilizando el lenguaje común del usuario.

- Como niño con TDA necesito que cada cierto tiempo exista una alerta o un recordatorio de qué es lo que debo hacer para no distraerme de la actividad y que no me permita abandonar la actividad que estoy realizando.
- Como psicólogo/neuropsicólogo quiero llevar un control de avance del paciente para poder ver si la actividad está sirviendo o cambiar de estrategia.
- Como psicólogo/neuropsicólogo necesito una agenda de actividades para llevar un mejor control de las actividades de los pacientes.
- Como psicólogo/neuropsicólogo quiero que las actividades estén clasificadas por área de aprendizaje para que sea más fácil el acceso de los pacientes al sistema.
- Como psicólogo/neuropsicólogo quiero que sea posible dejarles tareas que hagan junto a sus padres para reforzar lo aprendido.
- Como psicólogo/neuropsicólogo requiero que las tareas estén fraccionadas en pequeñas partes para que el paciente asimile mejor los conocimientos y evitar que se aburra.
- Como psicólogo/neuropsicólogo requiero llevar un control de mis pacientes para poder coordinar las actividades que realizo con ellos.
- Como psicólogo/neuropsicólogo necesito que las pantallas del sistema no estén muy saturadas de información para que el paciente no se distraiga fácilmente o se desespere.
- Como padre de un niño con TDA necesito una herramienta interactiva que me facilite realizar actividades con mi hijo.
- Como padre de un niño con TDA requiero una agenda que me permita tener un mejor control de las actividades que tengo que realizar con mi hijo.
- Como padre de un niño con TDA necesito que el psicólogo coordine algunas actividades a realizar con mi hijo.

Cuando se trabaja con el enfoque SCRUM se espera adoptar una estrategia de desarrollo guiado por las pruebas. Es decir, primero se define qué se va a probar y luego se desarrolla la solución. Este enfoque es muy popular hoy en día, entre otras cosas, ya que promueve el desarrollo de soluciones con calidad exhaustiva. Dentro del desarrollo de este trabajo para cada módulo se realizará una prueba. Como ejemplo en la Figura 5 se presenta la siguiente historia de usuario y las pruebas correspondientes.

Historia de Usuario	
<b>Id_Historia:</b> H01	<b>Nombre:</b> Instrucciones sencillas
<b>Descripción:</b> • Como niño con TDA necesito que las instrucciones sean claras, concisas y cortas para no frustrarme y abandonar el ejercicio a resolver.	
Prueba de Aceptación	
<b>Id_Prueba:</b> P001	
<b>Descripción:</b> El paciente utiliza la aplicación y con sólo leer el ejercicio completa la actividad, sin distraerse o perder tiempo en preguntar de qué trata la actividad.	
<b>Datos de Entrada:</b> El usuario en rol paciente inicia una actividad.	
<b>Salida Esperada:</b> El usuario logra completar la actividad por su cuenta.	
<b>Post-Condición:</b> Que la actividad se concluya satisfactoriamente.	
<b>Observaciones:</b> El paciente inició la actividad, y por su cuenta realizó los ejercicios que la plataforma le iba presentando hasta terminarlos.	
<b>Prueba Satisfactoria.</b> No se recurre a la solicitud de ayuda en línea.	

Fig. 5. Historia de usuario y pruebas.

### 3.3 Modelado de PERSONAS

De acuerdo a las entrevistas y observaciones realizadas en CERENE se modelaron tres personas: Paciente, Especialista y Padre (Tutor).

**Nombre:** Daniela.

**Rol:** Paciente.

**Motivación:** Realizar la tarea asignada por el especialista fácilmente y no aburrirse.

**Descripción:** Daniela es una niña de 7 años que tiene trastorno por déficit de atención, por lo que es muy difícil aprender debido a la poca atención que presta y lo fácil que se distrae. La manera en que Daniela realiza algo es cuando se le dan instrucciones claras, sencillas y cortas que ella comprende rápidamente y antes de que pierda la atención. Le cuesta mucho quedarse sentada en un solo lugar, quiere estarse moviendo todo el tiempo. Ha tenido problemas en la escuela para poder obtener buenas calificaciones debido a sus características e incluso ha tenido reportes de conducta.



**Habilidades:** Ella tiene un buen manejo de la tecnología a pesar de su corta edad sabe buscar información o ver videos en celulares o computadoras.

**Nombre:** Laura

**Rol:** Especialista

**Motivación:** Llevar un mejor control del progreso de sus pacientes y una forma fácil de asignar y revisar las tareas a sus pacientes.



**Descripción:** Laura es una psicóloga educativa de 29 años que trabaja con niños y jóvenes con Necesidades Educativas Especiales (NEE), y tiene 3 años de experiencia con niños con TDA. Ella trabaja en sesiones de 50 minutos con los niños y les deja actividades para su casa, pero casi siempre estas actividades no son realizadas. Ella lleva un control de los avances que tiene con los niños en un expediente en papel que tiene en un folder.

**Habilidades:** Sabe utilizar la computadora y está abierta a realizar actividades con los niños por medio de algún medio tecnológico como la computadora o una tableta.

**Nombre:** Guadalupe

**Rol:** Padre o tutor

**Motivación:** Reducir el tiempo de tratamiento de su hijo, hacer de manera más fácil las actividades que le dejan en terapia.



**Descripción:** Guadalupe es una mujer de 37 años y tiene un hijo diagnosticado con TDA, ella se desespera mucho con su hijo porque le cuesta mucho controlar la conducta y ha tenido algunos problemas en la escuela porque le han llamado la atención varias veces porque no sigue las instrucciones y presenta un bajo rendimiento académico. Muchas veces no tiene tiempo para realizar las actividades que le dejan en la terapia para hacer con su hijo debido a que está muy ocupada con su trabajo. Tiene un nivel socioeconómico medio, lo que le da la posibilidad de pagar las terapias de su hijo.

### 3.4 Prototipado del sistema

Se realizaron los diseños previos (*mock-ups*) del sistema. En esta etapa se analiza si la solución requiere o no un patrón de diseño de interfaz de usuario. *Page Grids*, utilizara los siguientes elementos: Branding (logo, tagline, etc.) en la parte superior izquierda, el contenido principal se encontrará en el centro de la página, footer o pie de página con información básica de CERENE y el aviso de privacidad. *Vertical Navigation Bar* localizada debajo del logo de CERENE, no será un elemento distractor para que el usuario no se pierda dentro del sistema. *Horizontal Navigation Bar*, el sistema también contará con una barra simple de navegación horizontal para cerrar sesión. *Modular Tab*, este patrón no se utilizará porque no se considera necesario, ya que con las otras dos barras es suficiente la información que se muestra. *Breadcrumbs*, es útil tenerlos para

que el usuario siempre esté consciente de dónde está y de dónde viene. *Archives*, este patrón podría servir para mostrar un histórico de las actividades que el terapeuta ha realizado con un paciente. *Content Footers*, el patrón en este caso no es de utilidad ya que el contenido estará ubicado en la barra vertical del lado izquierdo y solo interesa colocar una breve información en el footer. *Pagination*, el patrón puede ser útil en caso de que se cuente con un gran número de actividades o listas de cuentas de usuario. *Lazy Registration*, este patrón no será muy útil ya que el registro lo realizará el administrador de CERENE no los familiares. *Form Wizard*, este patrón podría ser útil si se considera la primera entrevista que se les realiza a los padres donde es mucha la información que se tiene que recopilar y puede dar una idea de en qué paso se está o cuántos ámbitos de la vida del niño aún faltan por llenar. *Hierarchical Action*, no será muy útil el patrón porque se tiene que ser muy concreto en las instrucciones, en cuanto a los usuarios y en cuanto a la administración sólo la lleva el director. *Picture Manager*, el patrón puede ser útil a la hora de manejar actividades que requieran el uso de imágenes como por ejemplo un juego de memoria o rompecabezas para poder seleccionar y previsualizar imágenes.

La Figura 6 muestra una interfaz de usuario del sistema hecho en base al análisis de los patrones de diseño propuestos.

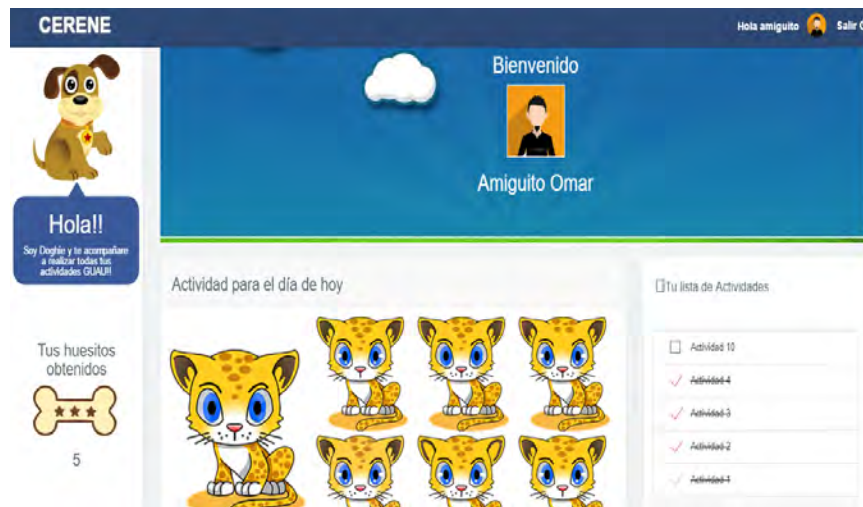


Fig. 6. Interfaz de usuario del sistema.



### 3.5 Evaluación del sistema

El sistema que gestiona las actividades ha sido desarrollado en PHP con un diseño responsivo para que pueda ser visualizado en dispositivos móviles como lo son los teléfonos inteligentes y tabletas. La aplicación va dirigida a niños que se les diagnostica con TDA. El grupo de usuarios será para niños de 6 a 10 años. Se diseñaron y desarrollaron dos juegos enfocadas a la concentración del niño. El primero consiste en el juego “encontrar las igualdades” (Figura 7), la dinámica del juego es que el niño observe imágenes diferentes y logre encontrar 2 que son exactamente iguales. Para ello tendrá la oportunidad de seleccionar las imágenes hasta encontrar la correcta.



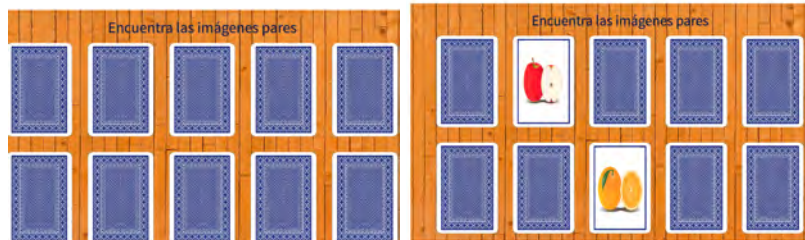
Fig. 7. Juego de igualdades.

Al concluir la actividad, el usuario recibe una retroalimentación positiva por haber encontrado las figuras iguales y el tiempo que tardó en concluir (Figura 8).



Fig. 8. Mensaje de retroalimentación al finalizar el juego.

Un segundo juego ejercita la memoria a través de recordar la ubicación física de tarjetas que contienen imágenes que se ocultan a la vista del jugador, este juego es conocido como “memorama” (Figura 9).



**Fig. 9.** Juego de memoria.

Al igual que el juego anterior, al finalizar el jugador tendrá un mensaje de felicitación y el tiempo que tardó en encontrar todas las tarjetas iguales y formar pares. Ambos juegos se pusieron a disposición de los niños, los cuales mostraron una gran capacidad para adaptarse, vislumbrando sus propias estrategias para resolver cada uno de estos juegos. Si bien los juegos tienen una duración corta, los niños mostraron emoción de jugar con dispositivos electrónicos más que al hacerlo en papel o cartas físicas.

El instrumento seleccionado para la evaluación se llama Computer System Usability Questionnaire de IBM. Propuesto por Lewis en 1995 [13], este cuestionario fue seleccionada por su alta fiabilidad, su sencillez y su alta correlación con los resultados (empíricamente demostrado con  $r = 0,94$ ). Este cuestionario consta de 19 reactivos que son:

1. En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar el sistema.
2. Es sencillo de utilizar el sistema.
3. Puedo efectivamente completar mi trabajo con el sistema.
4. Puedo terminar mi trabajo de forma rápida usando el sistema.
5. Soy capaz de completar de manera eficiente mi trabajo con el sistema
6. Me siento cómodo con el sistema.
7. Es fácil aprender a utilizar este sistema.
8. Creo que me convertí productivo rápidamente con el sistema.
9. El sistema da mensajes de error que claramente me digan cómo solucionar los problemas.
10. Cada vez que cometo un error al utilizar el sistema, se puede recuperar fácil y rápidamente.
11. La información (como la ayuda en línea, los mensajes en pantalla, y otra documentación), proporcionada con el sistema es clara.
12. Es fácil encontrar la información que necesito.
13. La información proporcionada por el sistema es fácil de entender.
14. La información es eficaz para ayudar a completar las tareas.
15. La organización de la información en las pantallas del sistema está clara.
16. La interfaz del sistema es agradable.
17. Me gusta usar la interfaz del sistema.
18. Este sistema tiene todas las funciones y capacidades que espero que tenga.
19. En general, estoy satisfecho con el sistema.

Estas preguntas se estructuran en cuatro grupos o conceptos: el uso del sistema (SYSUSE-Preguntas 1 a 8), la calidad de la información (INFOQUAL- Preguntas 9 a 15), la calidad de interfaz de usuario (InterQual- Preguntas 16 a 18), y una estimación general (GLOBAL-Q-Pregunta 19). Cada pregunta se responde en una escala Likert de 7 puntos, donde siete es el mejor y uno el peor. Luego se obtiene el promedio de cada grupo y la desviación estándar, esto permite conocer el rango de calificación que se obtiene en cada categoría. En esta evaluación participaron alumnos de diferentes escuelas, quienes han usado las herramientas de forma coherente. La Tabla 2 muestra los beneficios potencialmente percibido por los usuarios: la peor calificación está relacionada con la interfaz de usuario (media = 5,09), esto puede indicar que la interfaz de usuario no presenta un buen diseño.

En general, las evaluaciones se encuentran entre 5 y 6, en promedio, cuyo mínimo no baja de 4, acorde a la evaluación Computer System Usability Questionnaire de IBM son consideradas *buenas*, aunque pueden mejorar. Esto es debido a que estamos trabajando aún con prototipos del sistema.

**Tabla 2.** Promedio de la evaluación IBM CSUQ.

Rango de Preguntas	Uso del sistema 1-8	Calidad de documentación 9 – 15	Calidad de interfaz 16 -18	General 19
Alta	5.9	5.9	5.9	5.9
Baja	4.9	4.7	4.9	4.8
Promedio	5.4	5.3	5.4	5.4

## 4 Conclusiones y trabajos futuros

Constantemente quien padece el trastorno de TDA no presta atención a los detalles o comete errores por descuido en actividades, tiene dificultades para mantener su atención en actividades o juegos, con frecuencia parece no escuchar cuando se le habla, no sigue instrucciones de principio a fin o las deja de lado, tiene dificultades para organizar sus trabajos o actividades, evita o le desagrada empezar actividades que requieren de un sostenido esfuerzo mental, pierde frecuentemente las cosas que necesita para realizar sus actividades, se distrae constantemente frente a estímulos ajenos a su tarea. El tratamiento del TDAH debería ser multimodal e individualizado, teniendo en cuenta al paciente y a su familia. El objetivo del tratamiento multimodal es disminuir los síntomas al mismo tiempo que se reducen las complicaciones derivadas del trastorno y el impacto negativo que puede tener en la vida de los pacientes y de su entorno. El tratamiento implica tres acercamientos: tratamiento farmacológico, tratamiento cognitivo-conductual y tratamiento psicoeducativo (padres y profesores).

Para reforzar el tratamiento psicoeducativo se hace uso de las tecnologías de la información y comunicación dentro del entorno natural de los pacientes, favorece el

trabajo colaborativo, la intercomunicación y el uso de nuevos medios de expresión, tanto en lo referente a espacios y equipos como al desarrollo de actividades y experiencias. El uso de ellas favorecerá el acercamiento a los aprendizajes, mejorando su atención, concentración y comprensión; las actividades a diseñar no deben incluir alguna carga extra, lo que desde la Teoría de la Carga Cognitiva [14] entendemos como carga extrínseca. Un material puede ser perjudicial si no está bien diseñado, si incluye estímulos irrelevantes -demasiado movimiento, colores muy llamativos- o no está bien adaptado a las necesidades del TDA. Es por ello que se recurre al centro de CERENE para obtener una guía de desarrollo para el sistema interactivo para niños que presentan este trastorno.

Este trabajo presenta el desarrollo de dos actividades para reforzar la terapia del paciente con TDA. Como trabajo futuro se considera incrementar la dificultad de estos juegos para que el niño encuentre retos a superar y aumente el tiempo de concentración en cada uno de ellos así como la creación de más actividades didácticas que den soporte al tratamiento psicoeducativo y que sean aprobadas por los involucrados en el tratamiento.

**Agradecimientos.** Agradecemos el apoyo de la red PRODEP Sistemas Interactivos para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes y de los especialistas del centro de Rehabilitación Neuropsicológica CERENE por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

## Referencias

1. Fundación CADAH (2012) Diferencias existentes entre TDA y TDAH. Recuperado el 9 de junio 2016 de <http://www.fundacioncadah.org/web/articulo/diferencias-existentes-entre-tda-y-tdah.html>
2. Rodríguez-Salinas Pérez, E., Navas García, M., González Rodríguez, P., Fominaya Gutiérrez, S. & Duelo Marcos, M. (2006). La escuela y el trastorno por déficit de atención con/sin hiperactividad (TDAH). *Revista Pediatría de Atención Primaria*. Vol. VIII, Suplemento 4:S175-98.
3. Vázquez, J., Cárdenas, E. M., Feria, M., Benjet, C., Palacios, L., & De la Peña, F. (2010) Guía clínica para el trastorno por déficit de atención e hiperactividad.
4. Frutos-Pascual, M., Zapirain, B. G., & Buldian, K. C. (2014, May). Adaptive cognitive rehabilitation interventions based on serious games for children with ADHD using biofeedback techniques: assessment and evaluation. In *Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare* (pp. 321-324). ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering).
5. Guerrero-García, J., González-Calleros, J., Muñoz-Arteaga, J., Morales, A., & Monarca, I. (2016, April). Getting Research Findings into Practice: Guidelines to Produce Quality Software Engineering Diagrams to Assist Novice Engineers. In *2016 4th International*

- Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT) (pp. 149-158). IEEE.
6. Guerrero-García, J. (2014). Evolutionary design of user interfaces for workflow information systems. *Science of Computer Programming*, 86, 89-102.
  7. Bolloju, N., & Leung, F. S. (2006). Assisting novice analysts in developing quality conceptual models with UML. *Communications of the ACM*, 49(7), 108-112.
  8. ISO/IEC: 24744: Software Engineering - Metamodel for Development Methodologies. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, Geneva, 2007.
  9. Pruitt, J., Adlin, T., *The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind Throughout Product Design*. Morgan Kaufmann, 2006.
  10. Wiemeyer J. & Kliem A. *Serious games in prevention and rehabilitation—a new panacea for elderly people?*. Springer-Verlag. (2011).
  11. Pichler R. (2016). *Strategize: Product Strategy and Product Roadmap Practices for the Digital Age*. Pichler Consulting, 1a edition.
  12. Guerrero García, Josefina, Jean Vanderdonckt, and Christophe Lemaigre. Identification criteria in task modeling. *Human-Computer Interaction Symposium*. Springer US, 2008.
  13. Goldsmiths, C.K. Los niños y la tecnología. Recuperado el 4 de marzo 2016 de <http://www.cbeebies.com/lat-am/grown-ups/helpful-articles?article=los-ninos-y-la-tecnologia>.
  14. Lewis, J.R., IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use, *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol. 7, No. 1, 1995, pp. 57-78.
  15. Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.

## Metodología de desarrollo de actividades interactivas para el tratamiento de TDAH

Eduardo Galicia Marín<sup>1</sup>, Juan Manuel González Calleros<sup>1</sup>, Josefina Guerrero García<sup>1</sup>, Jaime Muñoz Arteaga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Av. San Claudio y 14 Sur, Ciudad Universitaria, Puebla, México.

<sup>2</sup> Centro de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma de Aguascalientes Aguascalientes, México.

<sup>1</sup>{juan.gonzalez, jguerrero}@cs.buap.mx, <sup>2</sup>jmauaa@gmail.com

**Resumen.** El Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) es una enfermedad neuroconductual que se caracteriza por una inquietud excesiva, falta de atención, distracción e impulsividad. Actualmente existen tratamientos efectivos para ayudar a controlar los síntomas del TDAH que consisten en la administración de medicamentos, una terapia conductual o una combinación de ambas. Se tienen muchas actividades que se pueden encontrar en papel, sin embargo en nuestra era tecnológica apostamos por el uso de las tecnologías de la información y comunicación como herramientas para conseguir apoyar las terapias del tratamiento. Este trabajo está enfocado en la creación de actividades interactivas controladas para el tratamiento de TDAH.

**Palabras clave:** TDA-H, actividades interactivas, interfaces de usuario.

### 1 Introducción

El Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) es una enfermedad neuroconductual que se caracteriza por una inquietud excesiva, falta de atención, distracción e impulsividad. es un trastorno que consiste en una alteración de diagnóstico controvertido [14], debido a que muchas de sus características clínicas se superponen con las conductas propias del desarrollo normal, es decir un niño no tiene su desarrollo cognitivo conductual de forma estándar.

Muchas veces no se tienen los recursos para atender este tipo de alteraciones y repercute en la vida social del individuo afectado, puesto que puede haber un aislamiento y puede llegar a sentirse desplazado, lo cual puede llevarlo a la depresión o incluso podría tener más problemas al interactuar con la sociedad.

Actualmente existen tratamientos efectivos para ayudar a controlar los síntomas del TDAH, como la falta de atención, la hiperactividad y la impulsividad, y puede mejorar

la capacidad de una persona para desenvolverse en el hogar, en la escuela y en otros lugares. Es posible que el tratamiento consista en la administración de medicamentos, una terapia conductual o una combinación de ambas.

Entre los tratamientos conductuales se encuentran tres enfoques:

Capacitación para padres: Ayuda a los padres a conocer sobre el TDAH y las maneras de controlar las conductas relacionadas con el TDAH.

Tratamiento enfocado en el niño: Ayuda a los niños y adolescentes que sufren TDAH a aprender a desarrollar destrezas sociales, académicas y de resolución de problemas.

Intervención escolar: Ayuda a los maestros a cumplir con las necesidades educativas de los niños enseñándoles a controlar las conductas de sus estudiantes relacionadas con el TDAH dentro del salón de clases (como dar recompensas, evaluar consecuencias y enviar boletines diarios a los padres).

Estos tratamientos usan actividades, normalmente basadas en papel, para apoyar la rehabilitación de este padecimiento, muchas veces el terapeuta no tienen forma de saber la frecuencia, la dedicación o el tiempo en el que se llevan a cabo estas actividades si son realizadas en casa. Generalmente, hacerlas en la forma en que están pre-escritas permite lograr resultados eficientes. Es por eso que surge la alternativa de digitalizar algunas de las actividades de rehabilitación a través de actividades multimedia con el objetivo de no solo apoyar el proceso sino de retroalimentar a los terapeutas con datos que les permitan tomar mejores decisiones con sus pacientes relacionados con el tratamiento y seguimiento del mismo.

Conjuntamente, se debe poner mucha atención en el diseño de las actividades ya que se debe respetar el objetivo de rehabilitación de las mismas. Así como mantener su atención en tareas que le agraden a los niños y puedan aprender al ritmo que desee para sacar un máximo desempeño. De acuerdo con el centro para el control y prevención de enfermedades [15] hay tres tipos de TDAH:

Presentación combinada: Si se presentaron suficientes síntomas de ambos criterios, los de falta de atención y los de hiperactividad/impulsividad, durante los últimos 6 meses.

Presentación en la que predomina la falta de atención: Si se presentaron suficientes síntomas de falta de atención, pero no de hiperactividad/impulsividad, durante los últimos seis meses.

Presentación en la que predomina la hiperactividad/impulsividad: Si se presentaron suficientes síntomas de hiperactividad/impulsividad, pero no de falta de atención, durante los últimos seis meses.

Esta clasificación es relevante para poder identificar las actividades que queremos desarrollar, en nuestro caso nos centramos en la falta de atención exclusivamente. Para esto nos apoyamos de especialistas del centro de rehabilitación neuro-psicológica infantil (CERENE) de la ciudad de Puebla y será probada por pacientes reales. De esta forma validaremos nuestro trabajo. Este trabajo tiene como objetivo la creación de actividades interactivas que apoyen en el tratamiento de niños que presentan TDAH.

## **2 Antecedentes del Proyecto**

La Academia Estadounidense de Pediatría (American Academy of Pediatrics, AAP) recomienda que los profesionales de atención médica les pregunten a los padres, maestros y otros adultos que cuiden al niño sobre la conducta que éste tiene en diferentes contextos, como en el hogar, en la escuela o al interactuar con sus pares. El profesional de atención médica también debe determinar si el niño tiene otra afección que pueda explicar mejor los síntomas, o que se presente junto con el TDAH.

Los profesionales de atención médica utilizan las pautas de la quinta edición del Manual diagnóstico y estadístico (DSM-5), de la Asociación Estadounidense de Siquiatría (American Psychiatric Association) para diagnosticar el TDAH. Este estándar de diagnóstico ayuda a garantizar que el diagnóstico y tratamiento de las personas con TDAH se realice de manera correcta. El uso del mismo estándar en todas las comunidades también puede ayudar a determinar cuántos niños tienen TDAH y qué impacto tiene esta afección en la salud pública.

Para regiones con población de bajos recursos existe un gran problema para este tipo de casos, puesto que muchas veces no hay recursos para el tratamiento de este tipo de trastorno y más aún, muy pocas veces es tomado en cuenta y tiene repercusiones como las que ya se especificaron anteriormente. El niño no recibe tratamiento o ningún tipo de ayuda. Su comportamiento no es el mejor y en vez de ayudarlo, se recurre a medidas más severas.

Como se puede apreciar hay todo un conjunto de especialistas dedicados al estudio de estos padecimientos pero hemos encontrado poco trabajo referente a la digitalización del proceso de tratamiento. De ahí que la Red PRODEP de Investigación de Sistemas Interactivos para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes busca identificar las mejores prácticas asociadas a éste y otros trastornos.

Actualmente existen actividades para practicar la memoria auditiva y visual, para practicar la coordinación visomotriz, para practicar la relajación y el control de la impulsividad. También se cuentan con actividades lúdicas soportadas por tecnología en la web, tal es el caso de educapeques portal de educación infantil y primaria (<http://www.educapeques.com/>), sin embargo estos no permiten llevar el control del progreso en el tratamiento del niño por parte del especialista.

## **3 Metodología de desarrollo**

Los niños con TDAH pueden presentar una marcada dificultad en la concentración para realizar tareas, y por ello les resulta especialmente complicado realizar y terminar tareas como los deberes, preparar exámenes o recoger sus cosas. Sin embargo, los niños con TDAH pueden aprender ciertas técnicas que les ayuden a concentrarse y conseguir mejores resultados cuando realizan sus tareas. Tenemos muchas actividades que se pueden encontrar en papel, sin embargo en nuestra era tecnológica apostamos por el uso de las tecnologías de la información y comunicación como herramientas para conseguir apoyar las terapias de tratamiento.



El desarrollo de productos de software de calidad requiere de la adopción de una metodología de desarrollo robusta y acorde a cada problema. En este caso, se opta por la estrategia de desarrollo ágil SCRUM que ha sido el resultado de varios años de experiencia [12] y que se ha tropicalizado en el contexto académico para la gestión de proyectos informáticos. Cuando se dice que se desarrolla un producto de software de calidad, se hace referencia tanto a la producción de aspectos funcionales como al cuidado del producto como un todo. Sin lugar a dudas, la producción de documentación es una parte fundamental de todo producto de software y en particular a nivel de investigación, ya que el conocimiento de diseño, que es el legado que se deja a la comunidad científica, se debe comunicar de forma clara y precisa. A lo largo del desarrollo del proyecto, uno se ocupa de problemas de diseño que se identifican [12] y del origen de muchos problemas con la calidad de la documentación, como son: uso incorrecto de semántica para nombrar las cosas en todos los niveles del diseño del producto [1][2][4][7][8][9], incorrecta comprensión de los niveles de abstracción durante el modelado [1], identificación de la correcta cardinalidad entre modelos [1], sintaxis y herramientas incorrectamente usadas [15], ausencia de coherencia entre las capas de los modelos por una incorrecta adopción de un diseño evolutivo [1], carga cognitiva para lidiar con tantas cosas a la vez [26], limitadas capacidades para procesar información [3].

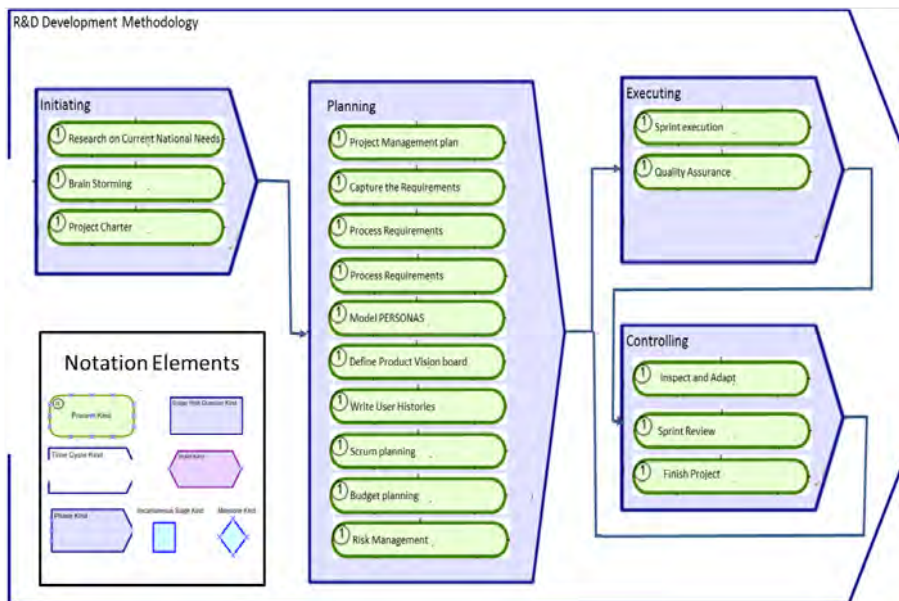


Fig. 1. Metodología usada para el desarrollo del Proyecto, Fuente [30].

Considerando el trabajo de Guerrero [10] se atiende la ausencia de una adopción de un diseño evolutivo [1]. Si bien el trabajo original de Guerrero proponía un desarrollo transformacional de software.

La metodología se representa gráficamente, ver Figura 1, bajo el estándar ISO/IEC 24744 [11]. En esta sección se presenta una versión simplificada de la metodología que será ilustrada en las siguientes secciones de la mano de la propuesta de solución de este capítulo. Lo interesante de adoptar el marco de referencia SCRUM es que no es normativo, es decir, deja la flexibilidad al equipo de desarrollo poder decidir que métodos, técnicas o herramientas son las más adecuadas para cada una de las etapas de su proceso. Lo que si deja muy claro es que de alguna manera se debe estructurar lo que se realiza y, en base a la normatividad del grupo de trabajo, hacer las cosas de forma organizada y estructurada.

### **3.1 Fase Inicial**

El proceso de identificación de requerimientos se basa en la elicitación de escenarios textuales. La fuente de información para poder elicitar escenarios textuales son: la observación participativa y las entrevistas. El proceso de observación participativa es muy significativo ya que permite adentrarse al quehacer de las personas mediante la observación durante la ejecución de su trabajo. Con esto se amolda la solución a la forma en que trabajan las personas y en consecuencia el sistema será una extensión a su quehacer diario. Esta etapa es fundamental y forma parte del enfoque del desarrollo centrado en el usuario.

Para asegurar que el sistema cubra con las necesidades del contexto se requiere producir fichas con estereotipos de PERSONAS [13]. Esta técnica de Interacción Humano Computadora (IHC) captura los detalles de las metas, deseos, limitaciones, conocimiento de los usuarios finales de un sistema interactivo.

En breve, el proceso de definición de PERSONAS consiste en crear perfiles de usuarios (Figura 2). En principio, como consecuencia de la observación participativa y de las entrevistas, se procede a identificar a los perfiles de usuarios del sistema.



**Fig. 2.** Ejemplo de PERSONA identificada en el proceso de observación participativa.

Una PERSONA es una descripción de un grupo de usuarios, típicos del sistema. En vez de hablar sobre el grupo de usuarios de una manera abstracta, impersonal, una PERSONA representa a un 'referente' de un grupo de usuarios y proporciona un medio para hablar y razonar sobre este grupo a través de las características de un individuo ficticio, es decir, se crea un personaje. Por ejemplo, podemos observar en la Figura 3 una ficha de un estereotipo de usuario derivadas de la observación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en escuelas públicas para niños con TDAH correspondiente a una educadora de nivel primaria.

El nombre y la foto de la figura no corresponden a ninguna persona real identificada en nuestra observación participativa. El proceso de creación de PERSONAS inicia con la creación de fichas descriptivas de los actores entrevistados u observados, donde cada ficha incluye un tipo de información cómo puede ser: habilidades, capacidades, necesidades, deseos, hábitos de trabajo, tareas y experiencia. Estas fichas descriptivas de los actores observados se deben categorizar. De inicio, identificando actores y generando regiones para agrupar las notas respecto a ellos. Por ejemplo, en este caso se identifican a: padres de familia, profesores, personal administrativo del centro de escuela y los alumnos. Después, para cada observación identificar grupos de temas que pudieran agrupar cada nota. Por ejemplo, para el profesor, se puede crear un grupo de notas relacionadas con "Ofrecer retos" a sus alumnos y esto puede ser descrito de diferentes formas.

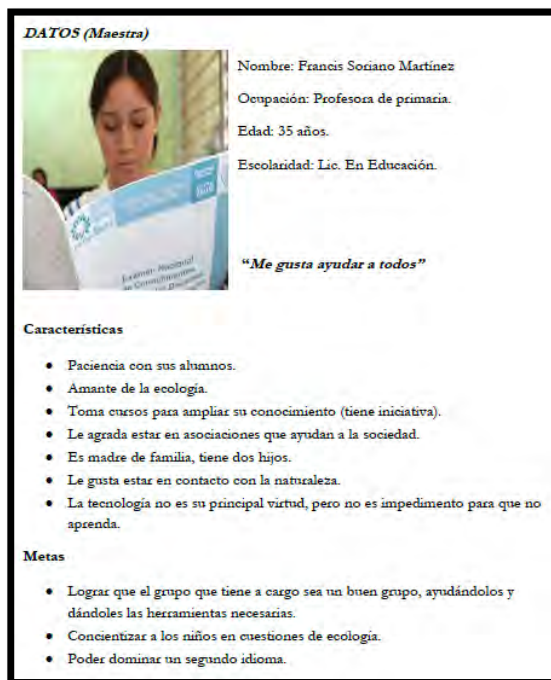


Fig. 3. Ejemplo de PERSONA identificada en el proceso de observación participativa.

### 3.2 Fase planeación

La técnica de visión del producto define la meta a largo plazo del proyecto que se va a realizar [16]. Esta técnica fue creada por [17] y tiene como fundamento la importancia de trabajar con un rumbo claro. Normalmente cuando se trabaja con una idea clara de lo que se quiere hacer se mantiene al equipo de trabajo motivado y la calidad de su trabajo será superior [18]. Se definen cinco elementos [17]:

1. Visión. A dónde se quiere llegar al desarrollar esta solución. Esta frase o párrafo se redacta en función de los demás elementos.
2. Grupo Objetivo. Son los clientes o usuarios para los que se está desarrollando la solución. En el ejemplo, simplemente son las PERSONAS.
3. Necesidades. En esa búsqueda de soluciones útiles y de la mano de lo que las PERSONAS necesitan, se tiene una lista muy clara y concreta de los problemas que se quieren resolver.
4. Producto. Aquí se describen las funciones que debería tener el sistema a desarrollar.

5. Valor. De la mano de las necesidades y posibles soluciones, se tiene que identificar los beneficios o el valor que se aporta a las PERSONAS si se resuelve de manera adecuada su problemática.

Es muy importante definir estos elementos ya que representan un factor de motivación [18] para el equipo de desarrollo. La empatía con los problemas del cliente junto con el valor que se aporta a su vida al resolverlos de forma correcta generan cambio positivo en la forma en la que se resuelve el trabajo.

De igual forma que las PERSONAS, la visión del producto debe plasmarse en una ficha de trabajo de tal forma que este a la vista siempre del equipo de trabajo y se mantenga un rumbo fijo durante el desarrollo del producto. Se crean fichas como la que se muestra en la Figura 4 ilustrada con el alumno. Para cada PERSONA se recomienda crear una visión del producto, de esta manera se deja muy claro el objetivo de cada módulo del proyecto.

Aunque la visión del producto es común para todas las PERSONAS, las necesidades, funcionalidad propuesta y el valor que aporta cambia para cada PERSONA. Como se puede observar en la ficha de visión del producto de Figura 4, el trabajo se centra en el aprendizaje del alumno, la jugabilidad como elemento de entretenimiento y la socialización para mantener aspectos de colaboración presentes. Sin embargo, las necesidades de un profesor o directivo en esa escuela son diferentes. Es por eso que estas fichas de trabajo deben capturar todos los puntos de vista.

Durante las etapas anteriores se han definido los elementos relevantes para la elaboración del proyecto. Sin embargo hasta ahora estos procesos son transcritos manteniendo el uso del lenguaje natural. Para poder hacer la elicitación de requerimientos, tomando como base los datos recolectados en la observación participativa y las entrevistas, es necesario transcribir esta información a un formato más estable. La elicitación (un término aceptado en la comunidad de ingeniería de software) tiene como objetivo identificar dentro de los escenarios de trabajo los actores, encargados de ejecutar el trabajo. Además, capturan de forma concreta la manera en que se realiza el trabajo [19].







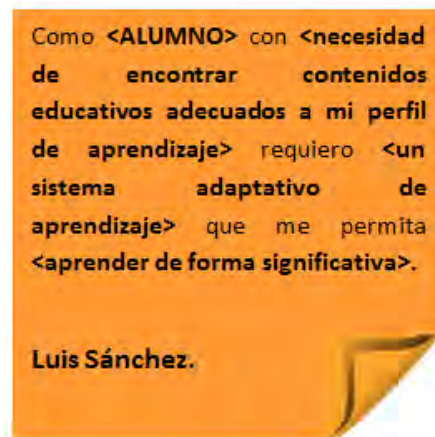
 <b>Visión.</b> Crear una plataforma interactiva de apoyo al tratamiento de TDA que apoye a los terapeutas, padres de familia y niños a mejorar su capacidad de atención.			
 <b>Grupo</b> <b>Objetivo.</b> Alumno con TDA  	 <b>Necesidades.</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acceso a medios de aprendizaje entretenido.</li> <li>2. Posibilidad de socializar con mis compañeros.</li> <li>3. Realizar actividades de aprendizaje diferentes y atractivas.</li> </ol>	 <b>Funcionalidad.</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plataforma educativa con características de gamificación.</li> <li>2. Plataforma educativa con características de interacción social.</li> <li>3. Actividades de aprendizaje usando multimedia y otros medios interactivos.</li> </ol>	 <b>Valor.</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mantener el interés del alumno para usar la plataforma.</li> <li>2. Compartir sus logros y experiencias con otras personas.</li> <li>3. Mejorar su aprendizaje significativo del alumno.</li> </ol>

Fig. 4. Ejemplo de ficha de visión para la PERSONA.

Esto es representativo y evocativo para un usuario final ya que tiene elementos para validar los requerimientos del sistema educativo a crear. Esta estrategia, a diferencia de los métodos tradicionalmente usados por los ingenieros en software (por ejemplo, modelos del dominio, modelos del usuario) maximizan las propiedades deseables, con la exhaustividad, coherencia y corrección del usuario final, el contexto educativo. Con base en la descripción textual que se obtiene del proceso educativo, el diseñador de flujos de procesos identifica las tareas, los recursos a su cargo, su desarrollo, la unidad donde se ejecutan y así sucesivamente.

El formato de redacción de requerimientos es usando el modelo de historias de usuario [18]. Esta técnica es recomendada ya que retoma información recopilada y documentada en la visión del producto, la identificación de tareas y la definición de PERSONAS. De la mano de la plantilla propuesta por [18] y que genera fichas de trabajo tipo Post it® donde se plasma la idea del trabajo a ser ejecutado, la Figura 5 presenta estas fichas de trabajo ilustradas con una atención a una necesidad de la PERSONA alumno con TDAH en búsqueda de conocimiento adecuado a su perfil. Note el lector que se retoma información de la visión del producto y de manera muy puntual se define una funcionalidad esperada en el sistema a desarrollar. Existen muchas herramientas informáticas que permiten crear estas fichas de trabajo. Por

ejemplo, Trello ® (www.trello.com) permite crear fichas de trabajo, asociarlas a responsables, adjuntar documentos de trabajos a las fichas y poner fechas de entrega del trabajo.



**Fig. 5.** Historia de Usuario del Sistema a crear, donde se describe el para ¿Quién?, ¿Qué necesidad atiende?, ¿Qué funcionalidad se propone?, y finalmente ¿Qué valor agregamos a la vida del usuario del usuario?.

Lo más interesante es que se puede crear un tablero de seguimiento SCRUM. Un elemento fundamental de SCRUM es la transparencia en el trabajo [18] y esto tiene muchos significados, que van desde hacer el conocimiento del proyecto y el trabajo que se realiza algo público y que permite que todo el equipo esté enterado de todo. Las historias de usuario se dividen en tres niveles de ejecución que son: por hacer, en proceso y terminada. Se asume que una historia está terminada cuando se cubren exitosamente las pruebas definidas en el criterio “Comprobable” de la historia de usuario.

### 3.3 Fase de ejecución

Para la atención del problema de TDAH se propone crear una librería de actividades que tienen como origen la guía de actividades recomendadas. Normalmente estas actividades se realizan en un formato impreso, para incorporar el uso de la tecnología de la información y comunicación, se digitalizaron las actividades y se presentan en un formato de dispositivo móvil, usando el sistema operativo Android.



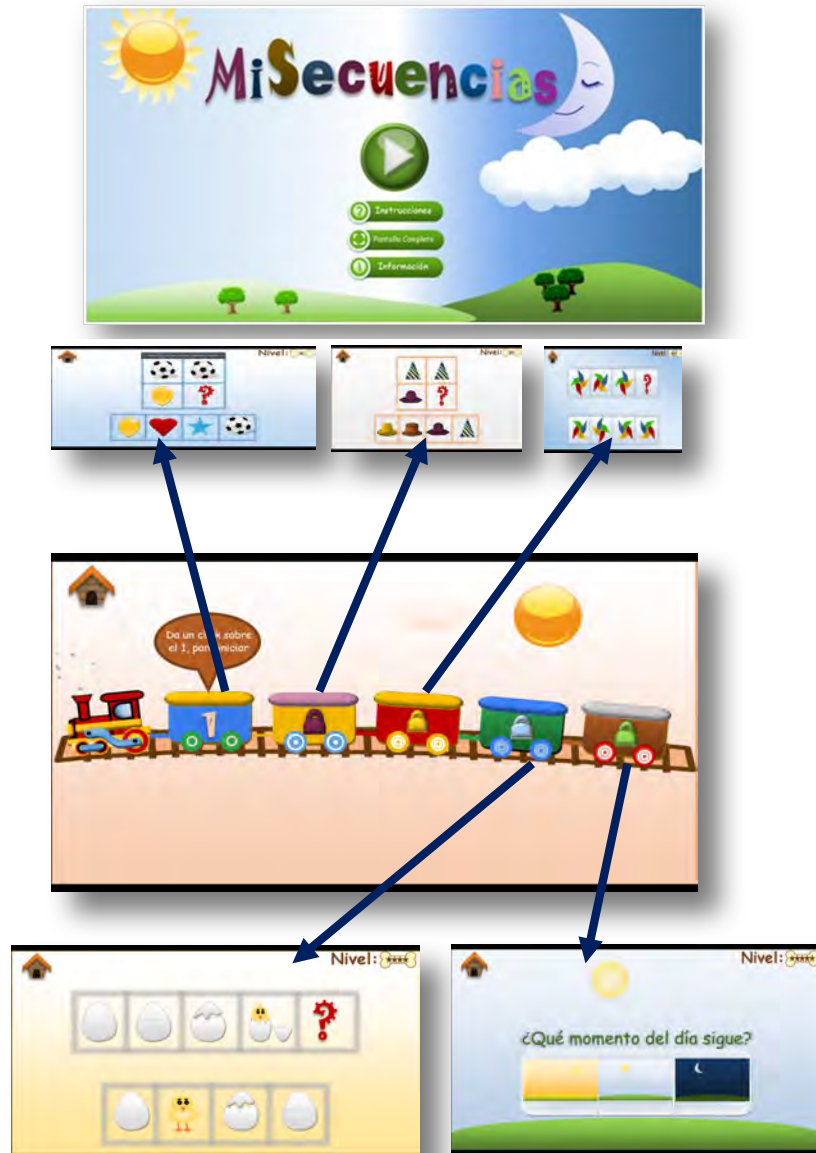


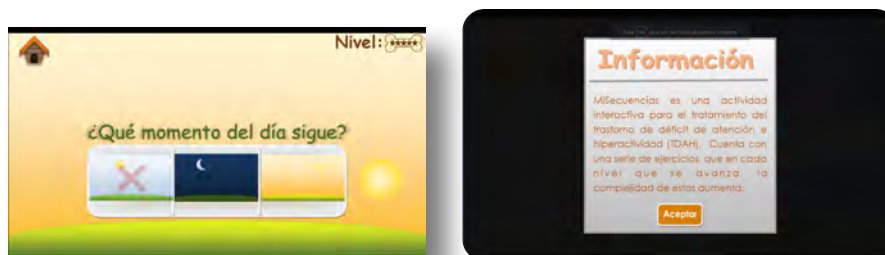
Fig. 6. Ilustración del juego de secuencia.



La primera aplicación que fue creada tiene que ver con la identificación de secuencias. Usando como referente que el sistema es para niños se usan imágenes caricaturizadas y de objetos cotidianos que los niños pueden reconocer sin problema.

Se usó la metáfora de un tren para representar los niveles por medio de los vagones. En la Figura 6 se puede observar la imagen de bienvenida que da acceso al tren. De momento se cuentan con cinco secuencias que describiremos a continuación.

La primera actividad consiste en reconocer la secuencia que se muestra al ver dos balones, lo que sigue por secuencia es, que se muestren un globo y el signo de interrogación para que el usuario identifique de las opciones cuál corresponde en la secuencia. La segunda actividad consiste en reconocer la secuencia que se muestra al ver dos gorros de fiesta, lo que sigue por secuencia es, que se muestren un sombrero y un signo de interrogación, para completar la secuencia se debe seleccionar la opción correcta. La tercera actividad consiste en reconocer la secuencia que se muestra al ver los reguiletes con movimiento y sin movimiento, lo que sigue por secuencia es, que se muestre un reguilete que no esté en movimiento, para esto se debe seleccionar la opción correcta. La cuarta actividad consiste en reconocer la secuencia que se muestra al ver el nacimiento de un pollito, lo que sigue por secuencia es que se muestre al pollito fuera del cascarón, para esto se debe seleccionar la opción correcta. La quinta y última actividad consiste en reconocer la secuencia de los momentos del día, en las cuales, el sujeto debe seleccionar el momento del día que queda en secuencia con la que se muestra.



**Fig. 7.** En la captura de pantalla a la izquierda se observa el Feedback demostrando que hay un error en la aplicación. En la imagen de la derecha se presenta la descripción del uso y objetivo de la aplicación.

Hay una gestión de manejo de errores que permite notificar los aciertos y errores de los usuarios con mensajes y retroalimentación visual adecuada. Así como mostrar explicaciones de uso del sistema, todo esto atendiendo guías ergonómicas. Esto es muy importante de tomar en cuenta ya que gracias a esto se puede monitorear y dar seguimiento a los resultados generados por el uso de la aplicación móvil.

Otro juego desarrollado es el llamado CAMINOS, Figura 8. Es una actividad interactiva, que muestra una serie de ejercicios, donde se tienen que relacionar objetos o individuos, por medio de caminos, lienzos o guías. Esta actividad está compuesta por un menú principal. Está compuesta por 4 botones con distintas funciones. El inicio de los juegos con el botón de inicio, ubicado en la parte central de la aplicación. Un botón de instrucciones que te presenta las instrucciones del juego. Un botón del menú, le da al usuario información acerca de la actividad. Un cuarto botón del menú, que ayuda a maximizar la pantalla, para tener una mejor visualización de la actividad. Y finalmente, un botón en forma de bocina. Al dar clic sobre éste, silencia los sonidos de la aplicación y al volver a pulsarlo, activa los sonidos. Al dar clic al botón de Iniciar, te muestra el menú de ejercicios permitiendo iniciar con el primer ejercicio. El primer ejercicio consiste en que, dada una pregunta, se debe responder, dando clic a alguna de las banderas que se relacionan con los caminos, los cuales ilustran su recorrido. En este caso, se elegirá la bandera roja, que es la que responde la pregunta. El segundo ejercicio consiste en relacionar al niño o niña con alguna fruta. Se pregunta de quién es la manzana, donde las relaciones se definen por medio de líneas. Se seleccionará a la niña con lentes, puesto que la relación indica, que de ella es la manzana. El tercer ejercicio consiste en saber de quién es el libro, que está en la parte inferior. La relación entre niños y el libro se define mediante cuerdas enredadas. En este caso, se elige al niño, porque de él es la cuerda que llega al libro. El cuarto ejercicio consiste en que se tienen unos papalotes de colores, maniobrados por los niños. Se pide identificar a quién pertenece el papalote del color propuesto. Se tiene un papalote azul, uno rojo y uno verde. Se deberá dar clic en el papalote correcto.



Fig. 8. Ilustración del juego de Caminos.

El quinto ejercicio consiste en que se tienen 3 juguetes: un oso de peluche, una pelota y un carrito. Se pide reconocer de quién es el oso de peluche. Las relaciones se definen por líneas, entre juguetes y niños.

### 3.4 Fase Control y Cierre

Las unidades de prueba se utilizaron en el proyecto, tomando como referencia [21] para definir particiones de equivalencia que son: grupos de datos de entrada con un comportamiento similar, escenarios válidos y no válidos de entrada. Por ejemplo, en este caso una partición válida sería un nombre de alumno con una extensión entre 2 y 25 caracteres, mientras que cualquier nombre por encima o debajo de esa cantidad de caracteres es una partición no válida. Hay que tomar en cuenta que el análisis de pruebas es un trabajo que debe ser exhaustivo y completo. De la misma manera debemos considerar el análisis en los límites. Esto es un complemento a las particiones de equivalencia, ya que normalmente en los límites es donde mayor cantidad de errores se encuentran. Es por eso que en los límites se debe probar valores válidos y no válidos. Siguiendo el ejemplo, esto implicaría probar exactamente con nombres de alumnos de dos caracteres y 25 respectivamente, así como pruebas exactamente para 0 y 26. Se tiene la siguiente tabla que sirve como lista de cotejo para garantizar que se han identificado todas las pruebas necesarias para las actividades de TDA.

**Tabla 1.** Pruebas realizadas.

<b>– Particiones de Equivalencia</b>
<b>– ¿Se han definido pruebas de valores de entrada válidos?</b>
<b>– ¿Se han definido pruebas de valores de entrada no válidos?</b>
<b>– ¿Se ha definido una prueba al menos para cada prueba identificada?</b>
<b>– Análisis de límites</b>
<b>– ¿Se han definido pruebas para los valores válidos en los límites? Por ejemplo, si un valor puede aceptar entradas entre 1 y 25, entonces se definen pruebas exactamente para 1 y 25.</b>
<b>– ¿Se han definido pruebas para los valores no válidos en los límites? Por ejemplo, si un valor puede aceptar entradas entre 1 y 25, entonces se definen pruebas exactamente para 0 y 26.</b>
<b>– ¿Se han definido pruebas para valores muy por encima del valor razonable para una entrada? Por ejemplo, el peso de una persona 1000 kilos.</b>

<p>– ¿Se han hecho pruebas extensivas con los índices? Por ejemplo, cuando el inicio y fin de un ciclo son iguales o el final es más grande que el inicio, si son negativos, tienen un valor más grande del permitido, o no coincide con el tamaño real de los elementos que va a manipular.</p>
<p>– ¿Se han definido pruebas para entradas con valores inconsistentes? Por ejemplo, si una entrada numérica no tiene un formato consistente, por ejemplo incluye texto.</p>
<p>– ¿Se han definido pruebas para entradas con datos con un formato inválido? Por ejemplo, una entrada con un valor consistente de texto para un correo electrónico pero que no está estructurada en el formato adecuado como es: “miCorreo@”.</p>
<p>– ¿Se han definido pruebas para entradas con datos complejos con un formato valido/inválido? Tomando en cuenta que los datos complejos implican combinaciones de datos simples, tenemos referente que pueden existir múltiples combinaciones de los mismos datos, tenemos que definir reglas individuales para cada dato, y de ahí cuales son las reglas a seguir para el dato complejo.</p>
<p>– ¿Se han definido pruebas para entradas con valores vacíos o inexistentes? Por ejemplo, 0, 0, cadena vacía, null object.</p>
<p>– Cuando es necesario, si el sistema apunta a entidades externas ¿Hemos definido pruebas para identificar si tenemos la referencia correcta/incorrecta a la entidad externa? Por ejemplo, si esta entidad guarda algún estado en particular que requerimos (una estructura de datos no vacía), qué otras dependencias existen para poder operar.</p>
<p>– ¿Se han hecho pruebas para entradas duplicadas cuando no se permite tener duplicados o cuando si es permitido?</p>
<p>– ¿Se han hecho pruebas con los datos ordenados? Por ejemplo, una lista ordenada. Además, pensar en el orden de objetos, por ejemplo, la lista de actividades a realizar en una fiesta.</p>
<p>– ¿Se han hecho pruebas de cardinalidad? Por ejemplo, ¿Qué pasa si aún no hay datos en el sistema? ¿Podemos producir reportes con pocos datos, cuántos son los mínimos?</p>

– ¿Se han hecho pruebas para determinar si el tiempo de respuesta del sistema se encuentra dentro del límite aceptable para los usuarios?

– En caso de ser necesario ¿Se han hecho pruebas tomando en cuenta cambios de zona horaria, cambios de horario, año bisiesto?

– ¿Se han hecho pruebas modificando la secuencia de ejecución de las funciones o métodos del sistema? Por ejemplo, probar tener acceso a funciones de un sistema que requiere de login, sin hacer login previamente.

– **Test de Calidad de las Pruebas**

¿Se han revisado que los resultados de salida esperados sean correctos? Necesitamos estar seguros que las pruebas están bien diseñadas. Sino corremos el riesgo de hacer mal nuestro código o perder mucho tiempo buscando soluciones a problemas que no existen.

– Cuando es posible ¿Se han definido pruebas de la operación inversa para validar los resultados? Por ejemplo, Un Select para un Insert en Bases de datos, o elevar al cuadrado el resultado de una raíz cuadrada.

– Cuando es posible ¿Se han definido otras formas de hacer los cálculos para revisar si los resultados son correctos? Por ejemplo, si estamos ordenando usamos el algoritmo óptimo para el rendimiento de la computadora pero podemos usar otro método sólo para verificar que el resultado es el correcto.

– Cuando es necesario ¿Se han hecho pruebas forzando escenarios de error de hardware o software ajenos al sistema? Por ejemplo, disco de almacenamiento lleno, Internet no funciona, el programa tiene un cierre inesperado.

– ¿El análisis de datos sobre tendencias de uso de la aplicación tiene referentes sobre datos reales? ¿Hemos realizado las pruebas correspondientes para garantizar el volumen de operaciones que soporta nuestro sistema?

También se recomienda realizar estudios de usabilidad, mediante el uso de estudios formales, como el conjunto de pruebas de IBM. La ventaja de la etapa inicial y la conexión con los usuarios finales desde el comienzo simplifica el proceso de evaluación y refuerzan en la perspectiva de los desarrolladores la necesidad de producir el producto esperado tal como los usuarios finales necesitan. Por otra parte, se tuvo el problema de hacer un proceso de ingeniería inversa sobre los artefactos que funcionan y escribir la documentación de calidad con los resultados reportados.

## **4 Conclusión**

En este trabajo presentamos una primera versión de desarrollo de actividades interactivas para atención de TDAH aplicando una metodología de desarrollo de software centrada en el usuario y usando una estrategia ágil. El énfasis en este trabajo es mostrar la metodología e ilustrar el proceso de aplicación de la misma para crear soluciones innovadoras para problemas en el contexto de aprendizaje de niños con TDAH. El trabajo futuro de este trabajo es la definición de más actividades y la conexión con una arquitectura tipo RestAPI para poder almacenar los datos de uso de los juegos y poder conectar el uso de la app a un expediente clínico del usuario con TDA. Así como incluir otro tipo de pruebas que retroalimenten con la experiencia de usuario.

**Agradecimientos.** Agradecemos el apoyo de la red PRODEP Sistemas Interactivos para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes y de los especialistas del centro de Rehabilitación Neuropsicológica CERENE por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

## **Referencias**

1. Bolloju, N., & Leung, F. S. (2006). Assisting novice analysts in developing quality conceptual models with UML. *Communications of the ACM*, 49(7), 108-112.
2. Davis, C. J., & Hevner, A. R. (2015). Neurophysiological Analysis of Visual Syntax in Design. In *Information Systems and Neuroscience* (pp. 99-105). Springer International Publishing.
3. Kouhen, A., Gherbi, A., Dumoulin, C., & Khendek, F. (2015). On the Semantic Transparency of Visual Notations: Experiments with UML. In *SDL 2015: Model-Driven Engineering for Smart Cities* (pp. 122-137). Springer International Publishing.
4. Figl, K., Mendling, J., & Strembeck, M. (2013). The influence of notational deficiencies on process model comprehension. *Journal of the Association for Information Systems*, 14(6), 312.

5. Genon, N., Heymans, P., & Amyot, D. (2010). Analyzing the cognitive effectiveness of the BPMN 2.0 visual notation. In *Software Language Engineering* (pp. 377-396). Springer Berlin Heidelberg.
6. Jacques, B.: *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin (1983).
7. Kim, J., Hahn, J., & Hahn, H. (2000). How do we understand a system with (so) many diagrams? Cognitive integration processes in diagrammatic reasoning. *Information Systems Research*, 11(3), 284-303.
8. Moody, D., & van Hilleberg, J. (2008). Evaluating the visual syntax of UML: An analysis of the cognitive effectiveness of the UML family of diagrams. In *Software Language Engineering* (pp. 16-34). Springer Berlin Heidelberg.
9. Moody, D. L., Heymans, P., & Matulevicius, R. (2009, August). Improving the effectiveness of visual representations in requirements engineering: An evaluation of i\* visual syntax. In *Requirements Engineering Conference, 2009. RE'09. 17th IEEE International* (pp. 171-180).
10. Moody, D. L. (2009). The "physics" of notations: toward a scientific basis for constructing visual notations in software engineering. *Software Engineering, IEEE Transactions on*, 35(6), 756-779.
11. Guerrero-García, J. (2014). Evolutionary design of user interfaces for workflow information systems. *Science of Computer Programming*, 86, 89-102.
12. ISO/IEC: 24744: *Software Engineering - Metamodel for Development Methodologies*. International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, Geneva, 2007.
13. Guerrero-García, J., González-Calleros, J., Muñoz-Arteaga, J., Morales, A., & Monarca, I. (2016, April). Getting Research Findings into Practice: Guidelines to Produce Quality Software Engineering Diagrams to Assist Novice Engineers. In *2016 4th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT)* (pp. 149-158). IEEE.
14. Pruitt, J., Adlin, T., *The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind Throughout Product Design*. Morgan Kaufmann, 2006.
15. Aliño, J. J. L. I., & Miyar, M. V. (2008). *DSM-IV-TR: Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*. American Psychiatric Pub.
16. Síntomas y Diagnóstico del TDAH. (n.d.). Retrieved July 19, 2016, from <http://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/adhd/diagnosis.html>
17. Wibas (2013). *Scrum Compact. Version 5.0*. ISBN 978-3-981-5837-1-7.
18. Pichler R. (2016). *Strategize: Product Strategy and Product Roadmap Practices for the Digital Age*. Pichler Consulting, 1 edition.
19. Sutherland, J. (2015). *Scrum: El arte de hacer el doble de trabajo en la mitad de tiempo*. Grupo Planeta (GBS).
20. Guerrero García, Josefina, Jean Vanderdonckt, and Christophe Lemaigre. Identification criteria in task modeling. *Human-Computer Interaction Symposium*. Springer US, 2008.
21. Hunt, A., Thomas, D. (2003). *Pragmatic unit testing in Java with JUnit*. The Pragmatic Bookshelf.

## **Sistemas Interactivos Enfocados a la Rehabilitación Psicomotriz en Niños con Discapacidad Auditiva**

Victor M. Peñeñory B.<sup>1</sup>, Cristina Manresa-Yee<sup>2</sup>, Inmaculada Riquelme<sup>3</sup>, Sandra Patricia Cano Mazuera<sup>4</sup>, César Alberto Collazos Ordóñez<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidad de San Buenaventura Cali. Cali – Colombia

<sup>2</sup> Universidad de Islas Baleares. Palma – España

<sup>3</sup> University Institute of Health Sciences Research, Dep. of Nursing and Physiotherapy.  
Palma – España

<sup>4</sup> Universidad de San Buenaventura Cali. Cali – Colombia

<sup>5</sup> Universidad del Cauca. Cauca- Colombia

**Resumen.** Los niños con algún tipo de discapacidad auditiva poseen problemas en el aprendizaje, la comunicación, el lenguaje y actualmente se están viendo beneficiados y enriquecidos por varios aportes desde el mundo de los sistemas interactivos, como los juegos serios. Sin embargo el niño con discapacidad auditiva posee otro tipo de problemas que están relacionados con el área psicomotriz, lo cual impide que posea un desarrollo normal de su mente y su cuerpo durante su crecimiento. El objetivo de este capítulo es brindar una revisión y una reflexión sobre los juegos serios y su impacto en el área de la psicomotricidad infantil con discapacidad auditiva.

### **1 Introducción**

Una de las discapacidades en la que se requiere un acompañamiento adecuado y el uso de las herramientas apropiadas para la comunicación, es la discapacidad auditiva. Según la Organización Mundial de la Salud, actualmente en el mundo se pueden encontrar 380 millones de personas que poseen discapacidad auditiva. Cuando el sentido auditivo se ve involucrado en algún tipo de trastorno provoca que el proceso de desarrollo físico y cognitivo del niño sea más lento, afectando así el desarrollo normal [1].

Actualmente el concepto de discapacidad auditiva se refiere al trastorno total o leve del canal auditivo, impidiendo la comunicación normal a través del lenguaje hablado [2][3][4]. La pérdida auditiva y las diferentes lesiones auditivas como la lesión vestibular pueden interferir en la función sensomotora, la cual hace parte en el desarrollo de las habilidades psicomotrices en los niños con discapacidad auditiva.

Varias investigaciones en el área de la discapacidad auditiva, han reportado que los niños con discapacidad auditiva poseen déficit y retrasos en el desarrollo de habilidades



motoras como el equilibrio, la coordinación, la dinámica, la coordinación ojo-mano o visomotora [5][6][7][8] y problemas en actividades en donde se requiere dominio y control, actividades secuenciales, problemas con la exploración y estructuración del mundo que lo rodea.

La psicomotricidad integra las interacciones cognitivas, emocionales, simbólicas y físicas en la capacidad del individuo de ser y de actuar en un contexto psicosocial [9]. Durante el desarrollo del niño la adquisición de habilidades psicomotoras establecen las bases de las habilidades psicológicas complejas posteriores como el simbolismo y la regulación de la impulsividad. Por lo tanto, el desarrollo adecuado de las habilidades psicomotoras básicas del niño con discapacidad auditiva, debe trabajarse el esquema corporal (relación con el conocimiento del cuerpo), postura, equilibrio, motricidad gruesa y fina, espacio, tiempo y ritmo.

En la actualidad el problema de la psicomotricidad en niños con necesidades especiales está siendo abordado con terapias en las cuales se involucran actividades lúdicas o juegos junto con objetos y juguetes [10] para la interacción durante la terapia. Ya que durante el juego del niño se favorecen los procesos de aprendizaje, socialización, comunicación, independencia y la psicomotricidad en el niño [10][11][12][13][14].

Hoy en día, se pueden encontrar contribuciones dirigidas a las diferentes discapacidades como: "Entrena con Phonak" [15] "PhysioVinci" [16], eAdventure [17] cuyo objetivo es mejorar la rehabilitación y el bienestar de personas con necesidades especiales. Este tipo de contribuciones están generando una gran aceptación en la población de personas con algún tipo de discapacidad, ya que a través de estos juegos, el jugador no siente la presión por su condición, siente una sensación confortable y de seguridad, además obtienen información inmediata de sus acciones [18][19][20].

Sin embargo cuando se realiza una búsqueda profunda de contribuciones de sistemas interactivos dirigidos a enriquecer los procesos de desarrollo psicomotor de niños con discapacidad auditiva, se puede observar que es una área que no ha sido muy estudiada, y que ofrece la oportunidad de generar aportes en investigación aplicada en el uso de tecnologías y juegos serios que enriquezcan los procesos de desarrollo normal de los niños con discapacidad auditiva.

El objetivo principal de este documento es poder ofrecer un espacio de análisis sobre temas relacionados con el déficit psicomotor de los niños con discapacidad auditiva y el estado actual de los sistemas interactivos, como los juegos serios, dirigidos a la rehabilitación psicomotriz en niños con discapacidad auditiva, permitiendo al lector poder reflexionar y plantear nuevas ideas que ayuden a formar y mejorar las habilidades psicomotoras en esta población.

## **2 Déficit Psicomotor en Niños con Discapacidad Auditiva**

Todo conocimiento se inicia por la actividad motriz, Piaget ya lo menciona “todos los mecanismos cognoscitivos responden sobre la motricidad”, refiriéndose no sólo al acto motor en simple, si no a las acciones en su conjunto, es decir a la actividad psíquica y fisiológica [21].

Toda actividad motriz se inicia con las acciones mentales del ser humano. Estas acciones determinan la actividad motriz a realizar. Si se realiza un buen trabajo psicomotriz da como resultado una adaptación e integración del ser humano con el mundo y con los objetos.

En el periodo de los 4 a 6 años en el cual el niño empieza la escolarización, es tiempo en el cual él toma conciencia de sí mismo y del mundo que lo rodea por medio de etapas que conforman su madurez global, intelectual, física, afectiva y social [22], durante este periodo el desarrollo de los procesos psicomotrices tienen una gran importancia en el desarrollo del niño.

**Las competencias psicomotrices que se deben desarrollar en todo niño se pueden**

**dividir en:**

- Habilidades motoras fundamentales que incluyen la coordinación, el equilibrio, la postura, el esquema corporal y la imagen.
- Habilidades motoras perceptivas que incluyen habilidades y ritmos espaciales y temporales.
- Las habilidades cognitivas que incluyen el razonamiento y la memoria.

Como se observa la psicomotricidad se divide en muchas competencias, pero por intereses propios de la investigación dirigida a niños con discapacidad auditiva, el documento se centra en las competencias relacionadas con las habilidades motoras que pueden ser afectadas por los procesos mentales.

### **2.1 Habilidades Motoras Fundamentales**

El desarrollo motor es medido por diferentes escalas psicomotoras, y en este caso los niños con discapacidad auditiva reportan un menor desarrollo motriz que los niños oyentes, independientemente del uso del implante coclear [23]. Este bajo rendimiento en los niños con discapacidad auditiva se puede ver claramente en actividades como el juego simbólico, la capacidad lingüística y las dificultades que poseen en las relaciones sociales [4][24].

Entre las capacidades motoras que se pueden ver afectadas tenemos:

### **2.1.1 Postura**

*Postura:* es la combinación de la representación interna de la orientación del cuerpo en el espacio y la integración central de las entradas multisensoriales. La continua retroalimentación multisensorial es proporcionada por el sistema vestibular (el cuál es el encargado de informar de los movimientos y posición espacial de la cabeza) el sistema visual y el sistema propioceptivo, (encargado de informar acerca de la posición y el movimiento de las diferentes partes del cuerpo) desencadena comandos motrices al cerebro para adaptarse al contexto del medio ambiente, permitiendo así la estabilidad de la postura y el equilibrio.

### **2.1.2 Equilibrio**

*Equilibrio:* es la capacidad para controlar el centro de gravedad sobre un soporte particular y un entorno sensorial. El equilibrio es una capacidad crucial en el desarrollo de muchas habilidades motoras gruesas, tales como permanecer de pie sobre una pierna, saltar en una pierna o correr [25]. Los niños con discapacidad auditiva están en riesgo de déficits del equilibrio debido al daño que puede presentarse en su sistema vestibular [25][26]. Esto indica que los niños con discapacidad auditiva poseen problemas en su equilibrio dinámico y estático, siendo así más pobre que el del niño oyente. Esto se puede observar en los límites reducidos de estabilidad, el balanceo más rápido del cuerpo y el gasto de energía para mantener la estabilidad [26][27][28]. El niño con discapacidad auditiva es fuertemente dependiente de la visión y esto se puede ver cuándo se encuentra en situaciones posturales desafiantes, tales como superficies irregulares [27].

### **2.1.3 Coordinación**

*Coordinación:* La coordinación implica la conexión correcta en la contracción de grupos de músculos para realizar los movimientos interesados, un gesto o una actitud, que inhiben los movimientos no deseados. Existe una coordinación en la función motora gruesa y fina (es decir, la mano, viso-motor, movimientos asimétricos).

Durante la coordinación en la función motora gruesa, o en la ejecución de movimientos grandes es probable que el niño con discapacidad de retrase en comparación con el niño oyente, sin embargo estos niños tienden a alcanzar los mismos niveles de desarrollo de los niños oyentes en edades posteriores [29]. En pruebas realizadas mostraron tiempos de reacción más lenta y se presentaron deficiencias en acciones como la precisión visomotora, coordinación espacial y temporal, como el capturar la pelota [30]. También los estudios mostraron que el niño con discapacidad posee un desarrollo menos eficiente que el niño oyente en el aprendizaje de la secuenciación motora [31].

También estudios de neuroimagen han demostrado que la privación auditiva afecta el procesamiento percepción del movimiento [3], y que el procesamiento de la acción percepción del sistema de espejo es diferente en niño con discapacidad auditiva que en el niño oyente [2].

La coordinación en la función motora fina o habilidades manipuladoras finas, tales como la destreza manual, también se ve afectada en los niños con discapacidad auditiva [31][32]. Horn et al. [32] ha sugerido que la privación auditiva puede conducir a un desarrollo atípico del sistema motor y de las habilidades lingüísticas que comparten recursos de procesamiento corticales comunes.

En los niños con discapacidad auditiva se debe compensar la falta de entradas auditivas, con una mayor atención de los estímulos visuales en el campo visual periférico en el espacio cercano y a los estímulos centrales en el espacio lejos [33] [34], alta memoria de localización [35] y perfeccionar el tacto y la orientación espacial visual en el marco alocéntrica de referencia (el cual codifica posiciones de objetos en relación con otros objetos) [36].

La discriminación espacial en las posiciones de la línea media y lateral son altamente dependientes de la condición audiciencia [37]. Sin embargo, la organización del espacio parece estar alterada en los niños con discapacidad auditiva. Los estudios de neuroimagen han mostrado un patrón bilateral o izquierda hemisférica atípico en el control de la atención espacial en niños sordos, en contraste con niños oyentes que muestran dominio del hemisferio derecho [35][38].

Zhang et al. [36] declaró que aunque el niño con discapacidad auditiva mostró un rango de referencia alocéntrica similar al del niño oyente. Sin embargo, el marco de referencia egocéntrico (posiciones codificación del objeto con respecto al cuerpo de la persona) se vio afectado y las tareas egocéntricos era más lenta que en el niño oyente.

Finalmente se ha reconocido ampliamente que una adquisición correcta de lenguaje espacial es importante para pensar en el espacio. La falta de un lenguaje convencional se ha relacionado con el bajo rendimiento en las tareas espaciales no lingüísticos, principalmente las tareas que requieren la combinación de diferentes representaciones mentales del espacio [39].

## **2.2 Habilidades Motoras Perceptivas**

Las *habilidades espaciales*, es la comprensión de la posición de los objetos en el mundo, las relaciones y transformaciones de estos objetos [40], y las *habilidades temporales*, es la relación de la identificación del tiempo, el orden y secuencia de los estímulos [41]. Las investigaciones muestran que los individuos con discapacidad auditiva, pueden tener una mejoría en sus habilidades espaciales, especialmente cuando utilizan el lenguaje de signos [42], al contrario de las habilidades temporales.

El procesamiento auditivo temporal es pobre en niños con discapacidad auditiva. La pérdida de audición coclear también disminuye la capacidad de utilizar señales de estructura fina temporal para la detección de señales no vocales y señales de voz entre

las fluctuaciones de los sonidos de fondo [43]. Las potenciales cerebrales relacionadas con eventos, revelan representaciones fonológicas menos precisas del ritmo del lenguaje oral o ubicación de la lengua de signos en niños con discapacidad auditiva, en comparación con los niños oyentes [44].

### **3 Sistemas Interactivos para el Entrenamiento Psicomotor Dirigidos a niños con Discapacidad Auditiva**

A partir de la importancia de las actividades lúdicas en los procesos del desarrollo humano, los videojuegos y los sistemas interactivos están siendo incluidos en los procesos cotidianos de personas con y sin necesidades especiales, ya que se ha demostrado que estos logran que sus usuarios desarrollen aspectos relacionados con el ser, la comunicación y la socialización, que son tan importantes en la vida cotidiana [14][45][46].

Actualmente las contribuciones en juegos serios y sistemas interactivos se pueden encontrar en áreas como la educación, la salud, el entrenamiento y otras áreas más [47]. Por ejemplo en el área educativa tenemos el proyecto “Quest Atlantis” [48], este proyecto usa entornos tridimensionales para sumergir a los niños de 9 a 16 años de edad en tareas educativas propuestas por el docente. En el área de la salud tenemos el caso de “SimClinic” [49] proyecto que busca generar un caso clínico enfocado a la cardiología para el entrenamiento de médicos. “Do not Panic” [50], es un juego serio enfocado a que las personas aprendan técnicas, acciones y estrategias que deben tener en cuenta durante situaciones de pánico y estrés.

También podemos encontrar contribuciones dirigidas a las diferentes discapacidades. Entre los que se pueden destacar “Entrena con Phonak” [15] el cual sirva de apoyo para el proceso de rehabilitación en la adquisición de las competencias auditivas. “PhysioVinci”[16] es un juego enfocado a la terapia física de pacientes con discapacidad motora debido a problemas neurológicos. En el 2012 Torrente [17], propone una plataforma de juego llamada eAdventure cuyo objetivo es mejorar la educación profesional de personas con discapacidad cognitiva a través de dos juegos llamados “My first day at work” y “the big party”.

En el área de la rehabilitación psicomotriz dirigida a niños con discapacidad auditiva durante la revisión de la literatura, se encontraron diferentes contribuciones. Estas contribuciones se han clasificado de acuerdo a la competencia psicomotriz a desarrollar en el niño con discapacidad auditiva. En este caso se decidió tomar las habilidades motoras fundamentales (que a su vez se divide en la postura, la coordinación y el equilibrio), y las habilidades motoras perceptivas (que se divide en las habilidades espaciales y temporales).

En la primera clasificación relacionada con las habilidades motoras fundamentales, se tuvo en cuenta que las contribuciones halladas impactarán o enriquecerán los procesos de desarrollo de las habilidades relacionadas con el equilibrio, la coordinación y la postura.

El investigador Ole Serjer y su equipo en 2007 [51], construyeron un piso interactivo dirigido a niños con implantes cocleares. Este sistema les permite a los niños el poder desarrollar su motricidad usando la interacción del cuerpo. Lo que se busca con la propuesta es el desarrollo del lenguaje a través de la expresión corporal de los niños en un entorno escolar.



**Fig. 1.** Interfaz StepStone de Orjen Serjer [51].

En el 2009, el grupo de David Wille [52], construyó una aplicación interactiva que utiliza la realidad virtual para la rehabilitación motriz en los miembros superiores. Cuando se completaron las pruebas de desarrollo llevadas a cabo con los niños durante tres semanas utilizando el sistema, se encontró que los niños tenían mejoras en la función de la mano. También se encontró que este tipo de sistemas basados en actividades lúdicas o de juego, animan a los niños a realizar las actividades de terapia sin estrés.

En el 2012, el equipo dirigido por el investigador J. Marnik [53], construyó un sistema interactivo que utiliza la visión y los gráficos por ordenador, que permite que los niños puedan desarrollar los movimientos naturales del cuerpo. El sistema utilizará los gestos del cuerpo del niño para la interacción mezclando diversos componentes y elementos del juego.

En el mismo año, Ryohei Egusa [54] desarrolló un sistema interactivo basado en marionetas, el sistema permite a los niños con discapacidades auditivas involucrarse con la historia, la cual es contada a través de las marionetas. El proyecto funciona a través del reconocimiento de los gestos del cuerpo utilizando un sistema de Kinect. El objetivo de la propuesta es el desarrollo de la expresión corporal de los niños sordos.

En 2013, Vesna Radovanovic [55] llevó a cabo la investigación sobre el impacto de los videojuegos en el desarrollo visual y motriz de los niños con discapacidad auditiva.

Durante su investigación, realizó un test a un grupo de 70 estudiantes entre las edades de 7 y 10 años, estos fueron divididos en un grupo de control y un grupo experimental. El resultado del experimento es que los niños que formaban parte del grupo experimental tuvieron una puntuación más alta que los niños del grupo de control en las actividades donde se requería de habilidades motoras visuales, concluyendo así la importancia del uso de los videojuegos para el desarrollo de estas habilidades en niños con discapacidad auditiva.

En 2016, el investigador Caleb Conner [56] propone la construcción de un sistema interactivo del uso del Kinect que puede ayudar a los niños a hacer una buena postura de su cuerpo antes de realizar algún tipo de ejercicios, por ejemplo como las sentadillas. El piloto demostró que el niño pueda realizar el ejercicio correctamente y corregir su postura, mientras juega siguiendo las instrucciones del sistema.

Finalmente en 2016, Fengyuan Zhu y su equipo construyeron BoomChaCha [57], juego de colaboración que involucra objetos tangibles que permiten interactuar con los elementos digitales, todo ello enmarcado en un juego de roles sobre caballeros y monstruos. Los niños a través de este juego pueden desarrollar su expresión y movimientos del cuerpo mientras juega con sus compañeros de equipo luchando contra diferentes enemigos agitando sus armas siguiendo los tiempos y ritmos que requiere el juego para sincronizar los ataques durante el combate.



**Fig. 2.** Interfaz BoomChaCha de Fengyuan Zhu et. al [57].

En la tabla 1 se muestra como cada uno de estas contribuciones impacta a cada una de las habilidades motoras fundamentales.

**Tabla 1.** Distribución de contribuciones de acuerdo a la habilidad motora fundamental.

Habilidades motoras fundamentales		
Coordinación	Equilibrio	Postura
	[51]	
	[52]	
	[53]	
	[54]	
[55]		
		[56]
	[57]	

Durante las actividades con las habilidades motoras perceptivas, se pretende que el niño con discapacidad auditiva se puede desarrollar una sensación de espacio, tiempo y ritmo. Para ello, los sistemas interactivos dirigidos a estos niños deben cumplir con estas características las cuales deben desarrollarse durante la interacción con el niño.

A pesar de realizar la búsqueda teniendo en cuenta la habilidad perceptiva se encontró que esta área de la psicomotricidad es muy poco explorada y además existen pocas contribuciones. A continuación se enlistan las contribuciones encontradas:

En el 2009 Juho Jouhtimäki y su equipo [58] desarrollaron un juego llamado “The Brave Little Troll”, cuyo objetivo es apoyar a los niños sordos en la adquisición de patrones de ritmo que le ayudarán más adelante el desarrollo del lenguaje.



**Fig. 3.** Interfaz The Brave Little Troll de Juho Jouhtimäki et. al [58].



La autora Maria Carmela Sogono [59] propuso en 2013 el diseño de un juego electrónico que permitía que los niños con problemas de audición, por ejemplo los niños que tienen sólo un oído funcional, el poder desarrollar la habilidad de localización de los sonidos en un espacio a través de un juego electrónico. El resultado de la contribución de la autora fueron unas plantillas para el diseño de este tipo de juegos multisensoriales.

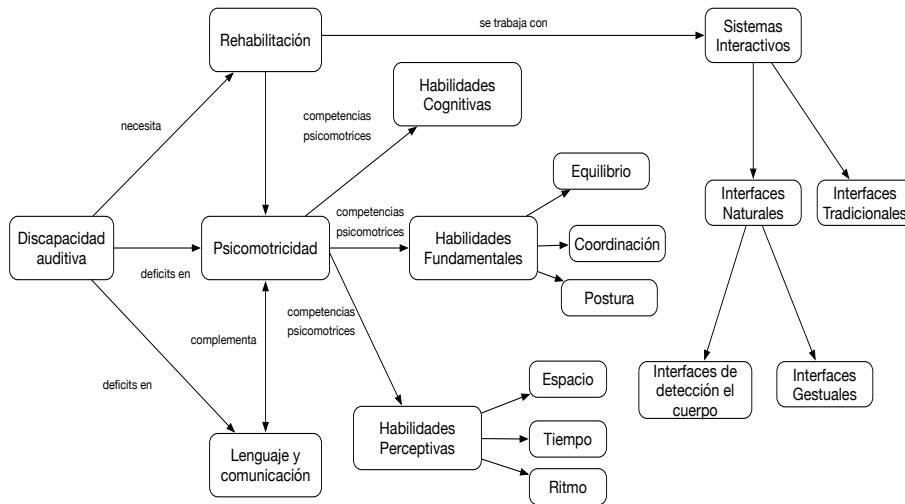
Por último, los niños con problemas de audición también tienen problemas para entender conceptos abstractos como el tiempo, en el 2016, Vikramāditya y su equipo [60] propusieron un proyecto para ayudar a los niños con problemas de aprendizaje a comprender mejor el concepto del tiempo. El proyecto llamado Saathi es un reloj inteligente que en lugar de mostrar la hora en la forma tradicional, usa diferentes representaciones de las actividades que los niños desempeñan en su vida diaria, lo que ayuda a entender fácilmente el concepto del tiempo.

En la tabla 2 se observa la distribución de estas contribuciones de acuerdo a la habilidad perceptiva que impactan.

**Tabla 2.** Distribución de contribuciones de acuerdo a la habilidad motora perceptiva.

<b>Habilidad Motora Perceptiva</b>		
<b>Espacial</b>	<b>Temporal</b>	<b>Ritmo</b>
		[58]
[59]		
	[60]	

Finalmente, es claro que la discapacidad auditiva posee problemas no solo en el área del lenguaje y la comunicación, también existen los problemas de psicomotricidad, en donde es necesario la rehabilitación para poder desarrollar las diferentes competencias de forma normal en el niño sordo, actualmente estas intervenciones de rehabilitación están trabajadas con el uso de las tecnologías y los sistemas interactivos lo que permite que la sesión se enriquezca y motive al niño a realizar las actividades de forma divertida sin pensar en su condición.



**Fig. 4.** Modelo conceptual de la psicomotricidad en la discapacidad auditiva y los sistemas interactivos.

En la figura 4, se puede apreciar los diferentes componentes y elementos que hacen parte de la problemática y de los campos en los que se pueden ofrecer algunas soluciones a través del uso de sistemas interactivos.

## 4 Conclusiones

En este documento se pudo apreciar como la psicomotricidad en los niños es un eje importante en su desarrollo. Cuando se presenta algún tipo de trastorno, estos procesos de desarrollo se ven afectados enormemente en comparación con los de un individuo normal. Además se pudo apreciar que la psicomotricidad no sólo se encarga del desarrollo del cuerpo y sus movimientos, también es de gran importancia los procesos mentales que influyen o impactan las acciones y el desempeño de los movimientos del cuerpo humano.

Los niños con discapacidad auditiva además de tener dificultades en las habilidades de comunicación y lenguaje, también tienen déficit en sus habilidades psicomotoras que son importantes para el desarrollo normal de sus emociones, acciones y actividades sociales.

Durante el análisis de los procesos de psicomotricidad, evidenciamos que estos pueden dividirse en diferentes competencias, y encontramos que las habilidades que poseen un déficit mayor en los niños con discapacidad auditiva son las habilidades motoras fundamentales, en donde se tienen el equilibrio, coordinación y la postura, elementos importantes para el desarrollo corporal del niño, y las habilidades motoras

perceptivas en donde se ven involucrados el razonamiento espacial, el tiempo y el ritmo.

Además durante la investigación sobre las diferentes contribuciones de sistemas interactivos y juegos serios encontramos que realmente son pocos los estudios y avances tecnológicos que realmente apoyen los procesos del desarrollo psicomotor de los niños con discapacidad auditiva, especialmente cuando se abordan los temas relacionados con las habilidades motoras perceptuales, en donde se ve claramente una carencia de propuestas hacia el enriquecimiento de los procesos de desarrollo en los niños sordos a través de la tecnología.

Finalmente en este documento se quiere brindar un espacio de reflexión, en donde el lector reconozca los problemas adicionales que poseen los niños con discapacidad y ofrecer un punto de partida para unir esfuerzos y enriquecer las terapias y los procesos de rehabilitación con el uso de las tecnologías y sistemas interactivos. Esta revisión muestra que hay una falta de propuestas de instrumentos y de apoyo a estos niños durante sus sesiones terapéuticas, por lo tanto esto nos anima a participar activamente en la generación de sistemas interactivos que respondan a las necesidades del desarrollo psicomotor de los niños con discapacidad auditiva ofreciendo un contexto motivador y atractivo a través de la tecnología para su pleno desarrollo.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen el apoyo de la red PRODEP Sistemas Interactivos para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes y de los especialistas del centro de Rehabilitación Neuropsicológica CERENE por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

## Referencias

1. Organización mundial de la salud. Banco Mundial. Resumen, Informe Mundial Sobre La Discapacidad. [En línea]. <<http://goo.gl/pGAAr0>> [Consultado Agosto 10 de 2016].
2. Juárez, E. Y Mazariegos, R. 2003, "La importancia del diseño gráfico en la elaboración de material didáctico para niños con discapacidad auditiva en la ciudad de Puebla".
3. Sánchez, S. 2003, Guía para la atención educativa a los alumnos y alumnas con discapacidad auditiva. Orientación Educativa y Solidaridad.
4. National Deaf Children's Society 2015. Supporting the achievement of hearing impaired children in early years settings. Appendix I: Types and levels of deafness. [www.ndcs.org](http://www.ndcs.org).
5. Gheysen, F. et al. 2008. Motor development of deaf children with and without cochlear implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*. 13, 2 (2008), 215–224.
6. Melo, R. de S. et al. 2015. Postural control assessment in students with normal hearing and sensorineural hearing loss. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 81, 4 (2015), 431–438
7. Rajendran, V. and Roy, F.G. 2011. An overview of motor skill performance and balance in hearing impaired children. *Italian journal of pediatrics*. 37, 1 (2011), 33.

8. Wieggersma, P.H. and Velde, A. Vander 1983. Motor development of deaf children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 24, 1 (1983), 103–111.
9. European Forum of Psychomotricity 2012. Psychomotrician Professional Competences In Europe.
10. Martín, R. Z, Ferrer, M. C., Hernández, N. R., Pérez, T. A. 2015, “Diseño para todos en juegos, juguetes y videojuegos,” Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e igualdad. Gobierno de España, Tech. Rep.
11. Reynoso, D. A. 2007, “Desarrollo psicomotor del niño sordo de 6 a 12 años, Universidad de San Marcos de Guatemala, Tech. Rep.
12. Muneer, R., Saxena, T., Karanth, P. 2015, Virtual Reality Games as an Intervention for Children: A Pilot Study.
13. Lohse, K., Shirzad, N., Verster, A, Hodges, N., Machiel Van der Loos, H. F. 2013, Video Games and Rehabilitation: Using Design Principles to Enhance Engagement in Physical Therapy.
14. Mascio, T., Gennari, R., Melonio, A., Vittorini, P. 2013, Designing games for deaf children: first guidelines.
15. Cano, S., Peñeñory, V., Collazos, C. A., Fardoun, H. M., Alghazzawi, D. M. 2015, “Training with phonak: Serious game as support in auditory verbal therapy for children with cochlear implants,” Rehab 2015.
16. Martins, T., Araújo, M., Carvalho, V. 2014, “Physiovinci – a first approach on a physical rehabilitation game,” 5th International Conference, SGDA2014.
17. Torrente, J., del Blanco, A., Moreno-Ger, P., Fernandez-Manjon, B. 2012, “Designing serious games for adult students with cognitive disabilities,” ICONIP 2012, Part IV. LNCS, vol. 7666, pp. 603–610.
18. Marques, R., Madeiras, J., Oliveira, M. 2014, “Using serious games for cognitive disabilities,” 5th International Conference, SGDA 2014.
19. Lanyi, C., Brown, D. 2010, “Design of serious games for students with intellectual disability.” Proceedings of the 2010 International Conference on Interaction Design International Development.
20. Martins, T., Carvalho, V., Soares, F., Moreira, M. 2011, “Serious game as a tool to intellectual disabilities therapy: Total challenge,” 2011 IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH).
21. Lopez, M. 2011, Elaboración y aplicación de un manual para fortalecer el desarrollo psicomotriz de los niños de 2 a 5 años - Tesis Facultad de ciencias humanas y de la Educación, Universidad Politecnica Salesiana.
22. Ávila, L., Guadalupe, M., La psicomotricidad en su relación con el aprendizaje en los alumnos de segundo grado de preescolar. – Universidad pedagógica nacional- Unidad 094 D.F. Centro.
23. Gheysen, F. et al. 2008. Motor development of deaf children with and without cochlear implants. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*. 13, 2 (2008), 215–224.
24. Fellingner, M.J. et al. 2015. Motor performance and correlates of mental health in children who are deaf or hard of hearing. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 57, 10 (2015), 942–947.
25. Maes, L. et al. 2014. Association Between Vestibular Function and Motor Performance in Hearing-impaired Children. *Otology & Neurotology*. 35, 10 (2014).

26. Suarez, H. et al. 2007. Balance sensory organization in children with profound hearing loss and cochlear implants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 71, 4 (2007), 629–637.
27. Bernard-Demanze, L. et al. 2014. Static and dynamic posture control in postlingual cochlear implanted patients: effects of dual-tasking, visual and auditory inputs suppression. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. 7, January (2014), 111.
28. Monteiro de Sousa, A.M. et al. 2012. Postural control in children with typical development and children with profound hearing loss. (2012), 433–439.
29. De kegel, A. et al. 2015. Examining the Impact of Cochlear Implantation on the Early Gross Motor Development of Children With a Hearing Loss. *Ear & Hearing*:. 36, 3 (2015), e113–e121.
30. Savelsbergh, G. et al. 1991. Auditory perception and the control of spatially coordinated action of deaf and hearing impaired children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. 32 (1991), 789–500.
31. Lévesque, J. et al. 2014. Reduced procedural motor learning in deaf individuals. *Frontiers in Human Neuroscience*. 8, May (2014), 343.
32. Horn, D.L. et al. 2008. Visual-Motor Integration Skills of Prelingually Deaf Children: Implications for Pediatric Cochlear Implantation. *Sciences-New York*. 117, 11 (2008), 2017–2025.
33. Chen, Q. et al. 2010. Altered spatial distribution of visual attention in near and far space after early deafness. *Neuropsychologia*. 48, 9 (2010), 2693–2698.
34. Proksch, J. and Bavelier, D. 2002. Changes in the spatial distribution of visual attention after early deafness. *Journal of cognitive neuroscience*. 14, 5 (2002), 687–701.
35. Cattani, A. and Clibbens, J. 2005. Atypical lateralization of memory for location: Effects of deafness and sign language use. *Brain and Cognition*. 58, 2 (2005), 226–239.
36. Zhang, M. et al. 2014. Interaction between allocentric and egocentric reference frames in deaf and hearing populations. *Neuropsychologia*. 54, 1 (2014), 68–76.
37. Cai, Y. et al. 2015. Auditory spatial discrimination and the mismatch negativity response in hearing-impaired individuals. *PLoS ONE*. 10, 8 (2015), 1–18.
38. Cattaneo, Z. et al. 2014. Auditory deprivation affects biases of visuospatial attention as measured by line bisection. *Experimental Brain Research*. 232, 9 (2014), 2767–2773.
39. Gentner, D. et al. 2013. Spatial language facilitates spatial cognition: Evidence from children who lack language input. *Cognition*. 127, 3 (2013), 318–330.
40. Conway, C.M. et al. 2009. The importance of sound for cognitive sequencing: The auditory scaffolding hypothesis. *Current Directions in Psychological Science*. 18, 5 (2009), 275–279.
41. Nava, E. et al. 2008. Visual temporal order judgment in profoundly deaf individuals. *Experimental Brain Research*. 190 (2008), 179–188.
42. Arnold, P. and Mills, M. 2001. Memory for faces, shoes and objects by deaf and hearing signers and hearing non-signers. *Journal of Psycholinguistic Research*. 30, 2 (2001), 185–195.
43. Moore, B.C.J. 2008. The role of temporal fine structure processing in pitch perception, masking, and speech perception for normal-hearing and hearing-impaired people. *JARO - Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 9, 4 (2008), 399–406.

44. Colin, C. et al. 2013. Phonological processing of rhyme in spoken language and location in sign language by deaf and hearing participants: A neurophysiological study. *Neurophysiologie Clinique*. 43, 3 (2013), 151–160.
45. Sawyer, B., Rejeski D. 2002, "Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation," Woodrow Wilson International Center for Scholars.
46. Michael, D., Chen S. 2004, "Serious games: Games that educate, train, and inform," *Course Technology PTR*.
47. Ulicsak, M., Wright, M. 2010, "Games in education: Serious games," *Futurelab, Tech. Rep.*, 2010. M. Ulicsak and M. Wright, "Games in education: Serious games," *Futurelab, Tech. Rep.*
48. Barab, S., Ingram-Goble, A., Gresalfi, M., Arici, A., Siyahhan, S., Dodge, T., Hay, K. 2008, "Conceptual play spaces and the quest atlantis project,".
49. Marcano, B. 2008, *Juegos serios y entretenimiento en la sociedad digital*, *Revista electrónica teoría de la educación*, Vol 9 No 3.
50. Juul, J. 2003, *The game, the player, the world: looking for a heart of games*. In C. Marinka, R. Joost (Eds.), *Level Up Conference Proceedings: Proceedings Games Research Association Conference Utrecht: University of Utrecht*, pages 30–45.
51. Iversen, O., & Kortbek, K. (2007). Stepstone: an interactive floor application for hearing impaired children with a cochlear implant. *Proceedings of the 6th International Conference on Interaction Design and Children*, 117–124. <http://doi.org/10.1145/1297277.1297301>
52. Wille, D., Eng, K., Holper, L., Chevri er, E., Hauser, Y., Kiper, D., Meyer-Heim, A. (2009). Virtual reality-based paediatric interactive therapy system (PITS) for improvement of arm and hand function in children with motor impairment—a pilot study. *Developmental Neurorehabilitation*, 12(1), 44–52. <http://doi.org/10.1080/17518420902773117>
53. Marnik, J., Samolej, S., Kapu sciński, T., Oszust, M., & Wysocki, M. (2012). Using computer graphics, vision and gesture recognition tools for building interactive systems supporting therapy of children. *Advances in Intelligent and Soft Computing*, 98, 539–553. [http://doi.org/10.1007/978-3-642-23187-2\\_34](http://doi.org/10.1007/978-3-642-23187-2_34)
54. Egusa, R., Wada, K., & Namatame, M. (2012). Development of an Interactive Puppet Show System for the Hearing-Impaired People. *CONTENT 2012, The ...*, (c), 69–71. Retrieved from [http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=content\\_2012\\_4\\_20\\_60035](http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=content_2012_4_20_60035)
55. Radovanovic, V. (2013). The influence of computer games on visual-motor integration in profoundly deaf children. *British Journal of Special Education*, 40(4), 182–188. <http://doi.org/10.1111/1467-8578.12042>
56. Conner, C. (2016). Correcting Exercise Form Using Body Tracking. *CHI Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 3028–3034.
57. Zhu, F., Sun, W., Zhang, C., & Ricks, R. (2016). BoomChaCha. *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI EA '16*, 184–187. <http://doi.org/10.1145/2851581.2890368>
58. Jouhtim aki, J., Kitunen, S., Plaisted, M., & Rain o, P. (2009). The Brave Little Troll – A Rhythmic Game for Deaf and Hard of Hearing Children, 60558. <http://doi.org/10.1145/1621841.1621880>

59. Sogono, M. C., & Richards, D. (2013). A design template for multisensory and multimodal games to train and test children for sound localisation acuity. Proceedings of The 9th Australasian Conference on Interactive Entertainment Matters of Life and Death - IE '13, 1–10. <http://doi.org/10.1145/2513002.2513005>.
60. Aditya, V., Dhenki, S., Amarvaj, L., Karale, A., & Singh, H. (2016). Saathi: Making It Easier for Children with Learning Disabilities to Understand the Concept of Time. Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 56–61. <http://doi.org/10.1145/2851581.2890637>.

**Modulo III: Modelos de desarrollo de software para la  
discapacidad**

---





## Guía de desarrollo de aplicaciones móviles orientadas a personas sordas

Omar Ameca-Alducin<sup>1</sup>, José Rafael Rojano-Cáceres<sup>1</sup>, Genaro Rebolledo Méndez<sup>1</sup>,  
Edgar Benitez Guerrero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estadística e Informática  
Universidad Veracruzana Xalapa, México

ocristam@gmail.com, {rojano, grebolledo, ebenitez}@uv.mx

**Resumen.** En este capítulo se plantea una guía de desarrollo de aplicaciones móviles bajo un enfoque de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), así como también como afecta a la experiencia de usuario (UX). Los usuarios sobre los cuales se centra la guía son personas Sordas que hacen uso de la Lengua de Señas Mexicana (LSM) como medio de comunicación principal. Para esta guía se considera de vital importancia conocer las necesidades del usuario así como poder medir la satisfacción obtenida a partir del resultado desarrollado. La interfaz desarrollada consiste en tomar en cuenta aspectos viso-espaciales de la LSM, así como también imágenes e íconos que apoyen a mejorar la interacción y la experiencia del usuario sordo. La guía propuesta se pone en práctica a través de un caso de estudio de un sistema móvil de LSM a español dentro del escenario particular de una de cafetería, donde un usuario sordo hace un pedido de alimentos a través de la aplicación móvil y cuyos resultados se validan tanto cualitativamente como cuantitativamente para establecer el éxito del DCU, que para este caso resulta ser exitoso en una tasa de más del 80% de aceptación, encontrando además que el estudio orientado a tareas concluyó que el 100% de los usuarios sordos fueron capaces de completar las mismas.

### 1 Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) la discapacidad está presente en todo el mundo constituyendo un 15% de la población mundial [1], lo cual es más de mil millones de personas. En particular, los problemas asociados con la deficiencia auditiva representan una discapacidad que se encuentra en más de 360 millones de personas. Debido a su condición genera una barrera importante en la comunicación entre las personas, sin embargo, esta barrera puede disminuir gracias al empleo de la Lengua de Señas (LS). La LS consiste en una sucesión de signos gestuales generados con las manos, cuerpo, rostro, provista de una gramática y lingüística

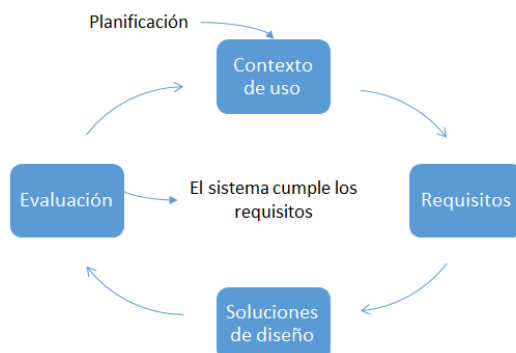
particular [2]. Por tanto, para desarrollar aplicaciones que sean útiles para las personas sordas se debe considerar que estas estén provistas de elementos visuales como imágenes, videos y animaciones, y en el caso particular de México proveerlas de menos texto dado el alto grado de analfabetismo en dicha población ya que aproximadamente solo el 20% de la misma asiste a la escuela [3]. Por otro lado, la gran mayoría de aplicaciones presentan información de forma textual [4], lo que dificulta al usuario sordo su entendimiento ya que existe una estrecha relación entre el lenguaje oral y el aprendizaje de la lectura y escritura [5], [6]. De esta forma las aplicaciones con información textual tienden a ser menos accesibles para el usuario sordo que no haya adquirido el lenguaje escrito. Por tanto es necesario desarrollar aplicaciones móviles y de escritorio basadas en un ambiente visual que contemple iconos [7], mensajes, instrucciones y ayuda en lengua de señas. De esta forma la persona sorda podrá acceder y entender el contenido del software para tener una mejor interacción.

En este capítulo se propone un enfoque sistemático a manera de guía para desarrollar aplicaciones móviles interactivas para personas sordas, basado en un Diseño Centrado en el usuario (DCU) y considerando a la Experiencia de Usuario (por sus siglas en inglés User Experience UX), los cuales dan especial importancia al usuario sordo, incluyéndolo en todas las etapas del diseño y con ello garantizar la satisfacción plena en la interacción y el uso [8].

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) presentado por Norman y Draper [9] describe como parte fundamental al usuario durante todo el proceso de diseño éste tiene como resultado cumplir con los requerimientos y necesidades de dicho usuario teniendo una implicación substancial en lo que se conoce como mejora en la “experiencia de usuario” (UX) [10]. Así mismo UX es parte fundamental del DCU ya que permite tener mayor aceptación y fidelidad por parte del usuario creando experiencias más gratas y eficientes [8]. En este sentido, León [11], propone una metodología basada en los principios de UX y que consta de cuatro elementos fundamentales para su comprensión:

- **Etapas.** Responden al tiempo transcurrido ¿cuándo?
- **Tareas.** Responden al proceso ¿qué?
- **Técnicas.** Responden a lo que se hace para lograr los procesos y tarea ¿cómo?
- **Herramientas.** Responden a qué se usa para aplicar las técnicas ¿con qué?

De esta forma, Hassan-Montero en [12] describe el proceso de DCU como una serie cíclica de etapas como se muestran a continuación en la **Fig. 1**.



**Fig. 1.** Proceso iterativo para el Diseño Centrado en el Usuario.

**Tabla 1.** Ventajas y desventajas del DCU.

Ventajas	Desventajas
Aplicaciones más efectivas, eficientes y de mayor satisfacción hacia el usuario.	El diseño es más costoso y requiere más recursos.
Asistencia y manejo de la experiencia del usuario, esto hace que exista un nivel mayor de satisfacción de las aplicaciones.	Requiere de mayor número de personas involucradas en el diseño (diseñadores, expertos en usabilidad) y muchos usuarios.
Los usuarios forman parte del diseño y desarrollo de la aplicación.	El tiempo en realizar la aplicación es mucho mayor.
El software requiere menos rediseño y se integra al ambiente rápidamente.	Existe mayor dificultad en trasladar los tipos de datos en el diseño.
El diseño colaborativo genera más soluciones creativas para la realización del software	El producto es más específico y tal vez no sea transferible a otros usuarios; Esto sería mucho más costoso

El enfoque de la interacción del usuario sordo en esta propuesta será medido en cada etapa de desarrollo de la aplicación. Finalmente, para probar la guía se ha desarrollado un caso de estudio basado en un escenario [3] particular donde una persona sorda interactúa a través de una aplicación móvil en una situación cotidiana denominada como “escenario cafetería”, interactuando así para realizar un pedido de alimentos con el apoyo de dicha aplicación móvil.

## 2 Trabajos relacionados

Cuando se proponen aplicaciones para la interacción con personas sordas generalmente se piensa en sistemas capaces de realizar una traducción de los gestos o señas mediante avanzadas técnicas computacionales como es el caso de [14] donde se propone el desarrollo de una aplicación para facilitar la comunicación e interacción de personas sordas con oyentes, usando una metodología propia que hace referencia a la adquisición de imagen y su tratamiento a través de técnicas de visión artificial para el reconocimiento de señales de Lengua de Señas Colombiana (LSC). De forma similar en [15] los autores plantean una aplicación que traduce explicaciones oficiales a lengua de signos Española (LSE) para las personas sordo-mudas. Sin embargo en tales propuestas no siempre se toma en cuenta la participación del usuario y no se contempla la validación de los contenidos, ni el medio de comunicación empleado por parte de los desarrolladores para hacer el intercambio de requerimientos con los usuarios. Sólo se concentra el trabajo en la traducción de señas siendo la persona sorda una fuente de adquisición de datos.

Pero también es cierto que existen otro tipo de propuestas que toman en consideración al usuario tal y como lo plantea López Ludeña en [16] donde propone una adaptación de la metodología de diseño participativo enfocada en la norma ISO 9241-210 [17] en Lengua de Signos Española (LSE). Esta metodología consta de 4 fases:

1. **Análisis de requerimientos.** Se contempla la participación de expertos y personas sordas para definir los requerimientos de usuario y los requerimientos técnicos.
2. **Recolección de datos.** Considera la selección del escenario, la definición de oraciones en Español, la traducción de oraciones a Lengua de Señas, y la grabación del video.
3. **Adaptación de la tecnología.** En esta etapa se definen diversos pasos como el diseño de la interfaz, la definición del sistema de traducción y el mecanismo de traducción de texto a voz, así como su contraparte de voz a lengua de señas.
4. **Evaluación.** Contempla la evaluación del diseño, su uso, y el análisis de los resultados.

La metodología mencionada anteriormente tiene como punto involucrar la participación del usuario en varias etapas del diseño, sin embargo, el usuario también debe validar los contenidos y dar su aprobación. En la siguiente **Tabla 2** se muestra una comparativa de los trabajos relacionados con la propuesta, las diferencias de cada atributo y las semejanzas entre los mismos.

**Tabla 2.** Comparativa de trabajos relacionados diferencias y semejanzas.

		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	<b>Propuesta</b>	[15]	[14]	[16]
	SEÑA	LSE	LSC	LSE
	Móviles	√		
	Contexto	√	√	√
	Lenguaje Natural	√	√	√
	Sordo-Oyente	√	√	√
	DCU	√		√
	Interprete gramatical	√		
	Escenarios	√	√	√
	Validación usuario	√		

En la tabla anterior se puede apreciar que el trabajo de [16] tiene varias similitudes en cuanto al manejo de escenarios, diseño centrado en el usuario con la propuesta, sin embargo, lo que las diferencia es que la propuesta está basada en móviles, ya que en un escenario de implantación real es importante la movilidad de los equipos para su utilización. Otra diferencia es que en la propuesta el usuario valida el contenido, ya que existen diferentes representaciones de un vocablo en la lengua de señas y eso depende de la región y/o país, además que la propuesta está basada en Lengua de Señas Mexicana (LSM). Así como también es importante la comunicación de los diseñadores con los usuarios la propuesta contempla un intérprete certificado y experto en Lengua de Señas para fungir con la función de mediador entre la comunicación en todas las etapas del diseño.

### 3 Propuesta de guía de desarrollo

Considerando los diversos enfoques planteados en la sección anterior, se puede suponer que en el desarrollo de algunas aplicaciones orientadas a la interacción de personas sordas está siempre presente la intención de realizar una interpretación de la lengua natural de dicha comunidad hacia el español o lengua de cada país. Por otro lado, también se debe considerar que no siempre en todos los procesos interviene el usuario final en la misma medida, por ello en esta sección retomando elementos pertenecientes al DCU, la UX, la adaptabilidad y el contexto se presenta la propuesta de desarrollo en función de personas sordas. Al final se presenta un estudio empírico acerca del resultado de dicha implantación desde el punto de vista de evaluación del producto y su UX.

En primer término es necesario decir que para desarrollar un sistema que apoye en lo general a la interacción de personas con discapacidad se deben contemplar diversos elementos tales como a) la tecnología, que será en su caso el medio aumentativo de los sentidos, b) las técnicas computacionales, las cuales bien pueden brindar respuestas inteligentes o bien proveer de motores de interacción adecuados al contexto, c) los

corpus de datos, que en el caso particular de las personas sordas pueden ser grupos de videos con lengua de señas, d) las validaciones por parte de los usuarios, que proveen retroalimentación al desarrollador sobre los aciertos de la propuesta, y finalmente se debe perfilar las características del usuario final.

Así, estos elementos deben ser considerados como parte de un proceso sistemático y ordenado que permita su adecuada integración al problema a resolver.

La UX se utiliza para mejorar la satisfacción del usuario sordo en relación al software, mejorando la usabilidad, accesibilidad e interacción [18]. Es importante mencionar que en cada etapa debe estar presente un intérprete de LS, esto es, para los usuarios sordos que aporten ideas en cada etapa y sea de mayor entendimiento tal y como se describe en [3], [19].

La propuesta consta de 5 fases como se muestra en la **Fig. 2**, y cada una de sus fases se describe en las posteriores secciones. Dicho proceso se fundamenta en las etapas antes descritas para el DCU.



**Fig. 2.** Etapas de propuesta de guía para el desarrollo de software para personas sordas.

### 3.1 Necesidades del Usuario

Como se dijo, un punto fundamental es valorar y conocer los requerimientos de los usuarios finales, además de sus características físicas y psicológicas. A partir de la comprensión de las necesidades del usuario se puede definir adecuadamente el contexto al que va dirigido y el impacto que en dicho contexto puede tener una aplicación desarrollada. Por tanto, los requerimientos son planteados a través de las necesidades reales mismas que pueden ser estudiadas mediante técnicas de observación con el usuario de interés particular. En este caso específico el estudio se centra en las personas sordas.

Para ello, antes que nada hay que decir que al interactuar con una determinada población ésta puede ser más o menos accesible al investigador. En el caso particular de las personas sordas es necesario mencionar que generalmente forman una

comunidad aislada por el uso de la LS, la cual como se definió en la introducción es un medio de comunicación que emplea las manos, los gestos y la expresión corporal para transmitir una idea. También cabe resaltar que la LS es única para cada país, y que aunque puedan existir similitudes, incluso en el mismo país se pueden encontrar variaciones para una misma palabra como ocurre en muchas lenguas orales.

Así, con base en estas observaciones se define el objetivo para el diseño de aplicaciones que faciliten la interacción entre las personas sordas y las oyentes con base en escenarios particulares [3],[19],[20] a través de los cuales se pueda favorecer la inclusión y la interacción de personas sordas con personas oyentes.

### **3.2 Requerimientos**

En esta etapa se definen los requerimientos de la aplicación móvil, así mismo, se obtiene la mayor cantidad de información posible para realizar este proyecto como es: los actores que intervienen, los usuarios, tecnología a utilizar, el contexto de uso, escenarios y contenidos [21]. La forma de recabar la información es por medio de cuestionarios, entrevistas, estudios etnográficos e investigación.

Para el caso de los usuarios sordos su forma de comunicación es la LS y por tanto es necesario tener presente a un intérprete de LS, ya que la comunicación debe ser clara y precisa para conjuntar los requerimientos de este usuario particular.

Además los cuestionarios realizados para el levantamiento de requerimientos en las personas sordas deben ser transformados a LS, en video o directamente del intérprete para ser contestados.

### **3.3 Diseño de datos contextual**

En esta etapa se describe la información digital utilizada y proporcionada en los requerimientos de los usuarios, contexto, la tecnología y contenidos. Por la forma en que el usuario sordo percibe y comprende la información se deben generar datos como: imágenes, videos, íconos representativos, BD de palabras y texto en lengua de señas [22]. Es importante mencionar que debido a la condición propia del usuario sordo y su entorno se requiere de mayor tiempo para recabar esta información digital, esto es, a causa de que algunos contenidos (palabras, textos) no tienen su representación en lengua de señas o son mencionados de manera diferente y no existe una unificación [23].

Los corpus de videos son parte fundamental para el entendimiento de las señas por ello estos deben ser validados por personas sordas. Lo anterior se debe a que existen diferentes formas de realizar una seña para algún vocablo determinado. Los videos poseen características específicas que los hacen de especial atención, esto se debe a que las personas sordas tienen más desarrollado el aspecto visual por ser parte de su comunicación y esto repercute en lo que ven.

Se recomienda que las señas sean grabadas con buena calidad de video y siguiendo con cierta estructura como la que se muestran a continuación en la **Tabla 3**, donde se



proporciona una comparativa en base a diversos autores sobre la realización de los videos de lengua de señas en aspecto escénico y vestimenta de los signantes o señantes.

**Tabla 3.** Color de fondo y vestimenta utilizadas para la generación de contenidos en LS.

<b>Autor</b>	<b>Tipo</b>	<b>Color de fondo</b>	<b>Vestimenta</b>
DIELSEME LSM 2004 [24]	Íconos y videos	Blanco	Camisa blanca, manga larga
LSM tesis lingüística 2008 [25]	Video	Blanco	Camisa negra, manga corta.
Signobulario LSE [26]	Videos	Azul	Camisa negra, manga $\frac{3}{4}$

De los trabajos mencionados anteriormente, se destaca para el fondo la recomendación en tono blanco y el azul. El fondo blanco por la representación del color da un mayor realce y contraste a las figuras y a su vez, el fondo azul empleado por Signobulario LSE, justifican su uso debido a que el azul es un color de paz y serenidad dando realce a las tomas [27].

En cuanto a la vestimenta se destaca el uso del color negro, ya que debido a los contrastes de piel (test claro) de los signantes se puede apreciar mejor en las tomas de video. El tamaño de la manga de la camisa o blusa es recomendable que sea corta o  $\frac{3}{4}$ , esto se debe a que algunas señas emplean el antebrazo y se requiere de visibilidad del mismo. Signobulario [26] recomiendan el uso de manga  $\frac{3}{4}$  ya que es invariante a las temporadas, se puede usar en temporada de altas y bajas temperaturas.

### 3.4 Diseño de prototipos

Aquí se plasman los datos recabados en las etapas anteriores, se contempla la arquitectura, el sistema operativo, el uso de patrones de diseño [28], la integración a la tecnología de adaptación para personas sordas, las técnicas de traducción empleadas y se define la forma de interacción entre el usuario y el sistema. Existe retroalimentación entre el usuario sordo y el diseñador, a través del interprete para que la aplicación sea lo más familiar al usuario. Para ello, se generan prototipos que son mostrados al usuario para verificar su funcionamiento y así poder adecuarlo a las necesidades y requerimientos planteados en los puntos anteriores.

### 3.5 Evaluación

Se evalúa el prototipo realizando pruebas con los usuarios sordos. Así se determina si los objetivos y metas planteadas fueron resueltas con las necesidades de los usuarios [29]. Se prueba el prototipo en robustez, usabilidad y satisfacción del usuario.

## 4 Caso de estudio

El caso de estudio es desarrollado a partir de la guía anteriormente descrita, en donde participan para el desarrollo 4 usuarios sordos y un intérprete quienes pertenecen a la Asociación de Sordos DIES de la ciudad de Xalapa, Veracruz. Dichos usuarios participaron en diseño y elaboración de un prototipo móvil funcional, estando de manera activa en cada etapa aportando significativamente en el diseño. Se estableció un protocolo de comunicación en el cual es: Diseñador-Interprete-Sordo, esto es, para entablar una comunicación efectiva entre el usuario sordo y el diseñador pasando siempre el mensaje a través del interprete.

### 4.1 Necesidades de los usuarios

Para iniciar nuestro estudio se parte con la anécdota del Dr. Rojano, responsable de la investigación con personas sordas:

**Las primeras interacciones ocurren en una cafetería.** En dicho escenario el investigador percibe cómo las personas sordas interactúan para solicitar alimentos, y con ello se observa que 1) ningún asistente sordo está oralizado<sup>5</sup>, por lo cual no pueden transmitir las solicitudes en forma verbal al mesero, 2) al parecer la lectura del menú no es viable para todos, así que algunos leen y traducen al resto, 3) la solicitud de alimentos se hace por señalamiento a la carta, 4) no existen mayores interacciones entre el mesero y las personas sordas sobre variaciones no estipuladas en la carta o peticiones particulares tales como leche desnatada, sin azúcar, etc.

Así, a través de la observación se identificó que una persona sorda tiene dificultad para pedir alimentos en una cafetería, esto lleva que la persona sorda tarde más tiempo en ordenar alimento o su orden de alimentos no sea la que pidió. Los tipos de usuarios que intervienen en la interacción son sordos y oyentes. La **Tabla 4** muestra las características físicas y psicológicas que tiene cada uno de estos usuarios:

---

<sup>5</sup> El término oralizado se refiere a aquellas personas con deficiencias auditivas a los cuales se les ha entrenado para poder hablar a pesar de ser hipoacúsicos o bien sordos.

**Tabla 4.** Características físicas de los usuarios que intervienen en el caso de estudio.

Usuarios	Sordo	Oyente
Discapacidad	Sordera	Ninguna
Escritura	No	Si
Escritura	No	Si
Manejo de tecnología	Escasa/nula	Si
Edad	10-99 años	10-99 años
Género	Masculino-femenino	Masculino-femenino

El contexto es el de una cafetería en la ciudad de Xalapa, Veracruz, así como las señas son regionales de la ciudad. Los alimentos son típicos de la región y dados de manera particular en las señas.

#### 4.2 Requerimientos

Se definió el escenario de cafetería de manera conjunta con los usuarios sordos, donde se abordan todas las posibles situaciones a las que se enfrentan para hacer un pedido de alimentos.

En cuanto a la tecnología se definió utilizar tecnología móvil, esto se debe a que esta tecnología ya se encuentra disponible a un sin número de usuarios, y además aporta movilidad a los usuarios para estar disponible en cualquier cafetería.

El software de desarrollo a utilizar es Android, esto se debe a que más del 50% de los dispositivos móviles en el mundo usan este sistema operativo [30]. Otra tecnología a utilizar es Text-to-Speech (TTS) de la empresa Google en el cual traslada el texto a voz sonora [31], para que el usuario oyente escuche en voz la selección del usuario sordo.

Se requiere de un servidor Web en el cual se almacenen los datos digitalizados como imágenes, textos, Videos.

#### 4.3 Diseño de datos contextual

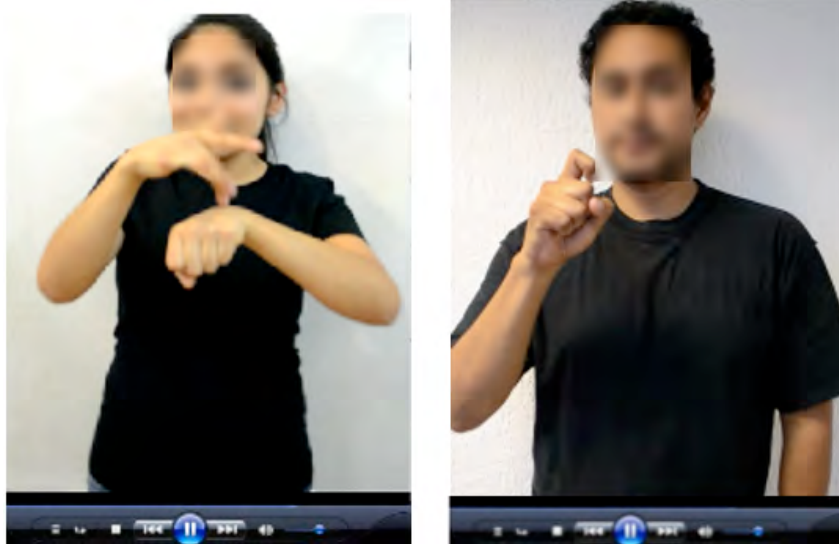
El script de escenarios son datos de los posibles diálogos emitidos por cada uno de los usuarios que intervienen en el caso de estudio. Son realizados en español para poder traducirlos a LSM. Esta traducción fue realizada con apoyo de los 4 usuarios sordos y el intérprete sustentados por diccionarios de LSM y palabras de uso regional. Al respecto la **Tabla 5** muestra algunos ejemplos de scripts de diálogos.

Por otro lado, los datos visuales generados deben ser íconos, imágenes, videos en LSM y se generaron los siguientes:

- **Videos.** Son parte fundamental para el entendimiento de las señas. Los videos fueron grabados por personas sordas a través del apoyo de un intérprete. En total se grabaron 150 palabras con 2 signantes, además de grabar 40 frases compuestas. En la **Fig. 3** se muestra una vista con los 2 signantes sordos que intervinieron en las grabaciones y que son además miembros de la Asociación de Sordos DIES.
- **Íconos:** Se utilizaron íconos derivado de las señas en video, donde por medio de flechas indican el movimiento de la seña y así el usuario sordo puede identificar la tabla 6 muestra el total de íconos que se utilizaron. En total se crearon 50 íconos a partir de las grabaciones de los videos. En la **Fig. 4** se aprecia una muestra de los íconos diseñados, mismos que incluyen información sobre la dirección de la seña a través de flechas.
- **Base de datos contextual.** Sirve para identificar el vocabulario utilizado en el escenario de cafetería. A continuación se muestran ejemplos de vocabularios que se manejan en español para posteriormente ser traducidos a LSM basados en el diccionario DIELSEME [24] y en frases regionales, véase **Tablas 6 y Tabla 7**.
- **Evaluación de los datos.** Para comprobar si efectivamente los datos son correctos fueron evaluados por 4 usuarios sordos y 2 oyentes.
- **Usuario Sordo.** Evaluaron que la información capturada es la correcta, los videos e íconos corresponden a la seña que se realiza en LSM.
- **Usuario Oyente.** Debe evaluar si los diálogos son correctos, si sus funciones son correctas de los diálogos.
- **Intérprete.** Como en todas las etapas el intérprete debe estar presente en cada una de ellas para fungir como mediador entre el usuario sordo y el desarrollador.

**Tabla 5.** Ejemplos de scripts de escenario cafetería en español.

Usuario Oyente	
01	Aquí tiene el menú
02	Le sirvo algo de tomar
03	Le sirvo algo de comer
04	Preguntar por la orden, ejemplo: ¿Qué desea?
05	Frio, caliente, tibio
06	¿Cuántos necesita?
Usuario Sordo	
07	Saludo, ejemplo: ¡hola!
09	Me da un Café
10	Me da un Agua
11	Me da un Capuchino
12	Me da un Expreso
13	Me da un Mocka



**Fig. 3.** Ejemplo de personas sordas grabadas en video signando LSM.

**Tabla 6.** Ejemplo de adjetivos utilizados en español para la traducción a LSM.

Adjetivo	
1	Negro
2	Caliente
3	Frío
4	Tibio
5	Dulce
6	Salado



**Fig. 4.** Ejemplo de íconos representativos de LSM de derecha a izquierda, a) café b) chocolate.

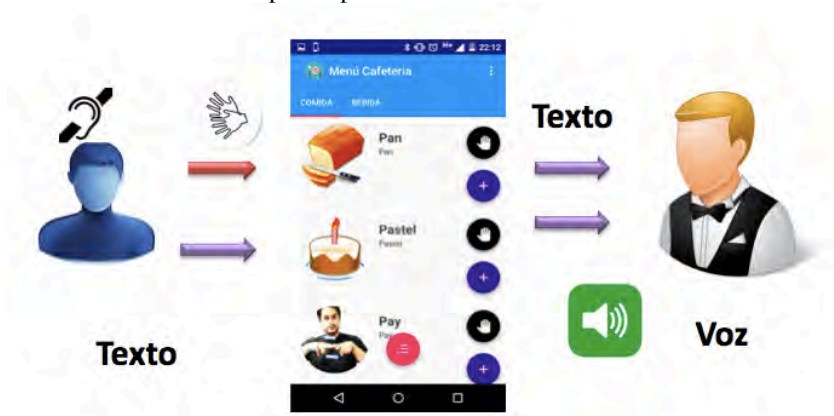
**Tabla 7.** Ejemplo de sustantivos utilizados en español para la traducción a LSM.

SUSTANTIVO							
1	Café	12	Coca-cola	23	Pambazo	34	Cuchara
2	Agua	13	Té	24	Papas	35	Servilleta
3	Capuchino	14	Pan	25	Fruta	36	Mesa
4	Expreso	15	Pastel	26	Helado	37	Silla
5	Mocka	16	Pay	27	Yogurt	38	Mesero
6	Malteada	17	Choco-Flan	28	Azúcar	39	Mesera
7	Leche	18	Dona	29	Chocolate		
8	Limonada	19	Galleta	30	Fresa		
9	Naranjada	20	Sándwich	31	Malteada		
10	Jugo	21	Torta	32	Club		
11	Refresco	22	Baguette	33	Crosaint		

#### 4.4 Prototipo

Se desarrolló una interfaz bimodal como prototipo, que integra elementos gráficos como imágenes, video y texto para obtener los datos de entrada proporcionados por el usuario sordo y así posteriormente generar una salida para el usuario oyente. La modalidad permite representar información y la comunicación con un dispositivo móvil usando un medio físico como las manos y trasladarlo a una forma de representación por medio de voz [32].

La interacción del usuario sordo se da a través del panel *touch* en donde: la persona sorda selecciona productos y los agrega a una lista, la que posteriormente se le dará al mesero en voz para atender el pedido. En la **Fig. 5** se muestra el diagrama de interacción del usuario sordo con el prototipo.



**Fig. 5.** Prototipo móvil de interfaz de usuario sordo para realizar un pedido de alimentos.

La participación de los 4 usuarios sordos en este prototipo fue fundamental para definir aspectos como color, imágenes, íconos y videos en LSM. Durante este proceso cabe decir que fue necesario generar diversas versiones de prototipos hasta recibir la aprobación de los usuarios sordos.

#### 4.5 Evaluación

Para la evaluación del prototipo se utilizaron dos tipos de pruebas una prueba orientada a tareas y otra de experiencia del usuario, la primera prueba es mayormente utilizada para medir el registro de actividad y el funcionamiento de los usuarios con el prototipo. Además esta prueba mide eficiencia y eficacia, que son métricas para medir la usabilidad [33].

La prueba se llevó a cabo con 8 participantes sordos, los cuales son 5 hombres y 3 mujeres. En la **Tabla 8** se muestran las tareas solicitadas a los usuarios sordos.

**Tabla 8.** Tareas realizadas en el prototipo por parte de los usuarios sordos.

No.	Tareas de los usuarios sordos en la aplicación	Tarea	Tiempo	Errores
01	Abrir el sistema			
02	Desplazarse de área de comida a bebida y a home			
03	Seleccionar área de artículos de comida			
04	Seleccionar área de artículos de bebidas			
05	Desplazarse en la lista de alimentos			

<b>06</b>	Hacer clic en el ícono de imagen
<b>07</b>	Desplazarse dentro de las imágenes representativas
<b>08</b>	Seleccionar texto de descripción del producto
<b>09</b>	Reproducir la seña en video del producto a ordenar
<b>10</b>	Agregar productos a la lista de la Orden
<b>11</b>	Seleccionar un producto y agregarlo a la lista de pedido
<b>12</b>	Revisar la lista de la orden de productos
<b>13</b>	Eliminar producto seleccionado de la lista
<b>14</b>	Eliminar lista completa de productos
<b>15</b>	Hacer pedido por medio del sintetizador de la voz
<b>16</b>	Ver ayuda
<b>17</b>	Cerrar el sistema

Los datos que se obtuvieron de la prueba son los siguientes de las 17 tareas:

- Tiempo promedio para completar una tarea (TP).
- Número de errores por tarea (EPT)
- Número de veces que el usuario solicitó ayuda (SA)
- Número de usuarios que completaron la tarea de manera satisfactoria (CT)
- Número de usuarios haciendo un error particular (NUE)

En la **Tabla 9** se muestra el tiempo promedio de los usuarios sordos en realizar cada tarea y el promedio de los errores cometidos en cada tarea.

**Tabla 9.** Resultados en promedio de las tareas realizadas por parte de los usuarios sordos.

<b>NO.</b>	<b>TP</b>	<b>EPT</b>	<b>SA</b>	<b>CT</b>	<b>NUE</b>
1	9 seg.	0	0	8	0
2	12 seg.	0	0	8	0
3	10 seg.	0	0	8	0
4	17 seg.	2	2	8	2
5	15 seg.	1	0	8	1
6	12 seg.	0	0	8	0
7	12 seg.	0	0	8	0
8	11 seg.	0	0	8	0
9	15 seg.	1	0	8	1
10	12 seg.	0	0	8	0
11	12 seg.	0	0	8	0
12	8 seg.	0	0	8	0



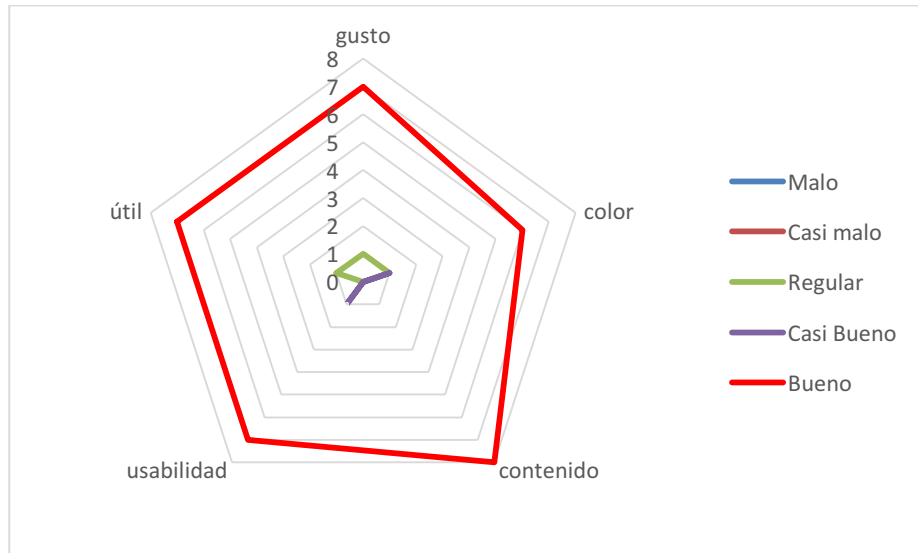
13	8 seg.	0	0	8	0
14	10seg.	1	0	8	1
15	9 seg	0	0	8	0
16	12 seg.	0	0	8	0
17	8 seg.	0	0	8	0

A su vez, para medir la experiencia del usuario que es una métrica de usabilidad que mide la satisfacción del usuario sordo [33]. Se aplicó a los 8 usuarios un cuestionario de 7 preguntas de las cuales 5 tienen la medición consistente con la escala de Likert, siendo determinada por los valores a) Malo, b) Casi malo, c) Regular, d) Casi Bueno, e) Bueno. Con respecto a las últimas 2 preguntas su escala es binaria. Las preguntas realizadas se muestran a continuación:

1. ¿Te gustó la aplicación?
2. ¿Los colores son agradables?
3. ¿Entendiste el contenido (señas, íconos e imágenes)?
4. ¿Es fácil de usar?
5. ¿Crees que te serviría en la vida diaria la aplicación?
6. ¿Pediste ayuda al intérprete con la aplicación?
7. ¿Volverías a usar la aplicación?

#### 4.6 Resultados

Los resultados obtenidos por parte de los usuarios sordos a través de un cuestionario de UX indican que la valoración de la aplicación en general es positiva sobre los seis ejes correspondientes al gusto, el color, el contenido, la usabilidad, y la utilidad en la vida diaria. En la **Fig. 6** se aprecia que los ocho usuarios dieron buenas valoraciones en general, siendo el contenido el más valorado positivamente, en segundo término el gusto, usabilidad y la utilidad, y en tercera posición el color, el cual ciertamente desde los primeros prototipos ha sido causa de comentarios por parte de los usuarios.



**Fig. 6.** Gráfico con los resultados de la evaluación para seis ejes de acción de la aplicación.

Con relación a las preguntas binarias, solo se encontró un usuario del sexo femenino quien le fue un poco más difícil usar la aplicación y requirió de la intervención del intérprete. Por otro lado la mayoría de usuarios volverían a emplear la aplicación de forma cotidiana en su vida 7 de 8. Los resultados de estas dos preguntas se muestran en la **Fig. 7**.

Con relación al estudio orientado a tareas podemos concluir que:

- El tiempo para ejecutar una tarea (TP) se encuentra entre 8 y 17 segundos, lo cual sin haberlo comparado previamente con otro grupo ya sea con o sin discapacidad consideramos no es un dato demasiado alto para resolver una tarea. Sin embargo queda como trabajo futuro evaluar con otras poblaciones y generar un indicador más adecuado.
- Con relación al número de errores por tarea (EPT) encontramos que el máximo de errores es 2, pero consideramos que la tasa de error es muy baja en función del número de usuarios participantes y el error acumulado.
- Sobre el número de veces que el usuario solicitó ayuda (SA) encontramos la mayor incidencia en una sola persona, quien fue la misma que parece no quedar completamente convencida de usar la aplicación.
- Sin embargo, el número de usuarios que completaron la tarea (CT) observamos que el 100% fue capaz de cumplir con todas las tareas.
- Finalmente en relación al número de usuarios que cometen un error en particular (NUE) encontramos que el máximo es de 2, siendo estos errores cometidos en cuatro tareas principales:
  - Seleccionar área de bebidas

- Desplazar la lista de alimentos
- Reproducir una seña en video para el producto a ordenar
- Eliminar la lista de productos

Con lo cual se consideran en esta propuesta que estos cuatro indicadores establecen en mayor medida las deficiencias actuales del prototipo, mismas que están siendo abordadas para futuras versiones.

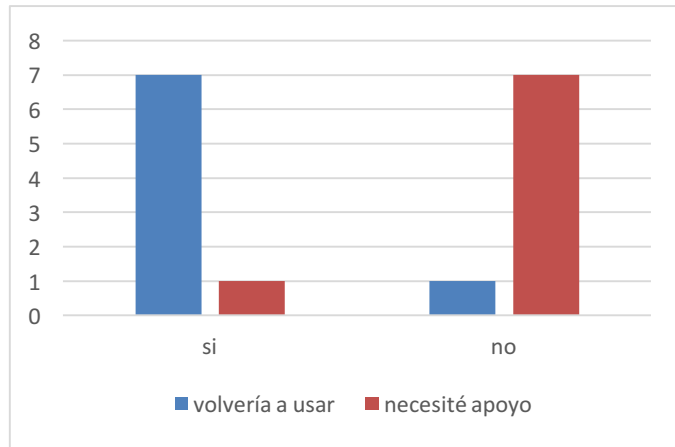


Fig. 7. Resultados sobre el uso en la vida diaria y necesidad de una explicación por parte del intérprete.

## 5 Conclusión

A lo largo de este capítulo se presentó una visión sobre la importancia que tiene el Diseño Centrado en el Usuario como filosofía de desarrollo en aplicaciones que tienen como usuarios finales personas con discapacidad. Lo anterior a que se considera que a través del DCU el mayor énfasis es en la persona [20]. También se planteó que el estudio presentado, así como el perfilaje de los usuarios sordos surge a partir de la interacción y observación de ellos tratando de identificar escenarios naturales donde ellos interactúen tales como son la cafetería, pero también pudieran ser el hospital, el municipio, el cine o cualquier otro [3], [19] bajo la premisa que existe un intercambio de mensajes con usuarios oyentes y que por tanto se requieren de medios y técnicas para facilitar la mediación.

Por otro lado, las pruebas explican la utilidad del resultado demostrando que los usuarios se encuentran bastante satisfechos desde un punto de vista cualitativo, pero también desde un punto de vista cuantitativo los resultados indican un factor de usabilidad positivo. Además con las evaluaciones numéricas en donde se hallaron errores se muestran áreas de oportunidad para mejorar la experiencia de usuario en

relación a como éstos completan las tareas. Nuevamente, con tales indicadores se puede establecer una aceptación positiva en función de los mismos resultados.

Entre las aportaciones más relevantes se considera que el proponer una guía para desarrollo de usuarios sordos en el contexto del uso de la Lengua de Señas Mexicana también es de gran relevancia toda vez que se realiza un estudio empírico en dicho campo y que para el sector mexicano no es actualmente existente en la literatura. Así mismo damos pie a futuros desarrolladores e investigadores para que observen a partir de un caso de estudio nacional las consideraciones para el desarrollo de aplicaciones móviles en donde intervienen usuarios sordos.

Finalmente, como un breve resumen de experiencias de la aplicación metodológica de la guía podemos indicar al lector que algunos de los principales problemas encontrados son:

- Diseño contextual de los datos, que es la etapa que requiere de mayor tiempo ya que debido a la disponibilidad de los usuarios y a la diversificación de la Lengua de señas se dificulta la realización de las grabaciones de LSM.
- Necesidad de un intérprete, debido a la dificultad en la comunicación entre el diseñador y el usuario por la ausencia de una lengua común.

## Referencias

1. OMS, "Informe mundial sobre la discapacidad," *Discapacidades, de Organización Mundial de la Salud*, 2015.
2. D. O. de la Federación, "Reglamento de la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad," *Gob. México. Recuper. [http://diariooficial.gob.mx/nota\\_detalle.php](http://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php)*, 2012.
3. J. R. Rojano-Cáceres, H. Sánchez-Barrera, M. E. Martínez-Gutiérrez, G. Molero-Castillo, and J. A. Ortega-Carrillo, "Designing an interaction architecture by scenarios for Deaf people," in *Interacción 2016*, 2016.
4. G. G. Ng'ethe, "Mobile Aid for Deaf people learning Computer Literacy Skills," 2014.
5. P. Martins, H. Rodrigues, T. Rocha, M. Francisco, and L. Morgado, "Accessible options for Deaf people in e-Learning platforms: technology solutions for Sign Language translation," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 67, pp. 263–272, 2015.
6. A. Signorini, "La conciencia fonológica y la lectura. Teoría e investigación acerca de una relación compleja," *Lect. y vida*, vol. 19, no. 3, pp. 15–22, 1998.
7. H. Paredes, B. Fonseca, and J. Barroso, "Developing Iconographic Driven Applications for Nonverbal Communication: A Roadside Assistance App for the Deaf," in *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, 2014, pp. 762–771.
8. J. J. Garrett, *Elements of user experience, the: user-centered design for the web and beyond*. Pearson Education, 2010.
9. D. Norman and S. Draper, "User centered system design," *New Perspect. Human-Computer Interact. L. Erlbaum Assoc. Inc., Hillsdale, NJ*, 1986.
10. D. A. Norman, "The psychopathology of everyday things," *Found. Cogn. Psychol. core readings. MIT Press. Cambridge, MA*, pp. 417–443, 2002.

11. R. R. León, "Diseño de Experiencia de Usuario: etapas, actividades, técnicas y herramientas," *No Solo Usabilidad*, no. 12, pp. 1–11, 2013.
12. Y. Hassan-Montero and S. Ortega-Santamaría, *Informe APEI sobre Usabilidad*. Gijón: Asociación Profesional de Especialistas en Información, 2009.
13. J. Preece, C. Abras, and D. Maloney-Krichmar, "Designing and evaluating online communities: research speaks to emerging practice," *Int. J. Web Based Communities*, vol. 1, no. 1, pp. 2–18, 2004.
14. J. D. Guerrero-Balaguera and W. J. Pérez-Holguín, "FPGA-based translation system from colombian sign language to text," *Dyna*, vol. 82, no. 189, pp. 172–181, 2015.
15. R. San-Segundo, R. Barra, R. Córdoba, L. F. D'Haro, F. Fernández, J. Ferreiros, J. M. Lucas, J. Macías-Guarasa, J. M. Montero, and J. M. Pardo, "Speech to sign language translation system for Spanish: Iberian Languages," *Speech Commun.*, vol. 50, no. 11–12, pp. 1009–1020, 2008.
16. V. Lopez Ludeña, R. San Segundo Hernández, C. González Morcillo, J. C. López López, and J. M. Pardo Muñoz, "Methodology for developing a Speech into Sign Language Translation System in a New Semantic Domain," 2012.
17. 9241-210: 2010, "Ergonomics of human system interaction-Part 210: Human-centred design for interactive systems," 2009.
18. F. Karray, M. Alezadeh, J. A. Saleh, and M. N. Arab, "Human-computer interaction: Overview on state of the art," 2008.
19. J. R. Rojano-Caceres, C. Morales Luna, G. Rebolledo-Mendez, J. A. Ortega-Carrillo, and J. Muñoz-Arteaga, "Raise awareness in society about deafness: A proposal with Learning Objects and Scenarios," in *The Second International Conference on Higher Education Advances (HEAd'16)*, 2016.
20. A. Cooper, R. Reimann, and D. Cronin, *About Face 3: The Essentials of Interaction Design*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2007.
21. J. M. Carroll, "Five reasons for scenario-based design," *Interact. Comput.*, vol. 13, no. 1, pp. 43–60, 2000.
22. D. H. Rose, W. S. Harbour, C. S. Johnston, S. G. Daley, and L. Abarbanell, "Universal Design for Learning in Postsecondary Education: Reflections on Principles and their Application," *J. Postsecond. Educ. Disabil.*, vol. 19, no. 2, pp. 135–151, 2006.
23. M. A. R. González, *Lenguaje de signos*. .
24. T. Calvo, "Diccionario Español-Lengua de Señas Mexicana (DIELSEME)," *Estud. Introd. al léxico la LSM. Dir. Educ. Espec. SEP. México, DF*, 2004.
25. M. C. Aldrete, "Gramática de la lengua de señas mexicana," *Estud. lingüística del español*, no. 28, p. 1, 2009.
26. TEIS, "*Signobulario*" digital para el aprendizaje de la lengua de signos española. Granada España, 2014.
27. J. Ortega, "La alfabetización visual y su tecnología," *J. Ortega. A. Chacón.(comp.), Nuevas Tecnol. para la Educ. en la era Digit.*, pp. 55–87, 2007.
28. T. Zhang, R. J. Mislevy, G. Haertel, H. Javitz, E. Murray, J. Gravel, and E. G. Hansen, "A design pattern for a spelling assessment for students with disabilities," 2010.
29. R. Ronda León, "Diseño de Experiencia de Usuario: etapas, actividades, técnicas y herramientas," *No Solo Usabilidad*, no. 12, 2013.
30. Tech-thoughts, "Android leader," 2014.

31. N. A. Azis, R. M. Hikmah, T. V. Tjahja, and A. S. Nugroho, "Evaluation of text-to-speech synthesizer for indonesian language using semantically unpredictable sentences test: IndoTTS, eSpeak, and Google Translate TTS," in *Proceedings of international conference on advanced computer science & information systems*, 2011.
32. J. Vanderdonckt and others, "Model-driven engineering of user interfaces: Promises, successes, and failures," in *5th Annual Romanian Conf. on Human-Computer Interaction ROCHI'2008*, 2008.
33. B. B. Chua and L. E. Dyson, "Applying the ISO 9126 model to the evaluation of an e-learning system," in *Proc. of ASCILITE*, 2004, pp. 5–8.



## Guías para el Desarrollo de Espacios Virtuales para Entrenamiento Cognitivo

Carlos Zamora Lara<sup>1</sup>, Juan Manuel González Calleros<sup>1</sup>, Jofina Guerrero García<sup>1</sup>,  
Yadira Navarro Rangel<sup>2</sup>, César Alberto Collazos Ordóñez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Av. San Claudio y 14 Sur, Ciudad Universitaria, Puebla, México.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

<sup>3</sup> Depto. de Sistemas. Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.  
Universidad del Cauca. Colombia.

<sup>1</sup>{juan.gonzalez, jguerrero}@cs.buap.mx, <sup>2</sup>yadira.navarro@correo.buap.mx,  
<sup>3</sup>coccollazo@unicauca.edu.co

**Resumen.** Este capítulo tiene como objetivo describir la metodología y el trabajo realizado para el desarrollo de espacios virtuales para entrenamiento cognitivo el cual está basando en una lista de criterios que consideran diferentes aspectos que mejorarán la experiencia del paciente en terapia de rehabilitación. Asimismo, este trabajo describe la manera en que la metodología abarcará temas que no han sido tratados en otros trabajos anteriores donde se integran aspectos para el paciente y para el terapeuta.

**Palabras Clave:** Espacios virtuales, juegos serios, entrenamiento cognitivo, Interfaces de usuario multimodales, guías de desarrollo.

### 1 Introducción

Aquellos accidentes relacionados con caídas producen secuelas de tipo fisiológico y/o psicológico, para éstas últimas el paciente debe iniciar una rehabilitación cognitiva la cual se planifica de acuerdo a los objetivos que se tienen con el paciente, estos tratamientos siguen basándose en métodos convencionales que no siempre cumple con una reintegración total del paciente en su entorno cotidiano. El uso de un videojuego que se componga de juegos serios (los SG por sus siglas en inglés tienen como objetivo enseñanza o entrenamiento) puede ayudar a cubrir algunas deficiencias que la rehabilitación convencional tiene, como hacer la rehabilitación más entretenida, llevar un seguimiento del progreso y motivar al paciente con su avance. Los SG hacen uso de entornos virtuales para dar mayor experiencia al jugador, en este caso el paciente, su importancia radica en recrear el contexto del accidente para lograr que se reintegre a sus actividades diarias [17]. Los SG se enfocan en dos aspectos: el físico (a través de



movimientos) y el cognitivo (a través de ejercicios que estimulen la mente) para lograr que el paciente enfrente sus miedos y recupere la confianza en su entorno.

Las intervenciones se abordan de acuerdo a los objetivos que se tienen con el paciente. Estas aproximaciones se pueden agrupar de manera general de la siguiente forma:

- Aproximación por compensación. Se trata de enseñar o entrenar a la persona para que utilice otros medios, objetos o herramientas de ayuda externa. Por ejemplo agendas, listas, alarmas, dispositivos electrónicos como celulares, etc. De modo que éstos auxilian al paciente para que no tenga que recurrir constantemente a sus deficiencias cognitivas [8][11][14].
- Aproximación por restauración. Esta estrategia se aborda cuando se pretende mejorar o restaurar la alteración cognitiva del paciente. Es lograda de manera directa a través de rutinas repetitivas que estimulan la habilidad o capacidad cognitiva específica [8][11][14].
- Aproximación metacognitiva. En años recientes ha surgido una nueva aproximación definida como metacognitiva. Esta técnica se enfoca principalmente en las disfunciones ejecutivas incrementado el conocimiento, conciencia y autorregulación. Un ejemplo de esta aproximación sería el de entrenar al sujeto para utilizar una estrategia o sistema que le permita auto-monitorearse y autorregularse conforme completa tareas [11].
- Aproximación por realidad virtual. La rehabilitación cognitiva por realidad virtual recrea una simulación dinámica en tercera dimensión, generada por computadora, de objetos o entornos del mundo real, con la cual el paciente puede interactuar. A estos escenarios virtuales se integran los ejercicios para la rehabilitación del déficit que padece el sujeto [4][7][11].

Otras aproximaciones de la rehabilitación cognitiva, tienen que ver con modificaciones ambientales, es decir, la alteración del entorno del paciente. Por ejemplo se le pueden pegar listas en la pared, letreros, calendarios, entre otros, que recuerden o adviertan cosas al sujeto. O bien, la aproximación de sustitución-optimización la cual propone utilizar los recursos disponibles del paciente para sustituir a otros. El siguiente escenario no está relacionado con aspectos cognitivos pero ejemplifica lo que la aproximación pretende realizar: si una persona carece del sentido de la vista, se le entrena el sentido del oído a modo de substituir su carencia [8][11][14]. Estas son algunas de las muchas aproximaciones que existen actualmente para la rehabilitación cognitiva pero no claramente aplicables con tecnología.

El desarrollo de SG es una actividad compleja que requiere de procesos formales para su diseño y lograr la motivación y atención de los jugadores. Solo el 5% de los videojuegos producidos tienen éxito [12], no obstante recaer en un proceso de desarrollo más formal puede mejorar las expectativas de éxito. Resulta importante la transición entre las necesidades del sujeto y la implementación del SG, puesto que

determina que tan usable resultará. La usabilidad juega un papel muy primordial en la aceptación del SG por parte de la población.

El presente trabajo tiene como finalidad dar solución a una necesidad poco atendida de un sector como es la reintegración de pacientes a las actividades de la vida diaria. Se propone una solución modular capaz de integrar SG que recrean espacios virtuales del hogar. Los usuarios podrán interactuar a través de un dispositivo que les permita una mayor experiencia de inmersión hacia el mundo virtual.

## 2 Guías para el desarrollo de espacios virtuales para entrenamiento de las actividades diarias

En esta sección se propone el uso de un conjunto de guías para desarrollar espacios virtuales.

Guía 1. Creación de una arquitectura basada en modelos. Esto implica lograr hacer una clara separación de conceptos y un diseño modular adoptando una estrategia transformacional [6].

Guía 2. Modelado de procesos para describir los requerimientos de alto nivel. Por ejemplo, la Figura 1 se presenta el modelado de las actividades identificadas utilizando la herramienta YAWL [15], un sistema para la administración de procesos de negocio (BPM, por sus siglas en inglés) y creación de workflows. Basado en las redes de Petri propuestas por Carl Adam Petri en su tesis doctoral en 1962. Se observa que existen dos condiciones (paciente o terapeuta) que llevan a distintos escenarios. Algunas tareas llevan la imagen de unos pequeños engranes que especifican que son de naturaleza automática, por ejemplo *Mostrar usuarios*, *Mostrar opciones paciente*, *Mostrar opciones terapeuta*, etc. Particularmente la actividad *Jugar juego* es una tarea de múltiple instancia, es decir que está compuesta por muchas tareas. En este punto del diseño se aprecia la modularidad en la solución puesto que permite extender e integrar las instancias que se deseen como parte de este workflow. Es decir *Jugar juego* puede ser otro submodelo que representa un juego de lenguaje o un juego de atención. Algunas tareas como *Acceder sistema*, *Alta paciente*, *Alta terapeuta*, *Asignar juego*, *Editar paciente* son de tipo composición por lo que están hechas de submodelos. Esta capa de detalle es el modelado de tareas de bajo nivel.

Guía 3. Modelado de tareas para entrar en detalles sobre cómo ejecutar las tareas de los procesos (modelo de bajo nivel). Este trabajo propone utilizar el editor Entorno de Árboles de Tareas Concurrentes (CTTE por sus siglas en inglés) para especificar dichos submodelos. Un árbol de tareas de la actividad *Alta paciente* (Figura 2) se compone de cinco subtareas de orden independiente, es decir no existe secuencia obligatoria entre ellas. Todas son de naturaleza interactiva.

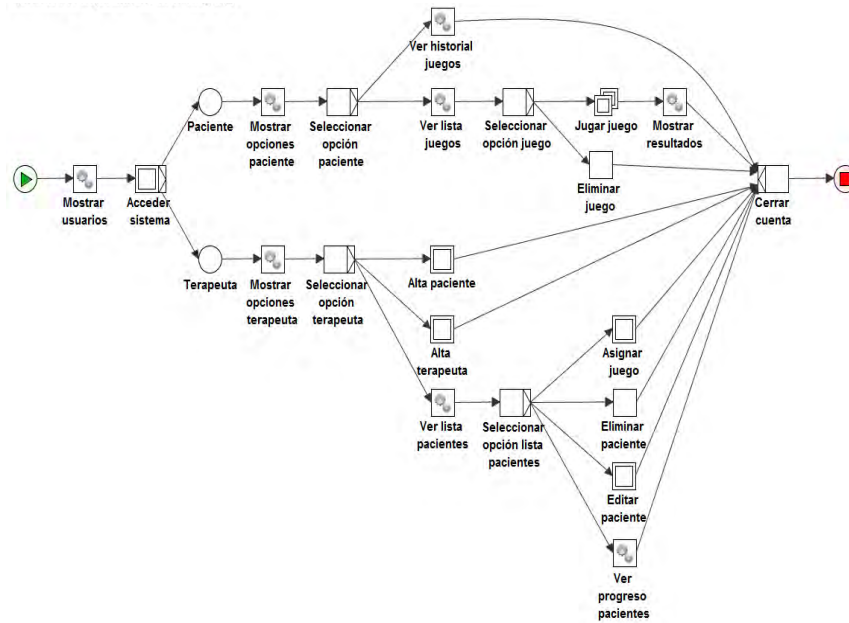


Fig. 1. Modelado de sistemas para un sistema de rehabilitación cognitiva.

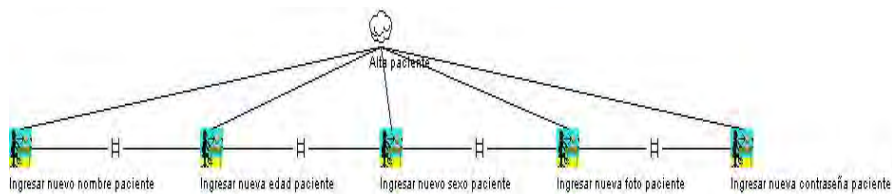


Fig. 2. Modelado de tareas de bajo nivel del sistema base: Alta paciente.

Guía 4. Adoptar un enfoque evolutivo transformacional [6]. Una vez establecidos los modelos de alto y bajo nivel, se procede a identificar los contenedores abstractos y los componentes individuales abstractos. Estas conversiones se realizan siguiendo las reglas de transformación propuestas en la metodología UsiXML [15]. Se establece como un contenedor abstracto a las tareas que se subdividen en otras tareas. Cuando una tarea ya no se puede dividir se considera como un componente individual abstracto. La identificación es aplicada tanto a los modelos de alto nivel, así como los de bajo nivel. Dentro del diagrama de Petri las tareas compuestas son automáticamente componentes abstractos. En la Figura 3, el contenedor abstracto se indica con el recuadro rojo y los componentes individuales abstractos con el recuadro negro.



Fig. 3. De modelos de bajo nivel a contenedores y componentes abstractos.

Guía 5. Selección de técnica interactiva adecuada a cada contexto de uso. A partir de este punto es posible transformar los modelos a interfaces. En este trabajo se propone utilizar Microsoft Kinect Sensor como dispositivo de interacción humano-computadora, pero tampoco limita el poder usar dispositivos convencionales de la computadora como mouse y teclado. Las razones para usar Kinect son muchas, principalmente el hecho de ser una NUI (Interfaz de Usuario Natural); también, el dispositivo provoca un mayor efecto de inmersión a los entornos virtuales.

Guía 6. Adopción de guías de estilo de la modalidad de interacción seleccionada. Siguiendo con el ejemplo, para la transformación a nuestra interfaz concreta se utilizan las guías de estilo de Windows para el desarrollo de interfaces de usuario con Kinect [9]. Debido a la naturaleza de las interfaces de Kinect cada contenedor abstracto corresponderá a una interfaz individual. Por ejemplo, para la tarea *Seleccionar un usuario* de una lista de usuarios, la guía de estilo revela que un elemento de selección se representa como botones alineados horizontalmente y deslizables (Figura 4).

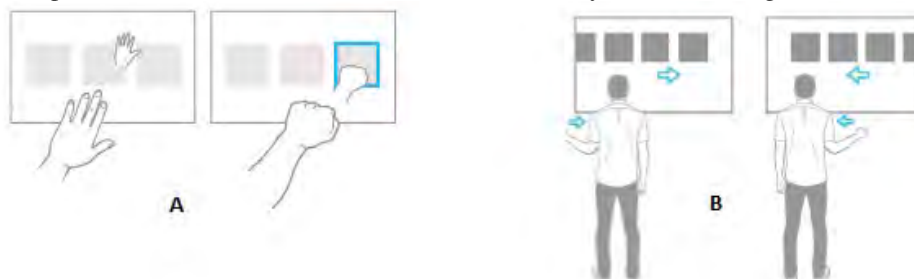


Fig. 4. (A) Interfaz gestual de selección. (B) Alineación y desplazamiento de botones.

Guía 7. Atender las recomendaciones de especialistas en rehabilitación, psicología o área involucrada. La forma convencional de una terapia de rehabilitación cognitiva se realiza a través de juegos de mesa, fotografías, textos, platicas que incluyen gran cantidad de interrogaciones. Por ejemplo, en la Tabla 1 se presenta un conjunto de actividades de Sardinero [14] que incluye una lista detallada de talleres y actividades con cinco niveles de dificultades.

En el taller de funciones ejecutivas, técnica de ordenar acciones, se trata de que el paciente identifique el orden para realizar alguna actividad en específico. Se presenta por medio de imágenes (Figura 5) que tiene una secuencia desordenada y el sujeto debe indicar el orden correcto.

**Tabla 1.** Propuesta de Sardinero Peña para la rehabilitación cognitiva. Recopilado de 13.

<b>Taller</b>	<b>Técnicas</b>
Atención	Cancelación Repetición Líneas superpuestas Búsqueda en fotos Búsqueda en datos Plantilla Recorridos
Funciones ejecutivas	Ordenar acciones Interferencia Ordenar listas Razonamiento sobre diferencias Razonamiento sobre secuencias Abstracción verbal Razonamiento visual
Lenguaje	Ordenar frases Completar con verbo Palabras funcionales Definiciones Sinónimos y antónimos Facilitación Sonidos
Memoria	Parejas Reconocimiento con claves semánticas Memoria lógica Categorización Reconocimiento visual Qué y dónde Memoria de rostros
Percepción	Tamaños Ángulo de giro Detalles Colores Siluetas Agrupamiento Línea y borde
Lectoescritura y visioconstrucción	Dibujos geométricos y abstractos Dibujos de objetos reales Grafomotricidad Lectura mecánica Cálculo; conteo



**Fig. 5.** Propuesta de Sardinero Peña, Taller de funciones ejecutivas: ordenar acciones.  
Fuente [14].

Guía 8. Usar actividades ya probadas para propósitos de rehabilitación, como son los talleres que se mencionan anteriormente, es necesario reusar preferentemente actividades documentadas y recomendadas para personas que requieren rehabilitación. Siguiendo con el ejemplo, en la técnica ordenar frases del taller de lenguaje [14], se presentan al paciente una serie de oraciones con sus palabras desordenadas y el objetivo es que el sujeto les dé un orden gramáticamente correcto. Esto debe ser realizado sin añadir o quitar palabras. Memoria de rostros pertenece al taller de memoria y consiste en una ficha que contiene fotografías de rostros de personas. El paciente debe memorizar los rostros ya que posteriormente la ficha es reemplazada por otra casi igual, pero que tiene una alteración de elementos. El sujeto debe identificar cuál rostro no corresponde al grupo de fotografías previamente memorizadas. La técnica de colores es parte del taller de percepción. Una ficha con la imagen de un bote de color en la primera columna y posteriormente tres formas de colores distintos se expone al paciente. Su tarea es identificar cuál de las tres formas corresponde al mismo color del bote de pintura. Finalmente, dibujos de objetos reales pertenecen al taller de lectoescritura y visoconstrucción. La asignación consiste en una ficha que tiene un dibujo de un objeto del mundo real del lado izquierdo y un espacio en blanco del lado derecho. El objetivo es que el paciente dibuje en el espacio vacío una copia del objeto localizado en el lado izquierdo. Todos estos elementos son los que se intenta digitalizar para poder llegar a más pacientes con diferentes necesidades de rehabilitación.

Si bien la lista aquí descrita no es muy exhaustiva, da una pauta metodológica de lo que debería hacer una persona que realiza rehabilitación. Se concluye esta sección con esta recopilación de criterios a tomar en cuenta cuando se hacen sistemas de rehabilitación:

- La relación que mantiene el paciente con el terapeuta es muy importante.
- Los pacientes deben sentirse en confianza.
- Los terapeutas platican de cosas de la vida cotidiana con los pacientes para que crear una distracción de la rutina.

- Los terapeutas preguntan constantemente al paciente “¿Cómo te sientes?”
- Los terapeutas hacen expresiones de sorpresa con los logros obtenidos por el paciente.
- Existe mucha amabilidad de ambas partes.
- Los terapeutas otorgan ligeros descansos entre cada rutina para que el paciente no se sienta fatigado.
- Le dan un toque de diversión a las sesiones.
- El paciente trata de hacer trampa con el número de repeticiones que lleva, diciendo que lleva más repeticiones de las que en realidad lleva.
- Los terapeutas permiten al paciente hacer todo aquello que puedan de manera independiente.
- Los terapeutas dan comentarios positivos al paciente.
- Los terapeutas le hacen trampa al paciente diciendo que llevan menos repeticiones de las que en realidad llevan.
- Los terapeutas convierten los accidentes que tienen los pacientes en amabilidad, sonrisas y bromas.
- Al paciente no le gusta sentir que no le ponen atención.

Otro conjunto de recomendaciones lo propone [8] sobre criterios que las intervenciones para la rehabilitación cognitiva deben cumplir para considerarse eficaces. Estas no están precisamente relacionadas con ambientes virtuales u ordenadores:

- La rehabilitación cognitiva debe ser individualizada.
- Un programa de rehabilitación cognitiva requiere del trabajo conjunto de la persona, la familia y los terapeutas.
- La rehabilitación cognitiva debe centrarse en alcanzar metas relevantes, en función de las capacidades funcionales de la persona y mediante mutuo acuerdo.
- La evaluación de la eficacia de una intervención cognitiva debe incorporar cambios en las capacidades funcionales.
- Un programa de rehabilitación debe incorporar varias perspectivas y diversas aproximaciones.
- Un programa de rehabilitación debe tener en cuenta los aspectos afectivos y emocionales que el daño cognitivo conlleva.
- Los programas de rehabilitación deben tener un componente de evaluación constante.

La siguiente lista de criterios es una intersección entre los criterios para el desarrollo de videojuegos con fines terapéuticos propuestos por González y Muñoz [5], los criterios para el desarrollo de ambientes virtuales propuestos por Oropeza Salas [10], los criterios para una rehabilitación eficaz propuestos por Mateer [8] y los criterios obtenidos de observación en terapias de rehabilitación en vivo y un filtro de aquellos que puedan contribuir a la rehabilitación cognitiva. Los criterios propuestos para el

desarrollo de videojuegos con enfoque a la rehabilitación cognitiva a través de entornos virtuales son:

1. El sistema debe tener un fundamento teórico de rehabilitación.
2. Se debe considerar la secuela emocional (depresión, autoestima, etc.) del paciente.
3. Permitir configurar el sistema a las necesidades específicas del déficit del paciente.
4. Se deben considerar las complicaciones de comorbilidad.
5. Implementar el uso de técnicas de inmersión y presencia por medio de avatares, trayectos, control y una interfaz humano-computadora clara.
6. Guiar al paciente a lograr la autosuficiencia para usar el juego.
7. Orientar las rutinas a actividades de la vida diaria.
8. Las intervenciones deben ser producto de un acuerdo mutuo entre paciente, familiares y médicos.
9. Los objetivos deben estar enfocados en metas relevantes.
10. Realizar expresiones de sorpresa por los logros obtenidos de los pacientes.
11. Generar sensación de confianza y amabilidad del paciente hacia el sistema.
12. Otorgar ligeros descansos al paciente para evitar la fatiga.
13. Aplicar pequeñas trampas entre paciente y sistema con respecto al número de repeticiones en las sesiones.
14. Convertir los posibles errores o accidentes en amabilidad, sonrisas y bromas.
15. Se debe tomar en cuenta la gravedad del déficit.
16. Monitorear la evolución del paciente.
17. Se debe definir el tipo de aproximación al déficit.
18. Duración de las tareas.
19. Cantidad de sesiones.
20. Periodos de descanso.
21. Tipo de retroalimentación.
22. Dificultad de las rutinas.
23. Debe existir un mutuo acuerdo de sesiones.
24. Realizar conversación durante las sesiones.
25. Poder habilitar una opción de trampa.
26. Proporcionar la edad del paciente.
27. El paciente pueda elegir un terapeuta.
28. Estado de fatiga.
29. Número de repeticiones.

En la siguiente sección hacemos un análisis de cinco sistemas muy sofisticados usados para rehabilitación o entrenamiento cognitivo. Y usamos nuestros criterios para evaluar los mismos.



### 3 Propuesta de criterios para el desarrollo de videojuegos con enfoque a la rehabilitación cognitiva

Dentro del ambiente comercial se presentan videojuegos, equipos o consolas que promueven el desarrollo de las capacidades cognitivas a través del juego. Uno muy conocido es *Body and Brain Connection*, es un videojuego para XBOX 360 que sigue una dinámica en la que el usuario debe realizar ejercicios diarios que aumentan su complejidad conforme va progresando pretendiendo mejorar la destreza de memoria, lógica, atención y procesamiento [2]. Otro juego significativo es *Brain Age*, este videojuego contiene ejercicios de lectura, matemáticas, rompecabezas y atención que ejercitan el cerebro. Está diseñado para que el usuario realice una rutina diaria de pocos minutos después de los cuales se calcula la edad del cerebro [1]. Del lado más formal, se encuentran trabajos como *CARP-VR*. Los propósitos de este videojuego son para la rehabilitación cognitiva por medio del uso de realidad virtual para recrear entornos en los cuales los usuarios realizan actividades de la vida cotidiana [13]. *Kinempt* [3] es un sistema que reconoce los recorridos de manos que hace el usuario y los compara con una secuencia de rutinas paso a paso definidas por un administrador con la finalidad de entrenar y auxiliar en el trabajo a las personas con déficit cognitivo.

Haciendo un análisis de los sistemas anteriores, se compara la manera como se relacionan con las aproximaciones de la rehabilitación cognitiva, los criterios propuestos en este trabajo y la tecnología que utilizan. En la Tabla 2 primeramente se observa qué estrategias de aproximación para la rehabilitación enfocan cada uno de los sistemas mencionados. Se toman los 4 principales abordajes con respecto a su implicación con el área cognitiva y su tendencia a ser mayormente aplicables con tecnología.

**Tabla 2.** Comparación de aplicaciones vs aproximaciones.

	Aproximaciones			
	Compensación	Restauración	Metacognición	Realidad Virtual
Body and Brain Connection	No	Si	Si	Si
Brain Age	No	Si	Si	No
CARP-VR	No	Si	Si	Si
Kinempt	No	Si	Si	No
Kimentia	No	No	Si	No
VRCOG	No	No	Si	Si
SmartBrain Pro	No	No	Si	No

Se realiza un análisis de los 29 criterios propuestos para el desarrollo de videojuegos con enfoque a la rehabilitación cognitiva a través de entornos virtuales (Tabla 3 y 4) y las aplicaciones. Los números corresponden a cada uno de los criterios propuestos para el desarrollo de videojuegos con enfoque a la rehabilitación cognitiva a través de entornos virtuales (se omiten algunos punto por falta de información del sistema indicados con un guion [-]).

**Tabla 3.** Comparación de aplicaciones vs criterios (i).

	Criterios														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Body and Brain Connection	si	No	No	No	SI	SI	No	No	No	SI	SI	SI	No	SI	No
Brain Age	si	No	No	No	Si	Si	No	No	No	Si	Si	Si	No	Si	No
CARP-VR	si	No	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	-	Si	-	No	-	Si
Kinempt	si	No	No	No	No	Si	Si	No	Si	-	Si	-	No	-	No
Kimentia	si	No	No	No	No	Si	No	No	No	-	Si	-	No	-	No
VRCOG	si	No	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	-	Si	-	No	-	Si
SmartBrain Pro	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	No	-	Si	Si	No	-	Si

**Tabla 4.** Comparación de aplicaciones vs criterios (ii).

	Criterios													
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Body and Brain Connection	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Brain Age	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
CARP-VR	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No	No	No	No	Si
Kinempt	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No	No	No	No	Si
Kimentia	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No	No	No	No	Si
VRCOG	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No	No	No	No	Si
SmartBrain Pro	Si	No	Si	No	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No

Las aplicaciones en comparación con las principales aproximaciones (Tabla 2) indican su enfoque en el uso de restauración y nula compensación; también, solo algunas optan el método metacognitivo y la realidad virtual. Con esto se observa que la población atendida es solo aquella que requiera una estrategia de restauración; es decir, ninguna atiende las necesidades de los afectados que necesitan tratamiento compensatorio. Cabe mencionar que aquellos sistemas que no optan por enfoques metacognitivos pierden las ventajas de aprendizaje de esta alternativa. Las que no hacen uso de estrategias con realidad virtual sufren el mismo problema de reintegración del paciente que tienen los métodos convencionales.

Ahora en un análisis de la relación que existe entre las aplicaciones y los criterios propuestos en este trabajo (Tabla 3 y Tabla 4) se encuentran varios puntos no considerados por dichos sistemas. Principalmente se pueden encontrar las omisiones en los criterios que involucran el deseo del paciente. Recordando las recomendaciones de Mateer, uno de sus principios es que las decisiones se realicen en mutuo acuerdo entre el especialista, la familia y el afectado.

Finalmente, la Tabla 5 compara las aplicaciones con características tecnológicas. Se evalúa si el sistema es Open Source (código abierto) y basado en componentes. La elección de estas propiedades está basada en determinar la opción de extender, adaptar o interactuar con el sistema. La comparación de las aplicaciones con las propiedades tecnológicas demuestra que ninguna está basada en componentes, es decir que no es posible para los desarrolladores ajenos agregar módulos. Solo una pequeña porción es de código abierto lo que resulta complicado poder adaptar las aplicaciones a las necesidades específicas. La mitad, aproximadamente, utiliza interfaces GUI (Graphical User Interfaces) y no NUI (Natural User Interfaces) lo que limita la sensación de inmersión en el paciente. Solo algunas son multiplataforma, las demás están sujetas uso

en una plataforma específica. Únicamente una de ellas es Multidispositivo, lo cual es una característica importante ante la diversidad de tipos de pacientes y estados de comorbilidad.

Los autores concuerdan en las principales aproximaciones para la rehabilitación cognitiva. Sin embargo, con el tiempo los especialistas han propuesto estrategias con enfoques modernos adaptadas más a un perfil tecnológico. Actualmente, los terapeutas siguen basando sus tratamientos en los métodos convencionales como los propuestos por Sardinero Peña o los de la Universitat Oberta de Catalunya. Aunque no se pone en duda los progresos y logros que se obtienen por medio de esta práctica, también es cierto que una reintegración total del paciente a su entorno cotidiano resulta difícil o simplemente el inicio de la terapia resulta complicado. Este objetivo de reintegración es mayormente atendido gracias a la tecnología, principalmente a través de juegos serios. Para ello existe diversidad de criterios y recomendaciones para el desarrollo de juegos dedicados a la rehabilitación por ordenador pero que no están enfocados al perfil cognitivo. La propuesta de criterios en este trabajo para el desarrollo de entornos virtuales conjunta las distintas perspectivas, complementando con observaciones para formular una guía a la solución que atienda la necesidad. El estudio de sistemas con objetivos en la rehabilitación cognitiva muestra la diversidad de soluciones existentes. Estas aplicaciones utilizan una variedad de formas de interacción humano-computadora. Hacen uso de dispositivos tanto NUI (Kinect, comandos de voz, etc.) como GUI (Palanca de juegos, teclado, mouse, etc.); además, trabajan en distintas plataformas cada uno.

**Tabla 5.** Comparación de aplicaciones vs criterios tecnológicos.

	Tecnología					
	Open Source	Basada en Componentes	NUI	Multi-plataforma	Multidispositivo (entrada)	Multidispositivo (salida)
Body and Brain Connection	No	No	Si	No	No	No
Brain Age	No	No	No	No	No	No
CARP-VR	Si	No	No	Si	No	No
Kinempt	SI	No	SI	No	No	No
Kimentia	-	No	Si	No	No	No
VRCOG	-	-	No	No	No	No
SmartBrain Pro	No	No	No	Si	Si	Si

#### 4 Caso de estudio: juego de memorización de objetos de baño

En esta sección se incluye la descripción de los requerimientos para el desarrollo de un sistema de rehabilitación (inspirado en FlowiXML [6]); además, de un juego que recrea entornos de la vida diaria.

El escenario consta de la representación de un baño en el cual se visualizan objetos del entorno al paciente. Se le otorga un tiempo al paciente para que los memorice. Posteriormente, alguno de los objetos es reemplazado por otro. Después, se solicita al paciente identifique el objeto que fue reemplazado. Finalmente, en caso de no acertar se le dará otra oportunidad hasta que logre tener éxito, de lo contrario, se finaliza. La dificultad y repeticiones están sujetas a la configuración determinada por el terapeuta. La dificultad determina el número de objetos que se presentan para memorizar y la similitud que existe entre ellos. Se identifican las tareas, su flujo, el rol responsable de su ejecución y su naturaleza Tabla 6.

**Tabla 6.** Identificación de tareas y su naturaleza.

No.	Nombre	Predecesor	Rol	Definición	Naturaleza
1	Mostrar objetos	-	Sistema	Muestra los objetos.	Automática
2	Memorizar objetos	1	Paciente	Memoriza los objetos presentados.	Manual
3	Reemplazar objetos	2	Sistema	Reemplaza un objeto por otro.	Automática
4	Mostrar nuevos objetos	3	Sistema	Muestra los objetos con el nuevo elemento reemplazado.	Automática
5	Seleccionar objeto	4	Paciente	Selecciona el objeto que fue intercambiado.	Interactiva

De la misma manera que en el sistema base y siguiendo la metodología, se procede a diseñar el workflow del juego de memorización de objetos con la herramienta YAWL (Figura 6). Debido a que el modelo de tareas de alto nivel carece de elementos compuestos, no es necesario crear modelos de bajo nivel. Continuando con la transformación de los modelos, se identifican los contenedores abstractos que lo componen. Se utiliza la notación de enmarcar (líneas alrededor de tareas en los procesos de la Figura 6) para remarcar los contenedores abstractos y los componentes individuales abstractos.

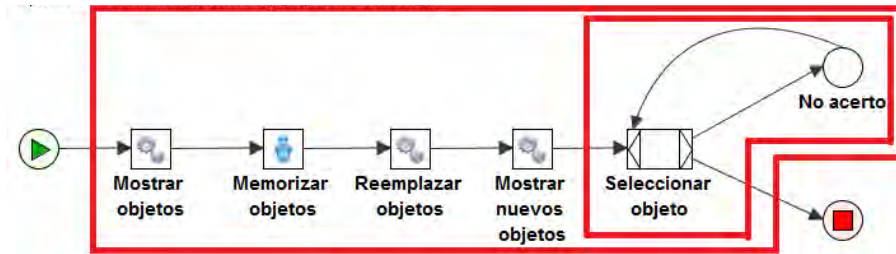


Fig. 6. Modelado de tareas de alto nivel del juego de memorización de objetos y transformación de modelo de alto nivel a AUI.

Se aprecia que en cada una de las tareas del modelo se manipulan objetos. La descripción del problema trata de la representación de un baño, por lo tanto los objetos pueden representar cualquier elemento de este entorno. Estos objetos tienen la propiedad de ser seleccionables, esto lo sugiere la tarea *Seleccionar objeto*. Pensando en que esta interfaz está creada para Kinect, el gesto para selección de los objetos es como se aprecia en la Figura 4.

La figura 7, muestra la interfaz de usuario que visualiza el paciente dentro del juego. Uno de los elementos será ocultado en determinado momento y el paciente debe recordar todos los objetos para identificar cuál falta.

Al ser un entorno virtual el que se pretende crear, los elementos tienen la característica de estar en tercera dimensión. En apoyo, los objetos de la Figura 7 fueron obtenidos del modelo gratuito *A Symphony in Black (Bathroom)* que ofrece el portal Trimble 3D Warehouse.

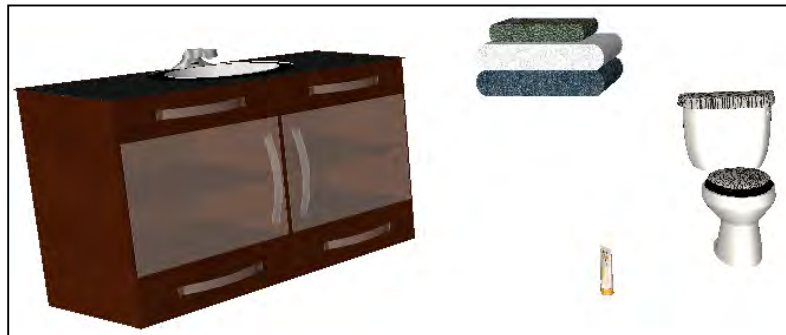


Fig. 7. Objetos interactivos a seleccionar en el juego de memorización de objetos.

## 5 Conclusiones

El desarrollo de sistemas enfocados a la rehabilitación cognitiva es mínimo en comparación con la gran necesidad existente. De igual manera, es poco el material que hace referencia a como diseñar aplicaciones o videojuegos para el área. Los criterios

propuestos en este trabajo servirán como pauta a futuros desarrolladores interesados en crear aplicaciones o entornos virtuales con enfoques a la rehabilitación cognitiva. El conjunto de criterios fue formado por una combinación de diversas perspectivas para rehabilitación tanto física como cognitiva. Esta característica hace que los criterios planteados abarcan el mayor de los detalles posibles.

El estudio de sistemas con objetivos en la rehabilitación cognitiva muestra la diversidad de soluciones existentes que utilizan una variedad de formas de interacción humano-computadora haciendo uso de dispositivos NUI( como Kinect, comandos de voz, etc.) y GUI (palancas de juego, teclados, etc.); además trabajan en distintas plataformas cada uno siendo solo algunas pocas las que son multiplataforma, además de que ninguna de estas aplicaciones están basadas en componentes por lo cual no es posible agregar módulos y siendo el caso en el que solo una parte del código es abierto se hace imposible la tarea de adaptar las aplicaciones a las necesidades específicas.

Actualmente se continúa con el desarrollo del sistema. Para ello se está utilizando la herramienta Unity3D la cual es un motor para el desarrollo de juegos y entornos virtuales. Trabajando además con ZDK (Zigfu Development Kit) que es una herramienta de desarrollo que permite la interfaz entre Unity3D y Kinect Sensor. Funciona principalmente como complemento para la plataforma Unity.

En el futuro se pretende extender la colección de juegos que atienden otras características de la rehabilitación cognitiva como lenguaje o visoconstrucción. También juegos que representen otros entornos virtuales de vida diaria como la cocina, supermercado, etc.

Realizar más pruebas de usabilidad y experiencia de usuario para garantizar la eficacia del sistema y posteriormente poder ser integrado a clínicas para la rehabilitación cognitiva como parte de sus terapias.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen el apoyo de la red PRODEP Sistemas Interactivos para la Atención de Usuarios con Capacidades Diferentes y de los especialistas del centro de Rehabilitación Neuropsicológica CERENE por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

## Referencias

1. Brain Age: Train your brain in minutes a day!, <http://brainage.nintendo.com/devilish-training/>
2. Body and Brain Connection, <http://marketplace.xbox.com/en-NZ/Product/Body-and-Brain-Connection/66acd000-77fe-1000-9115-d8024e4d0827?DownloadType=Game#LiveZone>
3. Chang, Y.-J., Chou, L.-D., Wang, F. T.-Y., & Chen, S.-F. A kinect-based vocational task prompting system for individuals with cognitive impairments. *Pers Ubiquit Comput*, 351358. (2013).

4. Gamito, P., Oliveira, J., Pacheco, J., Santos, N., Morais, D., Saraiva, T., . . . SottoMayor, C. (2011). The contribution of a VR-based programme in cognitive rehabilitation following stroke. International Conference on Virtual Rehabilitation. Zurich: IEEE.
5. González Rodríguez, B., & Muñoz Marrón, E. (2009). Estimulación cognitiva por ordenador. UOC
6. Guerrero-García, J. (2014). Evolutionary design of user interfaces for workflow information systems. *Science of Computer Programming*, 86, 89-102.
7. Kingler, E., Weiss, P. L., & Joseph, P. -A. (2010). *Virtual reality for learning and rehabilitation*. Paris: Springer Paris.
8. Mateer, C. A. Introducción a la rehabilitación cognitiva. *Avances en psicología clínica latinoamericana*, 11-20. (2003).
9. Microsoft Corporation. (2013). *Kinect for Windows: Human Interface Guideline v1.7*. Microsoft Corporation.
10. Oropeza Salas, J. M. Desarrollo de un ambiente virtual para la rehabilitación de las extremidades superiores. Puebla: BUAP. (2012).
11. Raskin, S. A. (2010). Current Approaches to Cognitive Rehabilitation. En *Handbook of Medical Neuropsychology* (págs. 505-517). Hartford CT, EU: Springer Science+Business Media.
12. Raymakers, C., Coninx, K., & González Calleros, J. M. (2010). Design and engineering of game-like virtual and multimodal environments. 2nd ACM SIGCHI Symposium on engineering interactive computing system (págs. 363-364). Berlín: ACM.
13. Rocha Dores, A., Palmares Carvalho, I., Fernando, B., Almedia, I., Guerreiro, S., Leitão, M., . . . Castro-Caldas, A. (2011). Serious Games: Are They Part of the Solution in the Domain of Cognitive Rehabilitation? *LNCS 6944* (págs. 95-105). Berlin: Springer.
14. Sardinero Peña, A. (2010). *Guía básica ESTIMULACIÓN COGNITIVA PARA ADULTOS*. Gesfomedia.
15. Vanderdonckt, J. (2005, June). A MDA-compliant environment for developing user interfaces of information systems. In *International Conference on Advanced Information Systems Engineering* (pp. 16-31). Springer Berlin Heidelberg.
16. YAWL: Yet Another Workflow Language, <http://www.yawlfoundation.org/>
17. Wiemeyer J. & Kliem A. Serious games in prevention and rehabilitation— a new panacea for elderly people? Springer-Verlag. (2011).





## **Desarrollo de Recursos Educativos con realidad aumentada para la ayuda del aprendizaje de la Geometría en niños con Síndrome de Down**

Julio César Ponce Gallegos, Mitsari Lucio Alonso, Francisco Javier Ornelas Zapata, Francisco Javier Alvarez Rodríguez, Alejandro Padilla Díaz, Humberto Muñoz Bautista

Universidad Autónoma de Aguascalientes (México).

jponce@correo.uaa.mx, lucio.alonso.m602@gmail.com, fjornelaz@yahoo.com.mx, fjalvar@correo.uaa.mx, apadilla@correo.uaa.mx, hmuntista@gmail.com

**Resumen.** En este capítulo se muestra el desarrollo de recursos educativos digitales mediante el apoyo de la realidad aumentada como una herramienta para la ayuda en el desarrollo de habilidades de aprendizaje en niños con Síndrome de Down (SD) en el tema de la geometría. Este trabajo se considera multidisciplinario ya que conjunta áreas como: la computación, la Realidad Aumentada, la psicología, la pedagogía y la medicina. Se muestra el estado del arte para la creación de recursos educativos enfocados a niños con alguna discapacidad, así como el análisis para conocer los métodos actuales de enseñanza y aprendizaje, de esta manera conocer el nivel de apoyo a través de la realidad aumentada. Para la fase inicial y la fase de pruebas se tuvo el apoyo de la Asociación “Niños por Siempre” de la cual se seleccionó un grupo de alumnos. Se presenta un estudio de las actuales técnicas y estrategias que se utilizan para la enseñanza de las personas con Síndrome de Down, las ventajas y desventajas que estas presentan; además se puede ver las tecnologías usadas en la actualidad para la mejora del aprendizaje especialmente aquellos que se encuentran enfocados a dispositivos móviles y de los que están enfocados al uso de la realidad aumentada. Para finalizar se presentan los resultados y conclusiones obtenidas en base a la experimentación con esta aplicación. A continuación se muestra solo una parte de los contenidos de las diferentes secciones que contendrá el capítulo.

### **1 Introducción**

Hoy en día, a pesar de los grandes avances y descubrimientos científicos, resulta difícil encontrar metodologías de enseñanza y aprendizaje adecuadas para personas con diversas discapacidades.

El proceso de consolidación tarda más tiempo, ya que aprenden más despacio y, en muchos aspectos, de manera diferente a las personas sin discapacidad. Eso conlleva que, en general, necesiten más tiempo para conseguir los conocimientos y, en consecuencia, más años de escolaridad para alcanzar los distintos objetivos curriculares (Arregi, 1997). El Síndrome de Down (SD) es la causa más frecuente de discapacidad psíquica congénita (ARSIDO, 2015), que conforman la diversidad de personas con capacidades diferentes a la que el sistema educativo debe dar respuesta dentro del ámbito ordinario, en el centro escolar. Para poder planificar una respuesta adecuada a las necesidades de un colectivo, sin olvidar que éstas estarán filtradas por las características individuales, es preciso conocer cuáles son las características comunes de aprendizaje, qué necesidades generan y a partir de este conocimiento ir transformándolas en estrategias de enseñanza adecuadas.

Particularmente hablando, la mayoría de las investigaciones en el área de las matemáticas se enfocan en el aprendizaje de personas que no presentan problemas graves de aprendizaje. Ha sido hasta hace relativamente poco tiempo que surge en la investigación el interés hacia las personas con Necesidades Educativas Especiales (NEE), en particular, hacia aquellas con SD. Por otro lado, en la actualidad, cada vez son más las herramientas tecnológicas que se cuentan para subsanar las necesidades de este sector de la población.

Es importante tomar en cuenta que existen ciertas problemáticas que surgen y que afectan a los niños con este síndrome al momento de enfrentarse al proceso de aprendizaje en cualquiera de sus ramas. A continuación, se enlistan algunas de estas problemáticas, en el Capítulo II se hablará más a detalle de estas.

- Dificultades con el procesamiento de la información.
- Sus limitaciones cognitivas implican serias dificultades de abstracción y de conceptualización.
- Requieren de mayor número de ejemplos, de más ejercicios, de más práctica, de más ensayos y repeticiones que los demás niños.
- En cuanto a su forma de abordar los aprendizajes, muestran escasa iniciativa, bajos niveles de actividad, con reducida utilización de las posibilidades de actuación que el entorno educativo les proporciona y poca tendencia a la exploración.
- Les cuesta, además, trabajar solos y realizar tareas sin una atención directa e individual.
- Se da también una orientación motivacional específica que se caracteriza por un bajo nivel en la perseverancia en sus trabajos y la aparición de conductas sociales tendentes a desligarse de las actividades académicas.
- Deficiencias en la denominada función ejecutiva, relacionada con el control mental y la autorregulación. (Ruiz, 2012).

A la vista de toda esta exposición, es evidente que los alumnos con SD tienen necesidades educativas especiales muy significativas y permanentes, derivadas de la discapacidad intelectual. Pero son precisamente estas peculiaridades de su estilo de

aprendizaje las que han de orientar sobre cuáles son esas necesidades. Ello permitirá, a su vez, tomar las medidas oportunas para dar respuesta a estas necesidades, con grandes probabilidades de éxito.

La estandarización de los sistemas computarizados y las tecnologías que los soportan representa en la actualidad un campo de investigación y desarrollo muy importante, ya que afecta a numerosos entornos de trabajo, que comprenden desde la arquitectura interna de las computadoras hasta la interacción entre el humano y la computadora, pasando por las redes de computadoras, los programas de aplicación (por ejemplo, editores de texto) y los programas del sistema (por ejemplo, sistemas operativos). Es necesario determinar niveles que permitan estandarizar las estructuras informáticas para que actúen de forma homogénea y conduzcan a un resultado final ordenado y fácil de implementar (Narciso y Rodríguez, 2001).

Los avances en las tecnologías de la información han impactado grandemente en la educación. Hoy en día gran parte de las instituciones educativas utilizan apoyos didácticos basados en estas tecnologías, tanto en sistemas educativos presenciales como a distancia. En este sentido, los objetos de aprendizaje son un elemento importante ya que ofrecen una forma de organización y reutilización de los recursos didácticos; aunado a esto, la Realidad Aumentada (RA) ofrece una forma novedosa de interacción con el usuario, permitiendo la presentación de elementos reales y virtuales en un mismo ambiente, lo que aplicado a la educación facilita la comprensión de las materias de estudio ya que permiten que los estudiantes interactúen con objetos virtuales en un entorno real aumentado.

## **2 Realidad Aumentada en el Aprendizaje**

Comúnmente se suele confundir la Realidad Aumentada con la Realidad Virtual, dado que ambas tecnologías surgen a la par y comparten la mayoría de componentes para su aplicación y uso; sin embargo el punto clave para poder determinar cuándo una aplicación es de una u otra tecnología, podemos hacer uso del Continuo de Milgram, en el cual se puede observar como la Realidad Aumentada se encuentra más cercano al punto del mundo (entorno) real, debido a que es la superposición de objetos virtuales en nuestro entorno, mientras que la Realidad Virtual se crea al hacer un mundo virtual (digital) basado en el mundo real, ya que el objetivo de la misma es que nosotros como usuarios de dicha tecnología nos sumerjamos en un entorno virtual, para que experimentemos la experiencia como si estuviésemos realmente en otro lugar.

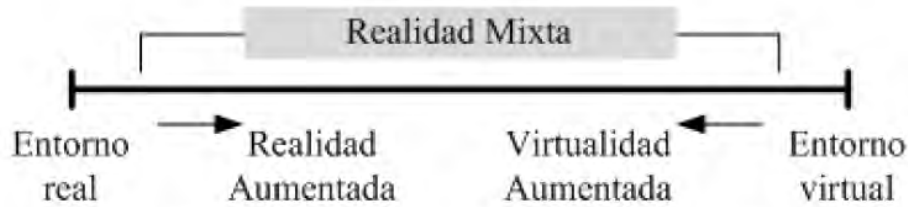


Fig. 1. Diagrama de Continuo de Milgram y Kishino 1994.

Para poder llevar a cabo la tarea de sobreponer objetos virtuales a nuestro entorno los sistemas de Realidad Aumentada hacen uso de cámaras, o cualquier dispositivo que permita captar la imagen del mundo real, objetos virtuales para mostrar al usuario (escenario virtual), un dispositivo capaz de combinar la imagen tomada del mundo real con los objetos virtuales en una sola imagen (Generador de realidad mixta) y unas gafas o monitor para proyectar la realidad mixta hacia el usuario. Dicha arquitectura se puede apreciar en la siguiente imagen (De Pedro y Martínez, 2012).

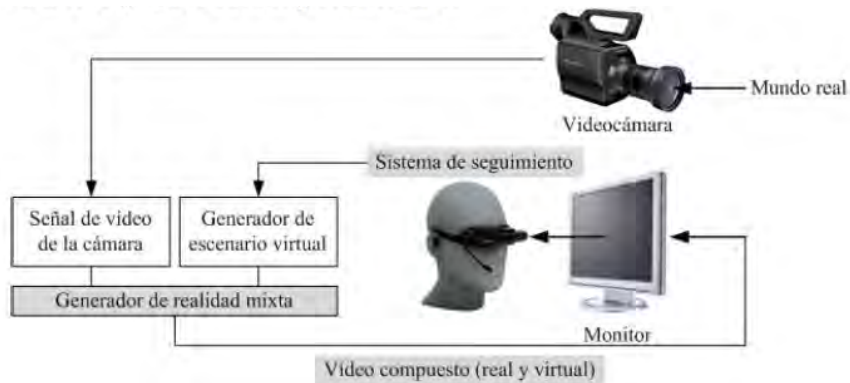


Fig. 2. Esquema general de la Realidad Aumentada.

La tecnología de Realidad Aumentada (RA), tiene su fundamento en la superposición de información virtual a un entorno real, que mediante la selección y correcta captura de imágenes por medio de una cámara, se pueda añadir información virtual al mundo real, con el objetivo de explicar de manera más profunda el objeto real que se muestra, permitiendo al usuario interactuar con ambos objetos (reales y virtuales) en un entorno inmersivo, lo que la convierte en una buena opción para implementar en la educación.

En la actualidad la educación supone una de las preocupaciones primordiales en el mundo, ya que se requiere que los alumnos cada día tengan una mejor educación, una mayor cantidad de conocimiento y un mayor número de herramientas que les permitan enfrentarse y resolver los problemas a los que se enfrentarán en su vida, por lo que no es de extrañar que como lo menciona Javier de Pedro C. "La incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, está desplazando paulatinamente a los métodos tradicionales de enseñanza" (De Pedro y Martínez, 2012).

No cabe duda que en la actualidad la tecnología es usada en más ámbitos de nuestra vida diaria y se encuentra más accesible para las personas, esto lo vemos reflejado con los niños que cada día vemos como, a más temprana edad cuentan con algún dispositivo móvil; ya sea Smartphone, tabletas o laptops, en los cuales gastan gran parte de su tiempo diariamente. Por lo que una buena práctica en la educación puede ser el aprovechar el uso de dichos dispositivos no solo para el entretenimiento de los niños sino también para su educación, debido a que la mayoría de las aplicaciones multimedia, hacen uso de diferentes formatos como: texto, imágenes, vídeo, animaciones y sonido, para presentar la información al usuario, si se aprovecha el potencial de los dispositivos móviles para poder utilizar todos estos tipos de formatos, tenemos una herramienta que complementa los métodos tradicionales de enseñanza, dado que los contenidos y objeto de estudio, se proyectan en un modo muy sugerente e interesante para el estudiante.

Recientes estudios revelan que los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (*Virtual Learning Environment*), adoptados en muchos centros de educación superior, facilitan el aprendizaje de las materias cursadas (Pan et al., 2006). Sin embargo si se implementan aplicaciones y/o ambientes similares desde grados escolares iniciales, se podría tener un mejor resultado en la enseñanza del niño y en la educación del país.

Uno de los problemas con los que se enfrentan los docentes es tener la atención de los niños para poder realizar las actividades planeadas para su educación, ya que los niños se muestran inquietos y fácilmente se puede perder su atención, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente y las necesidades que se tienen en la educación, han surgido una gran cantidad de trabajos que proponen el desarrollo y utilización de herramientas y sistemas de realidad aumentada para la ayuda a la enseñanza y formación de los niños, permitiendo que al ser una forma más interactiva e inmersiva de aprender, capte la atención de los niños y les permita formar un conocimiento mejor fundamentado.

### **3 Síndrome de Down**

El síndrome de Down (SD) es un trastorno genético causado por la presencia de una copia extra del cromosoma 21 (o una parte del mismo), en vez de los dos habituales (trisomía del par 21), caracterizado por la presencia de un grado variable de retraso mental y unos rasgos físicos peculiares que le dan un aspecto reconocible (Arsido,

2015). Es la causa más frecuente de discapacidad psíquica congénita y debe su nombre a John Langdon Haydon Down que fue el primero en describir esta alteración genética en 1866, aunque nunca llegó a descubrir las causas que la producían.

El SD es la causa conocida más frecuente de discapacidad psíquica y representa aproximadamente el 25% de todos los casos de retraso mental.

De los defectos natales, el síndrome de Down (SD) es el más frecuente y de una gran complejidad, afectando aproximadamente a 1 de cada 700-800 nacidos vivos (García, 2010).

El lenguaje y la comunicación son temas clave que limitan el desarrollo social y personal de los niños con SD. Las investigaciones de los años 90 obligan a revisar y reestructurar las antiguas recomendaciones sobre el manejo de los problemas del habla y comunicación de los niños con SD (Miller, 2001).

### **3.1 Problemas de aprendizaje en el SD**

Los niños con SD presentan una capacidad intelectual inferior al promedio, con importantes deficiencias en su capacidad adaptativa y con inicio desde el nacimiento, ya que la trisomía tiene origen genético. Se incluyen, por tanto, en el grupo de las personas con discapacidad intelectual, con quienes comparten muchas características en su forma de aprender, la mayor parte de ellas derivadas de sus limitaciones cognitivas.

Es importante tomar en cuenta que existen ciertas problemáticas que surgen y que afectan a los niños con este síndrome al momento de enfrentarse al proceso de aprendizaje en cualquiera de sus ramas, según Emilio Ruiz (Ruiz, 2010) en su libro nos presenta algunas de ellas.

### **3.2 El niño con SD y el uso de tecnologías para su educación**

Las nuevas tecnologías están generando cambios enormes que nos afectan a todos en nuestra vida cotidiana; la educación no puede quedar rezagada de tales cambios.

Las tecnologías digitales (computadoras, software y calculadoras) constituyen un excelente recurso didáctico que es conveniente llevar a las aulas para aprovechar las posibilidades que ofrecen para las distintas áreas y niveles educativos.

Muchos investigadores afirman que el uso de nuevas tecnologías digitales y la implementación de software educativo adecuado puede facilitar una mejor comprensión de conceptos matemáticos y el proceso de enseñanza-aprendizaje; y reconocen la necesidad de efectuar cambios curriculares para incluir la nueva cultura computacional en el aula (Bonilla, 2012).

Al analizar las características de las personas con SD, se deducen una serie de implicaciones educativas que es necesario destacar. Por una parte, las dificultades en atención presentadas por estas personas hacen imprescindible que las instrucciones se den de manera detallada y precisa. Se presentan dificultades en el procesamiento de la

información visual y auditiva; se ha analizado cómo los niños con SD prefieren el canal visual para recibir la información. Por ello, es necesario que la enseñanza se presente de manera gradual e individualizada, ya que cada uno de los niños con SD necesita diferente número de repeticiones, así como tiempo para responder (Ruiz, 2006).

#### **4 Recursos Educativos**

De acuerdo a Pere Marqués (2013) un recurso educativo es cualquier material que, en un contexto educativo determinado, sea utilizado con una finalidad didáctica o para facilitar el desarrollo de las actividades formativas (Ministerio de Educación Nacional, 2012). Los recursos educativos que se pueden utilizar en una situación de enseñanza y aprendizaje pueden ser o no medios didácticos. Un vídeo para aprender qué son los volcanes y su dinámica será un material didáctico (pretende enseñar), en cambio un vídeo con un reportaje del National Geographic sobre los volcanes del mundo a pesar de que pueda utilizarse como recurso educativo, no es en sí mismo un material didáctico (sólo pretende informar).

Viendo el potencial que brindaban los recursos educativos y a partir del uso y definición de los recursos educativos, surgió la iniciativa del desarrollo de recursos educativos abiertos los cuales son recursos educativos de libre utilización, es decir que no requieren de ningún tipo de pago para poder hacer uso de ellos, la definición de los REA actualmente más empleada es “materiales digitalizados ofrecidos libremente y abiertamente para profesores, alumnos y autodidactas a fin de que sean usados y reutilizados para enseñar, mientras se aprende y se investiga.” (Marquès, 2013) Los REA incluyen los contenidos educativos, el software de desarrollo, el uso y la distribución del contenido, y la implementación de recursos tales como las licencias abiertas. Esto sugiere que los “recursos educativos abiertos” se refieren a recursos digitales acumulados que pueden ser adaptados y que proporcionan beneficios sin restringir las posibilidades para el disfrute de terceros.

#### **5 Recurso Educativo con Realidad Aumentada propuesto**

Dadas las problemáticas analizadas en cuanto al sector educativo y los niños con SD surge la iniciativa por generar una aplicación móvil basada en Realidad Aumentada que permita a los profesores y alumnos tener una herramienta que logre ayudar en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría a través de la intervención de objetos reales y objetos virtuales.

Se realizaron unas preguntas iniciales a la profesora de la institución con el fin de recabar los primeros datos relevantes para el diseño y planeación de la propuesta de solución, conocer un poco de las clases y el alumnado.

La idea de esta aplicación se concentra en que el alumno interactúe entre el dispositivo móvil y los diferentes materiales didácticos con los que cuenta en el aula.



Esta aplicación debe contener una serie de elementos, colores y formas simples pero que generen interés y respuesta del alumno, además se divide en tres secciones donde el alumno aprenderá a identificar figuras y cuerpos geométricos, así como los elementos en los que puede encontrar estas figuras.

La primera parte comprende el reconocimiento de las figuras geométricas, para ello teniendo como marcador o “target” la figura geométrica, el alumno podrá visualizar en el dispositivo una serie de imágenes las cuales contienen dicha figura. El objetivo de esta actividad es que se mejore su aprendizaje logrando relacionar las diferentes figuras con diversos elementos cotidianos, es decir, que, al ver por ejemplo una puerta o un pizarrón logre identificar que la forma de estos es un rectángulo.

La segunda parte comprende los cuerpos geométricos donde básicamente trabaja de una manera similar a la anterior, haciendo uso en este caso de modelos tridimensionales como se muestra en la figura 3.



**Fig. 3.** Ejemplo de la aplicación donde se compara una pirámide con un triángulo mediante la Realidad Aumentada.

La última sección es denominada “Tangram” y en esta parte se pretende que los alumnos interactúen con el dispositivo y los diferentes materiales con los que trabajan en sus clases regulares. Los elementos generados como targets para esta actividad son diversas imágenes de cosas y objetos que conocen; la idea es que los alumnos con el apoyo de figuras geométricas a partir de los diversos materiales que cuentan generen estas imágenes (como en un tangram) y que una vez sean visualizados en la cámara del dispositivo les muestre ya sea en 2D o en 3D el objeto que han creado.

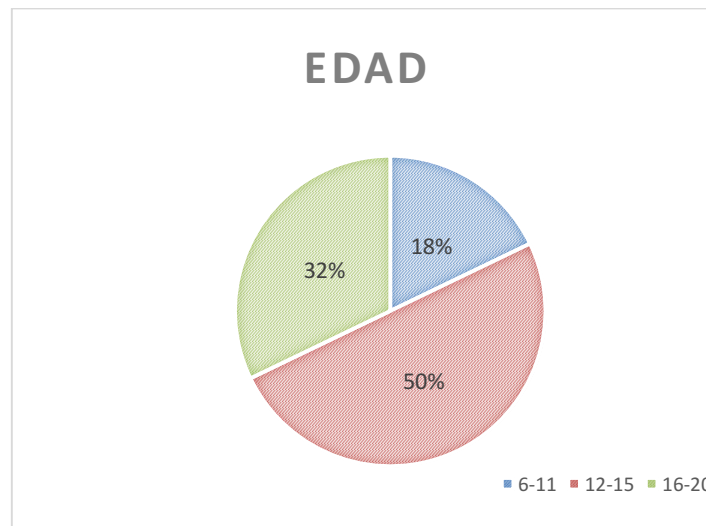
## 6 Resultados

### 6.1 Pruebas con alumnado

#### 6.1.1 Recopilación de datos

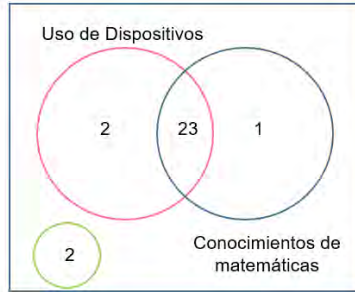
Con el fin de conocer un poco más de los alumnos, su nivel de conocimiento y el desarrollo que presentan antes y después del uso de la aplicación en el aula se realizaron una serie de preguntas hacia los padres de familia y de la profesora.

En esta institución asisten aproximadamente 40 alumnos, de los cuales se obtuvieron los datos únicamente de 28, los cuales se encuentran entre los 7 años y los 20 años de edad. Teniendo un mayor número de niños entre los 12 y los 15 años de edad, ver grafica 1.



**Grafica 1.** Porcentaje de edades de los alumnos.

Uno de los puntos que más interesa saber es el nivel de conocimiento que presenta el alumnado ante las matemáticas y el uso de los dispositivos móviles. De estos alumnos existen cuatro niños que tienen poco tiempo recibiendo formación educativa, siendo dos de ellos los no tienen conocimiento alguno ni nociones sobre las matemáticas ni el uso de dispositivos móviles, en el siguiente diagrama se puede observar que la mayoría de los estudiantes (más del 80%) presentan conocimiento tanto del uso de los dispositivos como de las matemáticas, aquí se engloba desde básico hasta medio.



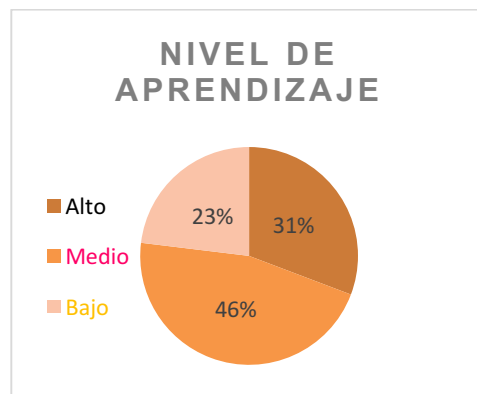
**Figura. 4** Diagrama que indica el uso de dispositivos móviles y el conocimiento en matemáticas

Cabe señalar que también se preguntó qué tipo de uso hacen los alumnos en estos dispositivos, en este sentido la mayoría de los padres coincide con que sus hijos realizan actividades desde escuchar música, ver videos y jugar, en el caso de los alumnos más avanzados inclusive hacen uso del chat y/o envío de mensajes.

En estas mismas preguntas se logró averiguar que dentro de los juegos ninguno de ellos está destinado para personas con SD, de echo ninguno de los padres sabe que existen este tipo de aplicaciones tanto para sus hijos como para otras personas con discapacidades intelectuales, aunado a esto, se encuentra la situación que tampoco saben lo que es la Realidad Aumentada.

Ahora bien, el nivel de aprendizaje está dado por diversos factores donde el que más importante es el coeficiente intelectual de cada alumno, aunado a los diversos factores personales, sociales y familiares, así como el tiempo que tienen recibiendo una formación académica.

En el caso de esta institución, todos los alumnos conviven e interactúan en las clases por igual, sin importar la variación en edad, nivel de conocimiento o coeficiente intelectual que presente cada uno de ellos, en la siguiente grafica (Grafica 2) se observa el nivel de aprendizaje que presentan los alumnos.



**Grafica 2.** Nivel de aprendizaje.

Se determinó de acuerdo a la relación que existe entre el tiempo que el alumno tiene recibiendo educación y el avance que observa la profesora de acuerdo a las evaluaciones que realiza la misma.

## 6.2 Trabajo en clase

Se ha trabajado con un total de 11 alumnos con diferentes características para analizar la reacción y el avance que existe en cada uno de ellos una vez que se haga uso de la aplicación. En este caso se observa la edad del alumno y el tiempo que tiene recibiendo educación, así como el uso de dispositivos móviles y el nivel de conocimiento que presenta ante la asignatura.

Cabe destacar, que cuando se habla de nivel bajo nos referimos a aquellos alumnos que aún no logran el conocimiento tal que logren identificar los números y/o figuras; el nivel medio lo comprenden aquellos que saben contar y posiblemente son capaces de identificar algunas de las figuras geométricas; el nivel avanzado lo comprenden aquellos alumnos que saben contar números no mayores a tres cifras, además de realizar operaciones aritméticas básicas e identifican algunas figuras geométricas.

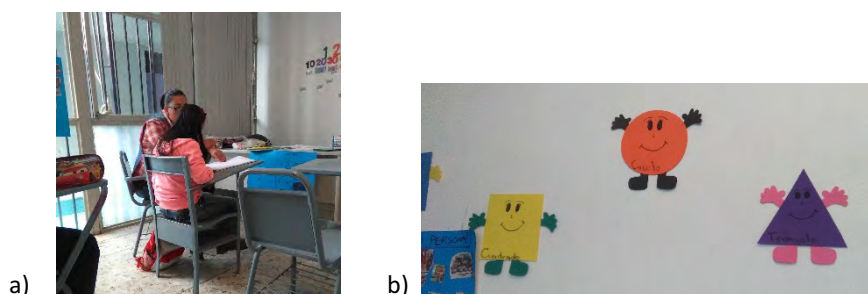
**Tabla 1.** Datos Iniciales de alumnos.

ALUMNO	EDAD	TIEMPO ESTUDIO	DISP. MOVILES	MATEMATICAS	OBSERVACIONES
1	18	17	NO	SI	Nivel avanzado
2	17	*	NO	NO	A pesar de no tener conocimientos presenta un aprendizaje rápido
3	7	*	SI	NO	Nivel bajo. Aprendizaje rápido, fácil comprensión
4	15	1	SI	SI	Nivel medio, lenguaje poco desarrollado
5	13	2	NO	SI	Nivel bajo, aprendizaje lento
6	12	6	SI	SI	Muy inquieto, avance medio
7	12	9	SI	SI	Nivel avanzado
8	16	No especificado	SI	SI	Nivel bajo, se distrae con facilidad
9	13	13	SI	SI	Nivel medio
10	17	14	SI	SI	Nivel medio
11	20	20	SI	SI	Aprendizaje Lento

\*Menor a un año

Una vez seleccionados los alumnos, con el apoyo de la profesora Ana Elena Lara se decidió estructurar la sección de pruebas de tal manera que cada una de las sesiones se dividiera en dos partes.

La primera parte de la sesión comprende la explicación del tema por parte de la profesora a través de las diversas técnicas que ella estructura y apoyándose del pizarrón y algunos otros elementos didácticos con los que cuenta como se muestra en las siguientes figuras, cabe mencionar que, a diferencia de una escuela regular, una vez que la profesora explicó el tema ante todos los alumnos, nuevamente debe repasarlo con cada uno de ellos, ver figuras 5 a y b.



**Fig. 5.** Fase inicial de sesión. a) Profesora apoyando a una de las alumnas. b) Parte del material con el que la profesora se ayuda para dar su clase.

Una vez terminada la explicación por parte de la profesora, se procede a hacer uso de los dispositivos móviles con la aplicación, para ello se prestó a los alumnos el material con el cual trabajarían como marcadores.

Esta etapa se dividió en tres fases, en cada una de ellas se realizaron diversas observaciones, anotaciones y cuestionamientos tanto para el alumno como para la profesora y determinar el nivel de satisfacción en ambos casos, estas fases son:

a) Reconocimiento del dispositivo y la aplicación.

En esta fase se le presentó a cada alumno el dispositivo con la aplicación, Ya que el alumno tenía el dispositivo, se explicó a cada uno de ellos el funcionamiento de la aplicación, se observó la interacción con el mismo y la respuesta que presentaban ante cada una de las imágenes que observan, además se realizaron una serie de preguntas breves para conocer la opinión de los alumnos.

b) Conocimiento de las figuras y cuerpos geométricos.

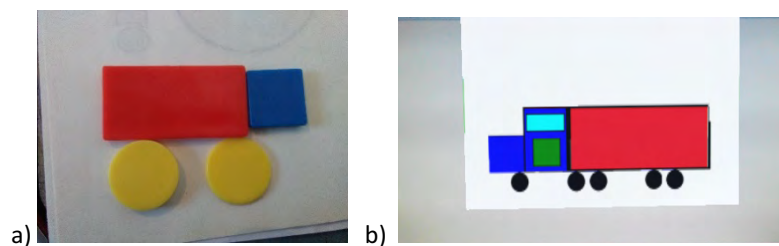
Esta fase nuevamente el alumno tiene interacción con el dispositivo, sin embargo, en este caso se dedica específicamente a ver las imágenes de los temas comprendidos en la clase, para esta parte el alumno ya conoce la forma uso de la aplicación. Aquí se verifica que el alumno sea capaz de entender el objetivo de la aplicación, además de que reconozca los diferentes objetos reales y los virtuales y que a partir de estos sea capaz de encontrar la similitud con otros objetos comunes a su alrededor.



**Fig. 6.** Alumnos haciendo uso de la aplicación en fase de enseñanza.

c) Actividad de interacción entre material didáctico y la aplicación

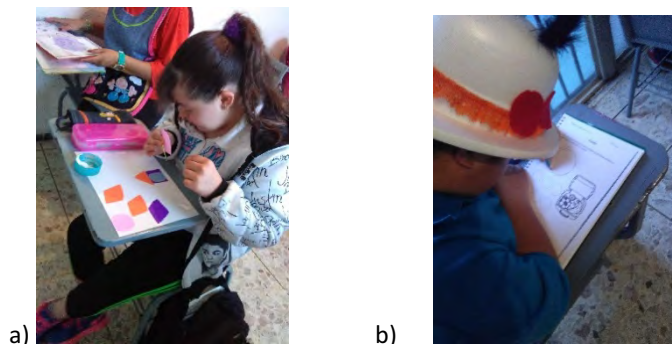
Como se vio en el tema “Problemas de aprendizaje en el SD”, el alumno requiere de cierta cantidad de material didáctico para un mejor aprendizaje, esta etapa hace uso de la actividad denominada “Tangram”, donde el alumno a través de diversos elementos y materiales como recortes, figuras de plástico o impresiones donde están presentes las diferentes figuras geométricas vistas en clase, tales que al unirse genere nuevas formas, imágenes o paisajes tales que estos cobren vida a través del dispositivo móvil una vez que la cámara del mismo esté sobre estas.



**Fig. 7.** Actividad “Tangram”. a) El alumno crea un camión a partir de las piezas plásticas que se le dan. b) Imagen que muestra la aplicación al usar como marcador (target) la figura creada por el alumno.

En esta actividad además de pedir al alumno que cree la figura, se realizan diversos cuestionamientos para identificar nuevamente el nivel de aprendizaje, si recuerda las figuras, puede identificarlas y nombrarlas, así como señalar los objetos comunes en los que puede observar dicha figura.

La segunda parte de la sesión comprende el aprendizaje y la evaluación del mismo a través de actividades que presenta la profesora. Para la evaluación, se divide en dos partes, la primera está basada en una revisión oral a través de diversas preguntas al alumno, y la segunda se basa en la contestación de diferentes ejercicios presentes en el libro de actividades que tiene cada uno de los alumnos.



**Fig. 8.** Actividad de aprendizaje y evaluación con el material de apoyo que presenta la profesora. En la primera imagen (a) se pide al alumno identifique las diferentes figuras geométricas aprendidas y que genere algún dibujo a partir de las mismas. En la figura (b), el alumno contesta las actividades de su libro referentes al tema visto.

Para complementar la experiencia del alumno y estimular más su aprendizaje en el hogar, se presentó a algunos padres de familia la aplicación, se explicó el funcionamiento y se instaló en sus diferentes dispositivos móviles, además se les entregaron los diferentes marcadores con los que podrían trabajar.

## 7 Conclusiones

Se han identificado diversos resultados importantes y satisfactorios para esta investigación, a partir de los cuales se obtienen una serie de conclusiones, mismas que serán analizadas en el siguiente apartado del documento.

Primeramente, luego de la investigación bibliográfica y a través de la fase de pruebas y experimentación, se puede concluir que la aplicación de las tic's tanto dentro como fuera del aula, en este caso a partir del uso de dispositivos móviles, resulta ser una excelente herramienta capaz de ayudar en el aprendizaje de los niños con síndrome de Down (SD). En el caso de la aplicación desarrollada se observan resultados favorecedores en el aprendizaje de los alumnos una vez que han hecho uso de la misma; por otro lado de acuerdo a los resultados de las encuestas aplicadas a la profesora de la institución y a los padres de familia se tiene un nivel de aceptación general de la aplicación, lo cual, como se mencionó anteriormente, reconoce que esta cumple con lo establecido de manera satisfactoria, requiriendo de mejoras posteriores.

La convivencia con el alumnado de la institución permitió corroborar la evidencia bibliográfica, identificar a cada uno de los niños, así como las problemáticas que podrían surgir antes, durante la elaboración de la aplicación y una vez que esta culminara, para así poder estructurarla adecuadamente y verificar que los objetivos se cumplieran satisfactoriamente.

## **Referencias**

1. ARSIDO “Asociación Síndrome de Down” (2015). Síndrome de Down. Características. [En Línea] [Fecha de Consulta: 10 de octubre de 2015] Disponible en: <<http://www.arsido.org/caracteristicas.php> >
2. Arregi, A. (1997). Síndrome de Down: Necesidades Educativas y Desarrollo del lenguaje. Vasco, España: Instituto Para el Desarrollo Curricular y la Formación del Profesorado.
3. Bonilla J. (2012). Actividades Computacionales de Conteo Matemático para niños con Síndrome de Down. México, D. F. : Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
4. De Pedro Carracedo, J., & Méndez, C. L. M. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. IEEE-RITA,7(2), 102-108.. [En Línea] [Fecha de Consulta: 10 de Septiembre de 2014] Disponible en: <http://rita.det.uvigo.es/201205/uploads/IEEE-RITA.2012.V7.N2.pdf>
5. García Alba, J. (2010). Déficits neuropsicológicos en síndrome de Down y valoración por Doppler Transcraneal. Madrid.
6. Marquès Graells, P. (2013). Los medios didácticos y los recursos educativos. Martín, J. A. G., & Callejón, J. M. P. (1998). Sistemas expertos probabilísticos (Vol. 20). Univ de Castilla La Mancha.
7. Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, 77(12), 1321-1329.
8. Miller, J. F. (2001). Síndrome de Down: comunicación, lenguaje, habla. Barcelona, España: Masson.
9. Ministerio de Educación Nacional. (2012). Recursos Educativos Digitales Abiertos. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: Graficando Servicios Integrados. <http://www.colombiaaprende.edu.co/reda/REDA2012.pdf>. Accedido el 25 de abril de 2015.
10. Narciso, F. E. Y Rodríguez T. J. (2001). La Interacción Humano-Computadora (MODIHC). Mérida, Yucatán.
11. Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J., & Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. Computers & Graphics, 30(1), 20-28.
12. Ruiz. E. (2010) Erase Una Vez...El Síndrome De Down. Ciencias de la educación preescolar y especial.
13. Ruiz E. (2012) Programación educativa para escolares con síndrome de Down. Fundación Iberoamericana Down 21.





## **Diseño y Uso de Aplicaciones Lúdicas en Móvil para Apoyo de Problemas de Aprendizaje Leve en Matemáticas Básicas**

Muñoz Arteaga Jaime<sup>1</sup>, Ortiz Esparza Miguel Angel<sup>1</sup>, Héctor Pérez González<sup>2</sup>,  
Héctor Cardona Reyes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Av. Universidad #904, Ciudad Universitaria  
C.P. 20131, Aguascalientes, Ags. México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Facultad de Ingeniería  
Dr. Manuel Nava #8, Zona Universitaria,  
C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P., México.

<sup>1</sup>{ing.miguel.o.e, jmauaa}@gmail.com

<sup>2</sup>hectorgerardo@uaslp.mx

**Resumen.** Hoy en día la tecnología está presente en casi cualquier actividad del ser humano, se encuentra en los procesos tecnológicos que nos ayudan con tareas de la casa, entretenimiento, trabajo, investigación, etc. y la educación no es la excepción en la aplicación de éstas herramientas tecnológicas, es por ello que se pretende utilizar la tecnología para acercar el conocimiento básico a niños con problemas de aprendizaje en matemáticas básicas. En la actualidad existen herramientas tecnológicas comerciales de acceso en línea que apoyan eficazmente ciertas habilidades matemáticas básicas, pero no llegan a dar un soporte en el apoyo de actividades docentes y mucho menos es reducido el número de aplicaciones en móvil para apoyo a actividades que considera ciertos problemas de aprendizaje en matemáticas a nivel primaria. En general la construcción de aplicaciones interactivas en móvil para matemáticas básicas se construyen en general de forma artesanal, lo cual genera aplicaciones con una gran variedad de contenidos, pero con poca utilidad para mitigar los problemas de adquisiciones de las habilidades que lleguen a tener los niños como por ejemplo que lleguen a presentar un cierto nivel de hiperactividad, un cierto ritmo lento de aprendizaje o de falta de memorización. El presente trabajo propone una solución sistemática para el desarrollo de aplicaciones interactivas móviles lúdicas para niños con problemas de aprendizaje en matemáticas básicas, las cuales son desarrolladas en base en los fundamentos pedagógicos de las operaciones lógicas e infralógicas de Piaget [1] así como en fundamentos de la ingeniería de software. La producción de aplicaciones interactivas en móvil es a base de un proceso de desarrollo de software iterativo e incremental el cual propone dos etapas básicas, la primera denominada general, en la cual se analizan los requerimientos generales de los usuarios como son el sistema operativo, la

interactividad, los sonidos, colores, efectos, etc. Con estos requerimientos se analiza y diseña una solución general de las formas de producción de las aplicaciones y se procede a la etapa de prototipado en la cual mediante las fases de comunicación, diseño rápido, modelado rápido, construcción del prototipo y retroalimentación, se itera lo necesario hasta que el usuario final indica que la aplicación interactiva cumple con los requerimientos necesarios para la habilidad matemática a desarrollar en el niño que presente en cierto momento problemas de aprendizaje. Con el fin de apreciar la propuesta el presente trabajo incluye un caso de estudio realizado con un grupo de alumnos de diferentes edades y grados a nivel de escuela primaria en México.

**Palabras Clave:** Aplicaciones interactivas lúdicas, habilidades matemáticas básicas, operaciones lógicas e infralógicas, proceso de software.

## 1 Introducción

Este capítulo trata de la importancia de la educación primaria los aspectos que la hacen relevante en la vida cotidiana y como a nivel internacional se promueve el uso de tecnologías como herramienta para impulsar el aprendizaje en la educación, el contexto de la problemática va dirigido a niños de México con problemas de aprendizaje leve en matemáticas básicas con edades entre los 6 y 12 años, que cursan la escuela primaria. Esta investigación está motivada en el propósito de ayudar a mitigar los problemas que tienen los niños en diferentes habilidades matemáticas mediante el empleo de aplicaciones móviles, para ello se desarrollan las aplicaciones con base en los aspectos sociales, pedagógicos, psicológicos, etc.

Hoy en día la educación es el motor que impulsa las economías de un mundo actualmente tan competido, un país con altos índices de educación entre su población tiene grandes expectativas en el desarrollo tanto económico, político y social.

La educación básica recibe ese nombre no porque sea la menos importante de todos los demás niveles, sino al contrario, porque representa la educación esencial y fundamental que sirve para adquirir cualquier otra preparación en la vida del individuo, porque representa el aprendizaje de los elementos necesarios para poder desenvolverse en la sociedad y dentro de su cultura, es por ello que es la educación obligatoria que han de recibir todos los futuros ciudadanos [2].

Un problema de aprendizaje leve consiste en problemas no asociados a discapacidad motriz, cognitivas graves como alzheimer, acalculia, discalculia o algún trastorno grave o psicológico como puede ser el Autismo o Síndrome de Down, sin embargo se encarga de todos aquellos factores como son los psicológicos, sociales, déficit de atención (TDH), problemas de memoria a corto y largo plazo, etc., los cuales pueden ser mitigados mediante aplicaciones lúdicas y el constante asesoramiento y practica por parte del maestro hacia el niño con aplicaciones móviles.

Según la RAE (Real Academia Española), define la palabra lúdico del latín ludus “juego”, aquel que es perteneciente al juego o relativo al juego, es por ello que las

aplicaciones lúdicas móviles tienen relación con el juego dependiendo del perfil que se le otorgue a la aplicación, en este caso se tiene un perfil pedagógico [3].

Un proceso de desarrollo de software según Braude es la descripción de una secuencia de actividades que deben ser seguidas por un equipo de trabajadores para generar un conjunto coherente de productos, uno de los cuales es el programa del sistema deseado. El objetivo básico del proceso es hacer predecible el trabajo que se requiere como es predecir el costo, mantener un nivel de calidad y predecir el tiempo de desarrollo [4].

Es por ello que en México se tienen avances en el tratamiento y estudio de estos problemas dada la importancia de una buena educación desde sus inicios ya que si no se atiende a tiempo un niño con problemas con el aprendizaje de las matemáticas puede generar un efecto bola de nieve en su educación, que es el cúmulo progresivo problemas de esta índole haciendo que el estudiante aborrezca el tema, esto puede provocar a futuro que el alumno termine por desertar o tener problemas de autoestima, cuando en realidad es un potencial profesionista.

Debido a lo anterior y atendiendo las recomendaciones de la UNESCO en México se tienen avances en el tratamiento y estudio de estos problemas dada la importancia de una buena educación desde sus inicios, debido a que esta es la base de una buena educación que puede culminar en grados profesionales [5].

## **2 Problemática**

Algunos de los problemas que se tienen en la impartición del conocimiento en nuestro país se basan en las ciencias exactas en especial las matemáticas, tanto en personas con características promedio como en aquellas personas que tienen algún problema de aprendizaje leve [6].

La problemática se acentúa basto cuando el niño presenta alguna dificultad en la adquisición de conocimientos matemáticos básicos. Estos tipos de problemas retrasan o limitan que un alumno avance en su educación y formación básica y se denotan por no alcanzar los resultados promedio esperados en un alumno de su edad [6] [7].

En esta problemática solo nos enfocaremos más en los problemas de las matemáticas que presentan los niños de educación básica comprendida dentro del primer al sexto año de primaria y que se analizara en específico los problemas de aprendizaje leves.

Según la literatura existe muchas problemáticas a las cuales se les atribuye los altos índices de reprobación en México, entre los cuales destacan los siguientes puntos [8].

1. Falta de programas de capacitación para el docente en uso de las nuevas tecnologías.
2. No hay una atención continua a los problemas psicológicos y sociales que los niños de educación primaria pueden llegar a tener.
3. Falta de técnicas de especificación para la generación de actividades didácticas en conjunto con el uso de tecnología

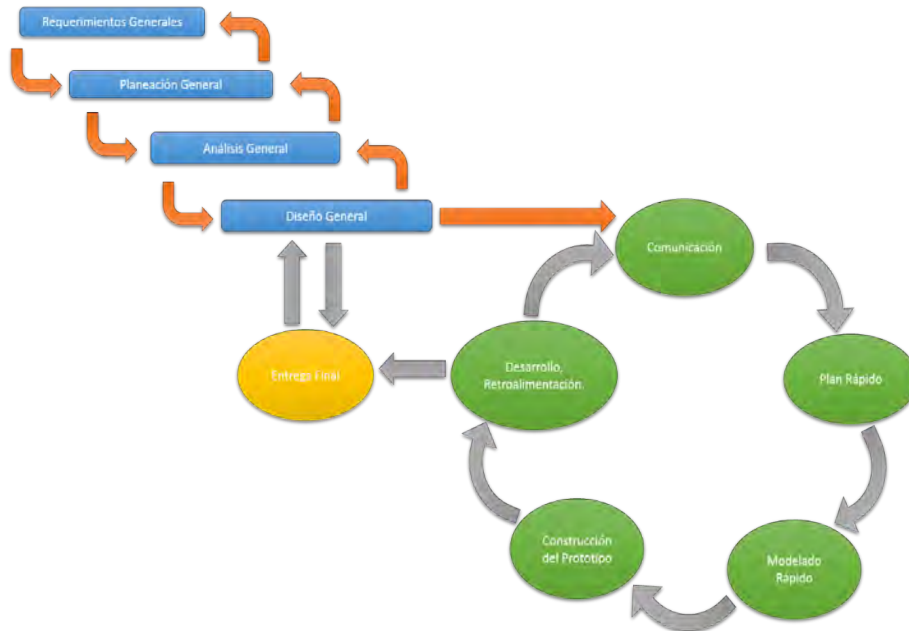
4. La falta de recursos necesarios para trabajar tanto para maestros como para niños (Material didáctico, contenidos digitales, equipo computacional, acceso a red, etc.).
5. La indisponibilidad de aplicaciones lúdicas móviles propias para atender problemas en matemáticas de educación básica
6. No se cuenta con modelos de desarrollo de software para aplicaciones lúdicas móvil para matemáticas de educación básica

El problema principal es la falta de la inclusión de tecnología como herramienta de apoyo para ayudar a los niños con problemas de aprendizaje leves en matemáticas básicas debido a la falta de recursos tanto básicos como tecnológicos, el desconocimiento de la existencia de este tipo de herramientas por parte de los docentes, la falta de desarrollos específicos para la problemática de los niños mediante un enfoque pedagógico y la falta de un proceso de desarrollo de aplicaciones matemáticas lúdicas que ayuden a mitigar la problemática de cada uno de los niños con este tipo de problemas [8].

### **3 Un modelo de proceso**

El desarrollo de este modelo de desarrollo está centrado en el usuario lo cual lo hace iterativo y evolutivo, es por ello que el usuario que son en su conjunto los maestros de apoyo y los niños con problemas de aprendizaje son los que retroalimentan y ayudan a darle el enfoque correcto necesario según la habilidad matemática necesaria a desarrollar, es un proceso de desarrollo que implementa la reutilización de prototipos ya construidos que ayuden a dar una retroalimentación correcta de las necesidades del usuario.

Para la creación de un producto se utiliza el modelo de desarrollo prototipado evolutivo iterativo que en secciones más adelante se muestra con mayor detalle.



**Fig. 1.** Proceso propuesto para el desarrollo de aplicaciones lúdicas en móvil para apoyo en matemáticas de educación básica.

### 3.1 Descripción de las etapas del proceso

**Requerimientos Generales:** Son todos aquellos requerimientos que se tienen en el desarrollo de aplicaciones móviles para niños con problemas matemáticos básicos como pueden ser un desarrollo amigable con colores y sonidos llamativos, desarrollo en dispositivos móviles, contar con aplicaciones basadas en las habilidades lógicas e infralógicas, manejo de perfiles de usuario, manejo de niveles de complejidad, aplicaciones interactivas, reportes de avance en las habilidades, módulos de práctica y de evaluación, desarrollos monousuarios, etc.

En otras palabras son todos aquellos parámetros que permiten realizar el sistema acorde a las necesidades del usuario, son todas aquellas peticiones explícitas e implícitas con las que deberá cumplir el sistema para que sea útil al usuario.

**Planeación General:** Dentro de esta etapa se planea como deberán interactuar las aplicaciones en conjunto, como deberán ser las interfaces entre ellas y las de usuario, como los datos fluirán entre los módulos para que sea un esquema general de integración de aplicaciones para que el maestro tenga una solución integral que le ayude a elegir las aplicaciones acorde a los perfiles del niño, además de saber cómo se almacenarán los datos y como estos tendrán interacción para definir el nivel en el que el niño se encuentra conforme a su desempeño.

**Análisis General:** Etapa donde se hacen los análisis de tecnologías y plataformas que conformaran las aplicaciones, los colores, las formas de retención de atención por parte del niño, las mejores prácticas de desarrollo aplicaciones para niños etc.

**Diseño General:** Se realizan algunos diseños generales de interfaces, conexiones, plataformas componentes y como estos deben interactuar entre sí, formando la funcionalidad del sistema.

**Comunicación:** Conforme a la información obtenida de los maestros de educación especial se comunican los datos específicos para el desarrollo de una aplicación definiendo las características de esta aplicación y comenzando el proceso de prototipado de aplicaciones matemáticas.

**Plan Rápido:** Con base a la comunicación anterior se generan un plan rápido de desarrollo de la aplicación para generar la idea que se debe de tener en el desarrollo de esta aplicación por medio de prototipado y con base a las habilidades matemáticas que el niño necesita.

**Modelado Rápido:** Mediante el modelado rápido y respetando el modelado general, ideamos una forma práctica de modelar la aplicación acorde a las especificaciones generales de las habilidades básicas en matemáticas para niños, los requerimientos específicos y el plan rápido generado anteriormente.

**Construcción del prototipo:** Para la construcción del prototipo se requieren el modelado anterior, basado solamente en el componente, ósea la construcción del mismo sin salirse del modelado general ni de las especificaciones generales misma que se basaran en las habilidades que desarrollara el niño.

**Desarrollo y Retroalimentación:** Aquí es donde se presenta ante el maestro el prototipo que viene siendo una parte del sistema, como una parte del rompecabezas, donde le usuario da el visto bueno al prototipo, lo retroalimenta por medio de comentarios y sugerencias o de plano lo desecha y en cualquiera de los casos se repite el ciclo de desarrollo prototipado.

**Entrega Final:** Una vez que el componente cumple con los requerimientos del sistema se realiza una entrega parcial o se concluye que esa parte está terminada y se continua con la construcción de otro prototipo hasta completar las aplicaciones basadas en las habilidades básicas para niños con problemas de aprendizaje.

#### **4 Caso de estudio**

Esta sección tiene como fin de presentar un caso de estudio con el fin de apreciar el uso del modelo del proceso aquí propuesto (ver sección anterior) para el desarrollo de aplicaciones lúdicas en móvil como un apoyo a problemas de matemáticas básicas.

## **4.1 Etapa general**

### **4.1.1 Introducción**

El presente caso de estudio fue desarrollado en una escuela primaria denominada Gregorio Torres Quintero, ubicada en el municipio de Jesús María, Aguascalientes, México. Gracias a que la escuela cuenta con Unidades de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER) del Instituto de Educación de Aguascalientes, fue posible aportar una aplicación lúdica móvil como apoyo a tres niños que presentaban algunos problemas de aprendizaje leve en matemáticas básicas. El primer niño el cual denominaremos Alumno1 tiene siete años de edad y está cursando actualmente segundo grado de primaria, tiene problemas con operaciones aritméticas básicas acentuándose más en el reconocimiento de los números y el conteo de objetos, el Alumno2 tiene siete años de edad, está cursando actualmente el segundo grado de primaria, tiene problemas en con el reconocimiento de los números en especial cuando se trata de representarlos en escritura y por último el Alumno3 el cual tiene ocho años de edad cursa actualmente el tercer grado de primaria, tiene problemas con el reconocimiento de números en especial en la representación gráfica de los mismos.

### **4.1.2 Requerimientos generales**

Para el presente caso de estudio se desarrolló con base a los perfiles, una aplicación denominada “Pronunciar dígitos y operadores”, la cual siguiendo los pasos del modelo de desarrollo se definieron los requerimientos generales como son, el desarrollo en dispositivos móviles “Android”, desarrollo para tableta, interactividad con los niños y llamativo en aspectos visuales.

Además de eso se buscó en la App Store de Google denominada “Play Store” aplicaciones que pudieran ayudar a los niños según los perfiles que se consiguieron.

### **4.1.3 Análisis General**

Una vez que se tienen los requerimientos generales se procede al análisis general de la información, identificando la problemática de los tres casos y las estrategias de desarrollo. Según las estrategias del maestro de apoyo, para este caso se requiere que los tres alumnos tengan una motivación especial como la retención de su atención hacia las aplicaciones mediante la interactividad, lo cual ayudara a enfocar la atención de los niños en la aplicación además de ayudar a la pronunciación de los dígitos y operadores matemáticos.

### **4.1.4 Planeación General**

Durante la planeación general se planean las formas de desarrollo, las aplicaciones a desarrollar con base en las habilidades matemáticas y los niveles de dichas aplicaciones, como son evaluar las respuestas y la interacción del alumno con la aplicación, para ello se identifican las necesidades conforme a la siguiente tabla.

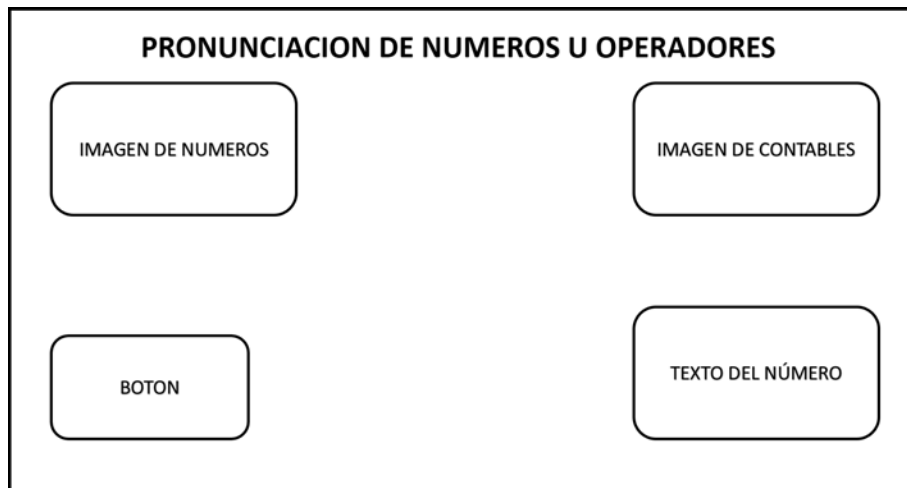


**Tabla 1.** Relación de habilidades en matemáticas básicas con estrategias de enseñando utilizando aplicaciones lúdicas en móvil.

Habilidades Matemáticas	Conocimientos Esperados	Actividades de Aprendizaje	Aplicaciones Interactivas en Dispositivos Móviles	Apps.
Discriminación Visuoespacial	*Reconocer arriba, abajo, atrás, adelante, grande, chico, etc. *Valores de distancias, cerca, lejos, etc. *Reconocer mayor que, menor que, etc. *Reconocimiento de figuras geométricas. *Reconocimiento de la magnitud del valor de un número.	Nivel inicial que ayuda a las orientaciones básicas del niño, la ubicación y el manejo del dimensionamiento a través del espacio, en esta habilidad matemática el maestro ayudará a que el niño adquiera las habilidades de orientación como que esta atrás, que esta adelante, que está lejos, que está cerca, etc. El niño también adquirirá la habilidad de la comparación entre dos objetos, definiendo cual es mayor que, cual es menor que y viceversa, esto mismo lo puede hacer mediante el uso de las figuras geométricas, reconociéndolas y a su vez haciendo comparaciones sobre las características de las mismas. Derivado de las anteriores habilidades adquiridas, el niño asignará un número como magnitud a cada objeto en una unidad de medida por lo que será una etapa más madura de comparación entre los números.	* El juego de los opuestos.	
			* GEOM.	
			* Juegos Infantiles educativos.	
			* Preescolar Partes del Cuerpo.	
			* Ordena los Arboles.	
* Aprender a Leer la Hora.				
Reconocimiento de Números y Operadores.	*Aprender a cuantificar, (conteo de objetos discretos). *Reconocimiento de los dígitos. *Reconocer los cuatro operadores básicos. *Leer y escribir números en cantidades de uno, dos o tres dígitos.	Nivel básico que ayuda al niño a adquirir las habilidades de conteo de objetos discretos, el niño puede contar y a su vez asignarle un número a cada objeto. Derivado de ello, el niño reconoce como primer paso los dígitos y después siguiendo esta dinámica puede aprender cualquier cifra que desee. También en esta el niño reconocerá los operadores básicos, puede que no reconozca su funcionalidad, pero es necesario que los identifique. Por ultimo podrá escribir números y operadores, los pronunciará así como los escribirá.	* Aprende a contar 123.	
			* Juegos para niños: números.	
			* Puzzles para niños. Educativos.	
			* Pares e Impares.	
Problemas Aritméticos Básicos.	*Operaciones con sumas y restas. *Operaciones con multiplicación y división. Resolución de problemas reales de vida cotidiana.	Nivel intermedio que mediante conocimientos consolidados ayuda a realizar operaciones matemáticas básicas con sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, una vez dominados estas operaciones se pueden trasladar las operaciones a actividades de la vida diaria, lo cual fortalece y ayuda a los niños a desarrollarse en su entorno.	* 2 Jugadores Juegos Matemáticos.	
			* Profesor Matemáticas.	
			* Tiendita.	
			* Operaciones Básicas.	
Procesamiento Verbal de los Números.	*Pronunciación correcta de los números y símbolos. *Reconocimiento mediante la pronunciación oral de números y símbolos.	El niño desarrollará la habilidad de pronunciación de los dígitos y operadores, también mediante el dictado de números y operadores podrá relacionarlos con los símbolos que les corresponden.	* Juegos para niños: números.	
			* Pronunciación de Números y Operadores.	
			* Reconocer figuras geométricas.	
			* Pájaros y Jaulas.	
Representación Número-Símbolo.	*Cambiar números de símbolo a texto. *Cambiar números de texto a símbolo.	El niño aprenderá a relacionar los textos con los símbolos, mediante la conversión de estos y la relación que los enlaza.		
Memoria de Corto y Largo Plazo.	*Recordar funciones de los operadores básicos. *Recordar operaciones cotidianas como 3*5, 2+2, Tablas de multiplicar.	El niño desarrollará la memoria de corto y largo plazo, la primera utilizada para recordar los números de acarreo que se llevan por ejemplo y la segunda es para recordar las funciones de los operadores y sus diferencias, o también las técnicas como son el acarreo de unidades.	* Memoria Matemáticas.	

#### 4.1.5 Diseño General.

Para el diseño general se propone la agrupación de aplicaciones con las mismas características de desarrollo, se recomienda el diseño de interfaces de desarrollo de aplicaciones móviles y se hace un diseño basado en prototipos a nivel general, como el que a continuación se presenta.



**Figura 2.** Diseño de interfaces para el desarrollo de aplicaciones basadas en asistir al niño para adquirir habilidades de pronunciación y conocimiento de los dígitos y operadores matemáticos mediante tres representaciones diferentes.

Una vez hecho esto se investiga la posibilidad de que el producto exista en fuentes gratuitas como puede ser la “Play Store” de Google y en caso de que exista se necesita el visto bueno del especialista para que sea aceptado como primer prototipo de retroalimentación para las necesidades de los niños con problemas de aprendizaje de las matemáticas o en caso contrario se puede hacer la retroalimentación para hacer las modificaciones a un nuevo prototipo a desarrollar.

Si no se ha encontrado ningún prototipo se puede empezar a desarrollar la aplicación con una primera iteración plasmando los requerimientos más importantes. Y es así como comienza la etapa de prototipado.

Durante la búsqueda de aplicaciones, no se encontraron aplicaciones relacionadas con el reconocimiento de pronunciación de dígitos y operadores matemáticos para niños con este tipo de problemas, es por ello que se procedió a desarrollar mediante el proceso de prototipado una aplicación que contenga las características que ayuden al niño a desarrollar dicha habilidad según el especialista.

## 4.2 Etapa prototipado

### 4.2.1 Comunicación

En la etapa de comunicación se pueden aprovechar los requerimientos en la primera fase para determinar las características principales, en este caso una de las características es que la aplicación sea llamativa, interactiva, desarrollada para dispositivos móviles añadiendo los puntos específicos para la aplicación a desarrollar como son la representación de dígitos grandes, coloridos y amigables, la representación de objetos contables fáciles de diferenciar y conocidos por los niños y un texto

llamativo y de tamaño legible para que el niño se pueda familiarizar con las tres formas de representación de un número y las mismas características para los operadores aritméticos.

#### 4.2.2 Plan Ágil

Se ideó el primer prototipo basados en el diseño general que consta de dividir la pantalla en cuatro partes iguales, en la primera parte se mostrarán los dígitos, en el segundo cuadrante a la derecha se muestran objetos contables, en este caso manzanas, en el tercer cuadrante se muestra el botón que se debe presionar para que sea reconocida la pronunciación del dígito u operador y en el último cuadrante se muestra un texto para que el niño asocie el texto con las demás formas de representación del dígito u operador.

#### 4.2.3 Modelado Ágil

Para el modelado ágil se genera la siguiente imagen que ayudará a tener una idea de lo que se requiere.



Figura 3. Modelado de interfaz para la aplicación “Pronunciar dígitos y operadores matemáticos”.

#### 4.2.4 Construcción del Prototipo

Mediante la construcción del prototipo se consiguió desarrollar la aplicación como a continuación se presenta.



Figura 4. Pantallas de la aplicación “Pronunciar dígitos y operadores matemáticos”.

#### 4.2.5 Retroalimentación del desarrollo

Después de haber desarrollado el prototipo, el usuario comentó que estaba correcto el diseño y la interactividad de la aplicación, solo que le faltaba notificar al niño mediante un mensaje de confirmación de que ha hecho bien la práctica en la aplicación “Pronunciación de dígitos y operadores matemáticos”, para lo cual en la siguiente iteración se agregaron los cambios como se muestra en las siguientes pantallas.

El maestro de apoyo aportó retroalimentación acerca del gusto por los niños hacia este tipo de tecnologías, que aportan herramientas lúdicas y que además motivan la conducta de los niños haciendo que estos se sientan más motivados en sus tareas cotidianas de la escuela y de su vida en el hogar.



Figura 5. Pantallas de segunda iteración de la aplicación “Pronunciar dígitos y operadores matemáticos”.



Figura 6. Muestra la interacción y motivación que ofrece la aplicación lúdica en móvil denominada “Pronunciar dígitos y operadores matemáticos”.

#### 4.2.6 Entrega final

Después de haber realizado los cambios en dos iteraciones la aplicación quedó concluida según el docente especialista en niños con problemas de aprendizaje.

#### 4.2.7 Trabajos relacionados

**Tabla 2.** Comparación de trabajos relacionados con el tema propuesto.

	Trabajo 1	Trabajo 2	Trabajo 3
Nombre	Un método de desarrollo de software educativo.	Modelos de ciclo de vida de desarrollo de software en el contexto de la industria colombiana de software	Propuesta de un enfoque para el desarrollo de software educativo intercultural
Método de Desarrollo	Prototipado Iterativo	Cascada, espiral.	Prototipado
Manejo de Perfiles	No	No	Si culturales
Dispositivo Usado	No especifica	No menciona ninguno	No especifica
Desarrollo Centrado en el Usuario.	No	No	No
Plataforma	Equipo de cómputo, Lap Top ó PC	No menciona ninguna	No especifica
Matemáticas Básicas.	No	No	No
Construcción de un Producto	Si	No	Si varios productos
Resultados	Si	No	Si

Los trabajos relacionados mencionados en la tabla 2 muestran modelos de desarrollo de software que utilizan diferentes procesos de desarrollo de software pero ninguno de ellos centra el desarrollo en algún experto o grupo multidisciplinario tal como lo hace el trabajo propuesto, esta característica sirve para obtener desarrollos más acorde a las necesidades del usuario final que es el niño con problemas de aprendizaje, pero a su vez el quien da el visto bueno es el equipo multidisciplinario (psicólogos, maestros de apoyo, trabajadores sociales, etc.).

## 5 Resultados

Después de haber desarrollado la aplicación “Pronunciación de dígitos y operadores matemáticos” se implementó la aplicación según las estrategias del docente, modificando las formas de utilizarlas debido a que utilizo la aplicación en los tres niños dadas las similitudes entre ellos, empleando estrategias de reto y duelo entre ellos para generar competencia, pero con la precaución utilizarla según el perfil del usuario, después de que el especialista empleo la aplicación según sus propias estrategias por alrededor de un mes, se realizaron los siguientes cuestionarios a los niños en presencia del maestro de apoyo, dichos cuestionarios proporcionan el nivel de usabilidad de la aplicación y la experiencia del usuario al utilizar la aplicación.

Para medir la usabilidad de la aplicación se realizaron una serie de preguntas basadas en cuestionarios validados por IBM [9] las cuales tienen como valor mínimo el número cero y como valor máximo el número 9 para medir la usabilidad según cada uno de los tres niños, las preguntas son las siguientes:

- 1.- En general estoy satisfecho con la facilidad de uso de la aplicación.
- 2.- Fue sencillo utilizar esta aplicación.
- 3.- Puedo efectivamente completar las tareas usando ésta aplicación.
- 4.- Estoy dispuesto a completar mis tareas usando esta aplicación.
- 5.- Me siento cómodo al usar esta aplicación.
- 6.- Fue fácil aprender a utilizar esta aplicación.
- 7.- Donde sea que haga un error, me recupero fácil y rápidamente.
- 8.- La interfaz de este sistema es agradable.
- 9.- Me gusta usar la interfaz de ésta aplicación.
- 10.- En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar ésta aplicación.

Las anteriores preguntas fueron realizadas a los tres niños en la aplicación “Pronunciación de dígitos y operadores matemáticos”, arrojando la siguiente tabla que muestra la usabilidad y el promedio otorgado a la aplicación.

**Tabla 3.** Respuestas a las preguntas de usabilidad de la aplicación “Pronunciación de dígitos y operadores matemáticos”, con un valor de 0 a 9, incluye el promedio de usabilidad por alumno.

Usuario.	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10	Promedio
<b>Alumno 1</b>	8	9	7	7	9	8	7	9	8	9	<b>8.1</b>
<b>Alumno 2</b>	8	9	8	8	9	8	8	9	9	9	<b>8.5</b>
<b>Alumno 3</b>	9	7	8	9	8	7	8	9	9	8	<b>8.2</b>

Partiendo de la tabla de usabilidad se pueden comparar los datos obtenidos mediante graficas comparando los datos de usabilidad de cada niño.



**Gráfico 1.** Usabilidad de la aplicación “Pronunciación de dígitos y operadores matemáticos”, en un rango de evaluación de 0 al 9.

De forma similar a la usabilidad, la experiencia del usuario fue medida mediante un cuestionario validado por una publicación de Journal [10], que consta de evaluar en un rango de 0 a 7 puntos, las siguientes variables.

La aplicación móvil le pareció?

- |                        |                |                          |
|------------------------|----------------|--------------------------|
| 1.- Agradable.         | 7.- Rápida.    | 13.- Cubre Expectativas. |
| 2.- Entendible.        | 8.- Original.  | 14.- Eficiente.          |
| 3.- Creativa.          | 9.- Impulsora. | 15.- Clara.              |
| 4.- Fácil de aprender. | 10.- Buena.    | 16.- Ordenada.           |
| 5.- Emocionante.       | 11.- Fácil.    | 17.- Atractiva.          |
| 6.- Interesante.       | 12.- Cómoda.   |                          |

Con base en las variables anteriores y realizando la encuesta para la experiencia del usuario, los alumnos nos contestaron de la siguiente manera.



**Tabla 6.** Respuestas a las preguntas de Experiencia del Usuario en la aplicación “Pronunciación de dígitos y operadores matemáticos”, con un valor de 0 a 7, incluye el promedio de experiencia de usuario por alumno.

Usuario.	[Agrado]	[Entendible]	[Creatividad]	[Aprendizaje]	[Emoción]	[Interesante]	[Velocidad]	[Originalidad]	[Motivación]	[Calidad]	[Facilidad]	[Comodidad]	[Expectativas]	[Eficiencia]	[Claridad]	[Orden]	[Interés]	Promedio
<b>Alumno 1</b>	6	7	7	6	5	6	6	7	6	7	6	7	7	6	7	7	6	<b>6.41</b>
<b>Alumno 2</b>	7	6	7	7	6	7	7	7	5	7	7	7	6	6	7	7	6	<b>6.59</b>
<b>Alumno 3</b>	7	6	7	7	5	6	7	7	5	7	7	7	6	7	6	6	6	<b>6.41</b>

Con base en las respuestas obtenidas de la experiencia de usuario se puede obtener una gráfica comparativa, según cada uno de los tres alumnos.



**Gráfico 2.** Experiencia del usuario con la aplicación lúdica en móvil “Pronunciación de dígitos y operadores matemáticos”, en un rango de evaluación que va del 0 al 7.



## 6 Conclusiones

Es importante decir que mediante el uso de aplicaciones lúdicas en móvil desarrolladas con el modelo de proceso de desarrollo de software aquí propuesto, fue posible aportar al docente una nueva alternativa de desarrollo de material didáctico digital disponible para que docente de educación básica utilice dichas aplicaciones como una herramienta interactiva y amigable que ayude a mitigar gradualmente los problemas leves en matemáticas que algunos niños en cierto momento pueden llegar a presentar.

El uso de estas aplicaciones demostró un gusto de los niños por las tecnologías haciéndolas una herramienta lúdica importante para mitigar problemas de aprendizaje leve en matemáticas básicas para niños con problemas de aprendizaje.

## Referencias

1. Piaget, *Psicología del niño*, Quinta Edición ed., Paris, Francia: Presses Universitaires de France, 1973.
2. J. L. A. Ortega, «Coparmex,» [En línea]. Available: <http://www.coparmex.org.mx/contenidos/publicaciones/Entorno/2000/diciembre/almazan.htm>.
3. R. A. D. L. L. Española, «Real Academia Española,» [En línea]. Available: <http://www.rae.es/>. [Último acceso: 10 02 2016].
4. E. J. Braude, «Ingeniería de Software,» de Una perspectiva orientada a objetos, Ciudad de Mexico, ALFA OMEGA GRUPO EDITOR S.A. DE C.V., 2007, p. 510.
5. UNESCO, «Las TIC'S en la Educación,» [En línea]. Available: <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/>. [Último acceso: 27 Abril 2015].
6. S. d. E. Publica y U. d. Sonora, «La problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la escuela primaria III,» *Divulgacion de Investigacion de la SEP*, p. 100, 2010.
7. C. C. y. J. P. Marchesi Alvaro, «Problemas y dificultades en el aprendizaje de las matematicas: Una perspectiva Cognitiva,» *Desarrollo Psicologico y Educación III, necesidades educativas especiales y aprendizaje escolar*, pp. 155-182, 1990.
8. INEE, «La calidad de la Educacion Basica en Mexico 2004,» Instituto Nacional para la Evaluacion de la Educación, Mexico D.F., 2004.
9. J. R. Lewis, «IBM computer usability satisfaction questionnaires: Psychometric evaluation and instructions for use,» *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 7, n° 1, p. 22, 1995.
10. M. Rauschenberger, M. Schrepp y M. Pérez Cota, «Efficient Measurement of the User Experience,» *International Journal of Artificial Intelligence and Interactive Multimedia*, vol. 2, n° 1, p. 6, 2013.

## Hacia el diseño de una plataforma de gamificación para el desarrollo de aplicaciones interactivas para el aprendizaje de la lengua de señas

Luis Gerardo Montané-Jiménez<sup>1</sup>, José Rafael Rojano Cáceres<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estadística e Informática  
Universidad Veracruzana Xalapa, México

{lmontane,rrojano}@uv.mx

**Resumen.** El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) en sistemas interactivos busca la disolución de barreras generadas por los distintos contextos sociales y necesidades actuales de los usuarios. La atención individualizada a usuarios con discapacidades tanto cognitivas, como físicas, busca reducir estas barreras. Actualmente, las TICs pretenden lograr que la población de usuarios con alguna discapacidad (p.ej. auditiva), cuente con los mismos derechos de acceso y uso de la tecnología para la interacción con la vida diaria. De esta forma, la incorporación de sistemas interactivos viene a complementar el proceso de enseñanza aprendizaje, con el propósito de incentivar habilidades en los usuarios. Por lo tanto, en este capítulo se propone el análisis y diseño de una plataforma denominada PLEXAS (Plataforma EXTensible para el Aprendizaje de la Lengua de Señas), la cual tiene como propósito servir como marco de trabajo para construcción e integración de aplicaciones interactivas llamadas Células de Juego, para reforzar el aprendizaje de la Lengua de Señas en un dominio particular (p.ej. en una cafetería). PLEXAS es propuesta como una plataforma Web orientada a servicios, que integra las CÉlulas de Juego (CEJs) centradas en un determinado contexto, y siendo componentes de software que permiten la creación de distintas secuencias de juego con otras CEJs, y apoyando a los usuarios en el aprendizaje de la Lengua de Señas Mexicana de forma amena y retadora, así con distintas modalidades de juego y recompensas.

**Palabras Clave:** Aplicaciones Educativas, Lengua de Señas, Gamificación.

### 1 Introducción

El derecho al aprendizaje, la dignidad, la accesibilidad entre otras garantías son la razón que fundamentan diversas leyes que van desde la Declaración de los Derechos Humanos (1948) hasta la Ley General de las Personas con Discapacidad (2005) [1]. En este sentido humanizado e inclusivo actualmente se pueden encontrar diversos avances tecnológicos que pretenden que la población de usuarios con alguna discapacidad,

cuenta con los mismos derechos de acceso y uso de la tecnología [2], además de proveer entre otras cosas un apoyo para la interacción con la vida diaria [3]. De este modo, se busca disminuir las barreras generadas por los distintos contextos sociales y las necesidades actuales de los usuarios, tales como la distancia, el tiempo, el espacio, el multi-contexto, y como se ha dicho la misma discapacidad. Situándonos en el contexto de la discapacidad se puede entender que el planteamiento del presente capítulo surge debido a que no todas las personas cuentan con la posibilidad de interactuar por igual en distintos escenarios de la vida cotidiana, ya sea por la accesibilidad que provee el entorno o bien por carecer de una lengua común [4].

Ante esta situación que presenta obstáculos incapacitantes, la lengua, la infraestructura, las actitudes, entre muchos otros, se propone la incorporación de los sistemas interactivos que complementen el proceso de enseñanza-aprendizaje, la salud, la rehabilitación, que previamente ha sido identificada con el propósito de incentivar ciertos puntos (habilidades/discapacidades) que se consideran convenientes [5]. Así, para desarrollar como caso de estudio se plantea la finalidad de apoyar el aprendizaje y la integración de personas con discapacidad auditiva [4]. Con relación a la población con discapacidad auditiva que se pretende incluir es necesario decir que según el INEGI en su censo de población y vivienda del año 2010 [6] México tenía una población de 111 millones novecientos mil de las cuales el 12% de personas presentaba un problema a la función de escuchar, lo cual representa en personas aproximadamente 13 millones con discapacidad auditiva a nivel nacional. Para proporcionar al lector una cifra más discreta y situando el planteamiento en el estado de Veracruz por ser donde los autores realizan investigación, el porcentaje de personas con esta discapacidad es de cerca de 1 millón. Por esta razón la implementación de propuestas en torno a la discapacidad auditiva resultan ser de gran relevancia. De forma similar, en otras partes del mundo el complemento tecnológico basado en las TICs ha marcado de forma positiva una gran diferencia en los resultados obtenidos en los usuarios con discapacidad, por ello los planteamientos que aquí se expresan pueden representar una nueva etapa de complemento a la educación formal, la salud, la rehabilitación y la inclusión en nuestro país.

Así, en el presente documento se presenta el análisis y diseño de una plataforma integral nombrada PLEXAS (Plataforma EXTensible para el Aprendizaje de la lengua Señas), la cual tiene como propósito reforzar el aprendizaje de la lengua de señas en un cierto contexto, apoyando la integración social de los usuarios con discapacidad auditiva a través del desarrollo de aplicaciones bajo el enfoque de gamificación que permitan reforzar el aprendizaje de este tipo de lengua. Se debe recordar que la definición de una plataforma de gamificación según Deterding *et al* en [7] es aquella que considera el uso de elementos de juego en contexto no lúdicos.

Por tanto, la plataforma se concibe como una propuesta modular que está integrada por un conjunto de aplicaciones o módulos del tipo videojuegos llamadas CÉlulas de Juego (CEJs). Las CEJs están centradas en una problemática en particular, y son conceptualizadas como artefactos parametrizables con posibilidad de integrarse a PLEXAS. Por lo tanto, esta plataforma ofrece flexibilidad para que en etapas futuras se puedan agregar otras CEJs a un repositorio especializado y estandarizado. En las secciones de este documento se profundiza en el diseño de la plataforma y descripción

y análisis de un caso de estudio. De forma general, cada CEJ busca entrenar a los usuarios con el uso de señas relacionadas a objetos de un contexto particular (p.ej. una cafetería).

La estructura de este capítulo es la siguiente. La Sección 2 aborda algunas aplicaciones interactivas para el aprendizaje de la lengua de señas, mientras que en la Sección 3 se aborda la gamificación para el aprendizaje y se mencionan características relevantes para el diseño de este tipo de sistemas. La Sección 4 presenta la propuesta y diseño de la plataforma PLEXAS, además de profundizar el concepto de las CEJs. La Sección 5 describe un caso de estudio diseñado para que en futuras etapas sea implementado junto con la plataforma PLEXAS. Finalmente, en la sección 6 se discuten las conclusiones y trabajos futuros.

## **2 Aplicaciones Interactivas para el Aprendizaje de la Lengua de Señas**

La motivación es un factor importante para el aprendizaje. Actualmente, el uso de nuevas formas de interacción para adquirir conocimiento (como aquellos basados en gamificación) puede resultar más atractivo al estudiante que un ambiente tradicional. Las TICs corresponden a un conjunto de servicios de software y dispositivos con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las personas dentro de un entorno y que se integran a un sistema de información interconectado y complementario [5]. Las interacciones con el uso de computadoras, son una forma de comunicación de los usuarios con dispositivos electrónicos. En este proceso, dispositivos y software trabajan en conjunto para ofrecer nuevas formas de interacción [8].

En cursos de aprendizaje de la lengua de señas, tradicionalmente el esfuerzo está enfocado a interacciones tradicionales de enseñanza-aprendizaje, grupales, con instructores y aprovechando en algunos casos el uso de una combinación de tecnología móvil o fija [9]. Ejemplos de estas aplicaciones son Marlee Sings [10], Sign 4 me [11] y Sign Language Alphabet Trainer [12]. Cada una con recursos que permitan, por ejemplo, dominar alfabeto, ver lecciones en video, práctica en diálogo y enseñanza de frases cortas. Con el avance tecnológico resulta interesante poder incorporar nuevas formas de interacción a herramientas que apoyen al aprendizaje de la lengua de señas de una forma no convencional y atractiva para el usuario, por ejemplo, aquella basada en técnicas de gamificación. Así, una aplicación ejecutada en un dispositivo móvil puede apoyar a un grupo de personas a aprender la lengua de señas y además conocer en conjunto la historia del centro de la ciudad Xalapa, resolviendo retos y preguntas a través del intercambio de información relevante sobre puntos de interés de la ciudad, e identificando objetos localizados y distribuidos en la ciudad, al tiempo de que se acumulan puntos, se superan niveles, entre otras actividades.

### 3 Gamificación del Aprendizaje

La gamificación busca incorporar características de diseño de videojuegos en un sistema o entorno con la finalidad de aumentar la motivación de los usuarios en contextos no lúdicos [7], como por ejemplo, contextos educativos. El concepto de gamificación ha recobrado fuerza en los últimos años, y ha sido aplicado para aumentar la participación de estudiantes mediante la resolución de problemas en procesos de aprendizaje.

Borrás-Gené *et al* en [13] mencionan la existencia de características y mecanismos que provienen en gran medida del diseño tradicional de videojuegos, y los cuales pueden ser utilizados dentro de un sistema de gamificación. Borrás-Gené *et al* [13], Werbach *et al* [14] y Zichermann *et al* [15] consideran relevantes los siguientes mecanismos:

- Sistema de puntos para la premiación de los usuarios.
- Insignias o simbolismos que representen visualmente y socialmente el logro de un usuario.
- Niveles de estatus, indicando el estado o dominio de una temática de un usuario en relación a otros usuarios.
- Niveles de progreso, indicando la posición del usuario dentro de todo un sistema o plataforma gamificada.
- Retos y desafíos, con la finalidad de motivar a los usuarios para la realización de tareas complejas.
- Competencia con otros usuarios.
- Narrativa, siguiendo un guion que sirva como contexto en el sistema gamificado.

Borrás-Gené *et al* en [13] mencionan que los primeros tres puntos son los que toman principal interés en las plataformas gamificadas, principalmente el sistema de puntos. Estos aspectos han sido tomados como base para el diseño de la plataforma propuesta en este capítulo.

El uso de técnicas de gamificación para el aprendizaje de la lengua de señas se puede encontrar en algunos trabajos relacionados como es el caso de Turner [16] quien desarrolla una propuesta curricular para la enseñanza de la Lengua de Señas Americana (LSA) en cuyo resultado encontró que la motivación y el compromiso de los estudiantes se veía incrementada para continuar el proceso de alfabetización. Sin embargo, esta propuesta no considera el desarrollo de una plataforma informática. Otro ejemplo que hace uso de la gamificación es el propuesto por Bidarra *et al* en [17], mediante esta propuesta pretende hacer más ameno el aprendizaje de la lengua de señas, para ello define un jugador que interactúa con objetos y otros actores con el propósito de recolectar gestos en Lengua de Señas Portuguesa (LSP), para su propuesta se basa en el uso de sensores de profundidad para la lectura de los gestos.

## 4 Plataforma Extensible para el Aprendizaje de Señas: PLEXAS

### 4.1 Diseño

Con el avance actual en la computación, el diseño de sistemas de software interactivos ha recobrado mayor atención. En la literatura actual existen sistemas que buscan proveer nuevas estrategias para mejorar el entretenimiento o la forma de interacción de los usuarios, sin embargo, en su mayoría han sido probadas y desarrolladas en contextos convencionales donde no se contempla la inclusión de usuarios que presentan alguna discapacidad que por ejemplo les impida hablar o escuchar [4]. Por lo tanto, aún hay retos que pueden ser enfrentados con el fin de desarrollar este tipo de sistemas, tal como: la definición de un modelo o arquitectura conceptual que apoye el diseño especializado de este tipo de aplicaciones dirigidas a usuarios con una discapacidad auditiva profunda o bien hipoacúsicos.

Con lo descrito anteriormente, se propone una Plataforma EXtensible para el Aprendizaje de la lengua de Señas (PLEXAS) basada en un modelo de usuario y dominio en particular, y conceptualizada con un enfoque de gamificación que integra la dinámica de juego para hacer efectiva la realización de actividades de aprendizaje, tal como lo menciona Bidarra *et al* en [17]. Este enfoque de gamificación ha tomado fuerza en los últimos años [7][17][18], existiendo evidencia empírica de que la adición de elementos de diseño de juegos aumenta la participación de los usuarios [19][20]. El uso de juegos de esta naturaleza propicia la generación de efectos positivos sobre la capacidad visual y de memoria de personas sordas [21]. Con PLEXAS, se busca tener un marco de trabajo que apoye a los desarrolladores de software en el diseño de aplicaciones educativas para reforzar la lengua de señas. Esta plataforma está centrada en apoyar el aprendizaje de señas a partir del uso de aplicaciones de tipo videojuego, las cuales pretenden ofrecer una experiencia amena y retadora a los usuarios, facilitando el aprendizaje de aspectos básicos de la lengua de señas en un contexto controlado, identificando objetos esenciales con la finalidad de mejorar su interacción dentro lugares concurridos.

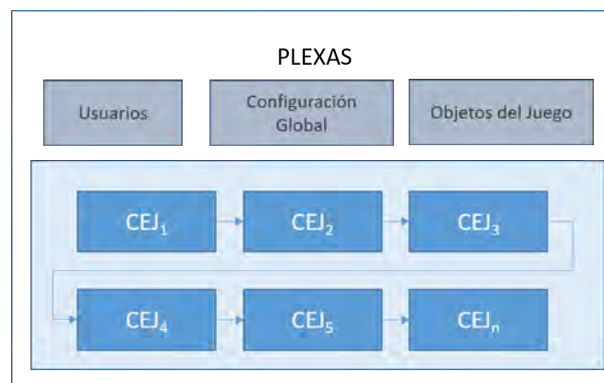
En la plataforma PLEXAS, se enmarca una historia y un guion general del juego que es desarrollado por los usuarios. La temática o historia principal utilizada en la plataforma permite seguir la trayectoria de aprendizaje como una secuencia de eventos donde el jugador es el protagonista, este enfoque es similar al utilizado por Bottoni *et al* en [22]. El progreso de esta historia es a través de las aplicaciones del tipo videojuego montadas en la plataforma. Las aplicaciones acopladas a la plataforma son llamadas Células de Juego (CEJ). Las CEJs están centradas en una problemática en particular que aportan al desarrollo de una historia general de juego, y son definidas como artefactos parametrizables con posibilidad de integrarse a PLEXAS. En una descripción técnica, PLEXAS se propone como una plataforma orientada a servicios montada en uno o más servidores Web, ofreciendo interfaces de comunicación implementadas con servicios Web para el registro de información de los usuarios, tales como: puntos, nombres de usuario, trayectoria general en el juego, niveles, aspectos físicos de las CEJS entre otros aspectos que podrían ser considerados en etapas futuras. Las CEJs,

técnicamente son componentes que podrían ser representados como ensamblados o bibliotecas instalables para PLEXAS, aprovechando técnicas de meta-programación.

Para el diseño de PLEXAS, es necesario considerar no sólo la actividad del usuario, sino también otros aspectos técnicos como: i) disponibilidad de recursos del equipo y servicios, ii) ubicación de los usuarios, y iii) perfiles y características individuales de los usuarios; aspectos necesarios para modelar en las CEJs, y que surgen por las características que poseen los dispositivos y computadoras de la actualidad. Por ello, PLEXAS es propuesta como una plataforma con interfaces de comunicación para que una CEJ pueda integrarse a la misma, incorporando, además, elementos para modelar las CEJs dependiendo del dominio aplicativo.

Con el diseño de la plataforma PLEXAS, la definición de actividades de las CEJs a través de servicios Web publicados, permitirá la adquisición, administración y uso de información generada por los jugadores. Para lograr lo anterior, es necesario considerar por cada CEJ, un modelo que contemple elementos propios al dominio a desarrollar, por ejemplo, para un CEJ situado en el contexto de una cafetería tendría asociados como conceptos del dominio: bebidas como café, limonada, alimentos como galletas, pasteles, además de contar con un catálogo de precios. Estos elementos y una historia general del juego son necesarios para la operación de las CEJs. Las CEJs integradas a la plataforma pueden ser activadas o desactivadas dependiendo de las necesidades del juego o del avance de los usuarios. Entre las CEJs, puede existir una secuencia que hace posible un seguimiento de los jugadores para la culminación de una meta general enmarcada en la historia general del juego.

Una secuencia de Juego está conformada por la secuencia lógica y regulada que mantendría el orden de ejecución de un conjunto de CEJs. Por otra parte, cada CEJ puede poseer internamente o localmente, una serie de niveles o episodios que permitirían a un jugador finalizar esa CEJs, no obstante, para la culminación general del juego asociado a PLEXAS podría ser necesario culminar más de una CEJ. La **Fig. 1** muestra el diseño conceptual de la plataforma PLEXAS, con una secuencia conceptual de CEJs, y donde cada CEJ puede ser vista como un nivel de avance que enriquece la historia general de la plataforma y apoya el entrenamiento de los usuarios para reforzar un aspecto de la lengua de señas



**Fig. 1.** Diseño conceptual de PLEXAS.

## 4.2 Arquitectura general

La **Fig. 2** muestra la arquitectura conceptual para PLEXAS. Esta arquitectura considera tres capas para la implementación de los componentes que la integran. La primera capa es la de Acceso a Datos (CAD), la segunda capa es la Capa Web para Administrar de Células de Juego (CEAC), y la tercera capa es para la Presentación de Información o de las CEJs (CAPC). Como se mencionó anteriormente, la arquitectura PLEXAS es propuesta para ser implementada como una arquitectura orientada a servicios (SOA), estableciendo un marco de diseño para la integración de aplicaciones independientes que definen funcionalidades que son accedidas a través de servicios en la red. La forma más habitual de implementar una arquitectura SOA es mediante Servicios Web, que es una tecnología basada en estándares e independiente de la plataforma. Un modelo para la implementación de la arquitectura SOA, es el modelo vista controlador, el cual permite diferenciar de manera más clara la estructura interna de un sistema complejo. PLEXAS se basa en la arquitectura de  $n$ -capas y está integrada por las capas:

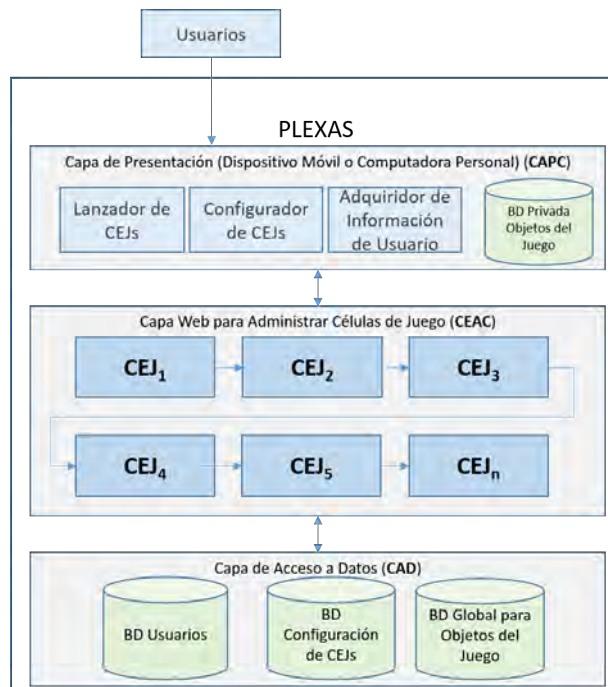
1. Presentación y adquisición de información de usuario (CAPC), particularmente es el ambiente de ejecución de las CEJs desde la perspectiva de los usuarios. Esta capa se concentra la ejecución de los clientes (*front-end*) correspondientes a las CEJs, por lo que se contempla la adquisición de información generada por los usuarios al momento de interactuar con las aplicaciones.
2. Administración de células de juego (CEAC), la cual incluye la programación para el procesamiento de las CEJs, incluyendo, carga, configuración e instalación de bajo nivel en la plataforma. Esta capa se concentra en el procesamiento de la información (*back-end*) adquirida desde la capa de presentación (*front-end*).
3. Acceso a datos, implementando funcionalidades básicas para la gestión de los datos. Mantiene comunicación directa con la capa para la administración de las células de juego y en su caso permite llevar información analítica sobre el usuario como su puntuación o méritos obtenidos.

La arquitectura en  $n$ -capas define la estructura interna de un sistema complejo, por consecuencia facilitaría las modificaciones y permitiría mayor flexibilidad para añadir nuevas características. En PLEXAS se identifica una arquitectura cliente-servidor con la finalidad de ofrecer servicios para el soporte de las CEJs y los usuarios. Los componentes de la arquitectura ubicados en el servidor son la capa de acceso a datos con los almacenes de información para los usuarios, la configuración de las CEJs y la configuración necesaria para los objetos virtuales utilizados en los juegos. La capa Web será utilizada para la administración de las Células de Juego, particularmente para mantener comunicación directa con la capa de Acceso a Datos y para configurar las secuencias de juego. La parte destinada a la ejecución de las aplicaciones cliente con interfaz de usuario (móvil o pc personal) está integrada por la capa de presentación, siendo el ambiente para la ejecución de una CEJ dependiendo del avance de los usuarios. En este último nivel existirán almacenes de información privados en los dispositivos de los clientes, centrados en concentrar información relevante para su configuración interna. Desde este enfoque, las CEJs son concebidas como componentes o cajas negras que serán instaladas dentro de PLEXAS y que posteriormente serán



trasladadas a los dispositivos o computadoras personales de los usuarios dependiendo de su avance y trayectoria dentro de la plataforma.

En el diseño mostrado en la **Fig. 2**, las funcionalidades generales están distribuidas en las CEJs agregadas a la misma plataforma. La incorporación de cada CEJ es lograda con el uso de servicios ofrecidos en PLEXAS. Para la capa Web, las funcionalidades generales propuestas son: instalación de una CEJ, configuración de secuencias de juegos, y carga de CEJs. Estas funcionalidades además de estar disponibles desde una aplicación Web, también existirían desde una interfaz pública vía servicios Web. Para la capa de presentación, las funcionalidades identificadas serían las relacionadas a i) la adquisición de información de los usuarios (señas realizadas, etc.), ii) al lanzamiento o ejecución de una CEJ y iii) la consulta de una secuencia de juego.



**Fig. 2.** Arquitectura PLEXAS.

## 5 Diseño de un Caso de Estudio para PLEXAS

En PLEXAS, además de concentrar un conjunto de servicios que hacen posible la integración de las CEJs, existe una historia o trama general de juego que reúne con generalidad objetos, personajes y secuencias que pueden ser utilizadas en cada CEJ diseñado y construido. Es importante definir que las unidades de juego (CEJ) son las que llevan la secuencia en el desarrollo general del juego. En esta sección son descritos estos elementos. El juego enmarcado en PLEXAS, tiene como objetivo reforzar el

aprendizaje de la lengua de señas en diversos ámbitos de interacción a través de la resolución de problemas provistos por distintas modalidades de aplicaciones educativas de índole videojuegos, utilizando un prototipo de software de señas básicas para desenvolverse correctamente en lugares de reunión comunes (cafeterías, parques, entre otros).

### **5.1 Resumen ideológico**

Cada CEJ de PLEXAS pretende relacionar objetos con la lengua de señas, o desarrollar diálogos de práctica con reconocimiento en video. Los objetos comúnmente pueden estar presentes en una cafetería, restaurante u otro lugar público. La historia pretende apoyar a los usuarios en el aprendizaje de la lengua de señas. Con el uso de la plataforma, el avance de los usuarios en distintos niveles dependerá de la realización o juego en cada CEJs. Por lo tanto, las CEJs pueden estar relacionadas con otras, generando en conjunto una secuencia en la historia que los jugadores podrán desarrollar.

### **5.2 Contexto y Características Principales**

La historia se desarrolla en una cafetería universitaria, en la cual se busca reforzar, motivar y despertar el interés para el aprendizaje de la lengua de señas. El usuario será el personaje principal que interactuará con los objetos presentados a lo largo del juego. El género del juego enmarcado en PLEXAS es Aventura Gráfica y Agilidad Mental. A nivel de la plataforma, cada usuario registrado en la misma es un personaje principal de la historia que se desenvuelve en diversos lugares públicos.

Características principales:

- El usuario podrá manipular (reproducir) los videos informativos.
- El usuario podrá seleccionar objetos para responder un reactivo.
- Se mostrarán los puntos obtenidos y los objetos a lo que podría tener acceso con su puntuación.

Características secundarias:

- Se necesita un esquema que posteriormente permita la incorporación de imágenes para cada escenario o célula de juego.
- Se requiere la elaboración de audios y otros artefactos multimedia para el videojuego.

### **5.3 Universo del juego**

Cualquier integrante de la comunidad sorda u oyente aprenderá en un nivel básico diferentes aspectos sobre la lengua de señas. Para esto, el usuario identificado a partir

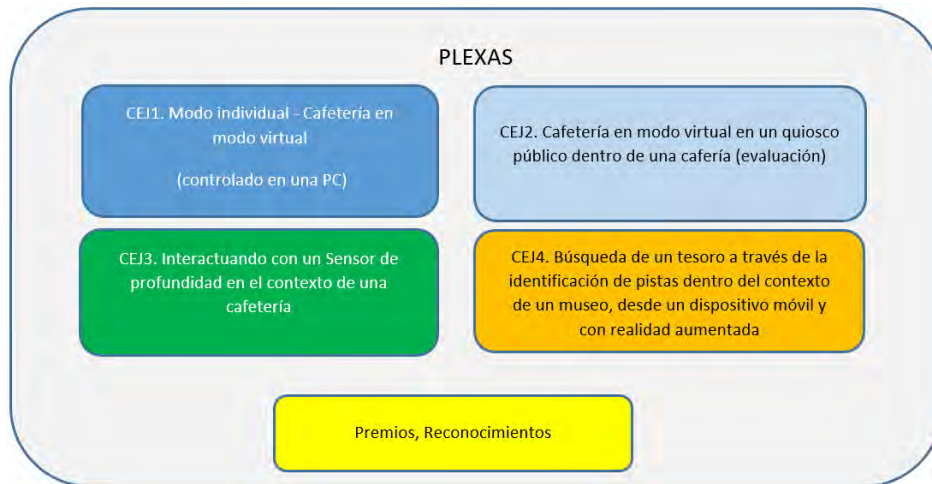
de ahora como jugador, tendrá que participar en distintas modalidades de la plataforma. La culminación de cada modalidad significaría para los jugadores haber superado un nivel en el aprendizaje de la lengua de señas, haber obtenido medallas o puntos, entre diversas actividades ofrecidas por la arquitectura gamificada.

### 5.3.1 Personajes principales

- Profesor. Personaje que aparece en los videos de aprendizaje y muestra las señas utilizadas para relacionar ciertos objetos de una cafetería.
- Evaluador. Personaje que pregunta al usuario sobre cuál es la seña utilizada para un objeto en particular, o viceversa, muestra la seña y el usuario debe seleccionar un objeto.
- Protagonistas del Juego (Jugador). Son interpretados por cada usuario que participa en el juego. Los usuarios utilizan un nombre identificador, e interactúan en primera persona utilizando un avatar que los identifica con los otros usuarios. El jugador realiza las acciones esenciales para ir desenvolviéndose en las distintas CEJs. Por ejemplo, reproducir un video de aprendizaje y posteriormente responder una serie de preguntas.

## 5.4 Argumento

La historia general del juego está centrada en un contexto de espacios comunes como cafeterías, parques, restaurantes, museos o monumentos históricos. Dependiendo del contexto donde se desenvuelva el usuario, será el reforzamiento o adquisición de la lengua de señas que se buscar transmitir a los usuarios a través de una o más CEJs. En el caso de una cafetería, existen situaciones donde un cliente puede llegar a ordenar productos de un catálogo, tales como un café, dulces, chocolates y demás. No obstante, para ordenar los productos es necesario hacerlo a través de un sistema de expresión por signos viso-espaciales generados mediante las manos y gestos conocido formalmente como Lengua de Señas [4]. Por lo tanto, inicialmente el cliente recibirá un entrenamiento básico de la lengua de señas para referenciar productos cotidianos de la cafetería. Para ello, el diseño del juego considera un escenario 3D y un tapiz interactivo que refleja el estado de una cafetería. A continuación, se describen las CEJs propuestas para el caso de estudio integrado por distintos modos (véase **Fig. 3**), en este escenario la secuencia de juego está conformada por cuatro células de juego (CEJ1, CEJ2, CEJ3 y CEJ4).



**Fig. 3.** Instancia de CEJs en PLEXAS.

**CEJ1.** Modo Individual con ambiente virtual en PC

La historia tiene lugar con un usuario cliente de una cafetería virtual, que paulatinamente desarrolla una aventura culminando retos y niveles en cada CEJ. Por cada nivel logrado o superado, el usuario o jugador acumulará puntos para su cuenta global. En esta CEJ, el usuario (cliente) podrá reproducir un video con las indicaciones del juego y posteriormente iniciar la partida para reproducir videos que apoyen el aprendizaje de la lengua de señas, específicamente aquellas relacionadas al desenvolvimiento de una persona dentro de una cafetería. En los videos de reforzamiento se podrá observar un instructor que muestra señas particulares que corresponden a un objeto de la cafetería. Una vez finalizada la reproducción de los videos de reforzamiento, el usuario será evaluado y premiado si responde correctamente una serie de preguntas o reactivos. Para la evaluación, el juego mostrará un video con una persona realizando una serie de señas, y donde el jugador deberá identificar y seleccionar el objeto correspondiente, teniendo un límite de tiempo. En caso de que el usuario responda correctamente cada pregunta, este acumulará puntos o bonos que podrán ser utilizados para comprar pistas o tiempo para el desarrollo de otros niveles, los cuales aumentan su grado de complejidad. Esta modalidad puede ser realizada desde una computadora portátil o un dispositivo móvil. Superar la evaluación con una cierta cantidad de puntos, desbloqueará al jugador la siguiente modalidad correspondiente al CEJ2.

**CEJ2.** Modo Individual con ambiente virtual controlado en una cafetería (Quiosco)

El cliente de una cafetería quien continúa con la aventura del CEJ1 realizada inicialmente en un ambiente virtual. En esta nueva modalidad, existe una segunda CEJ instalada en un quiosco dentro de un lugar público, preferentemente una cafetería. Esta CEJ se basa en el modo anterior (CEJ1), sin embargo, sólo se aplica la evaluación no

el entrenamiento. Otra diferencia es que, si en este CEJ el jugador acumula cierta cantidad de puntos en su cuenta global, el jugador podrá canjear un producto real de la cafetería donde se encuentra el quiosco. El logro de una cierta cantidad de puntos desbloqueará al jugador la siguiente modalidad (el CEJ3).

**CEJ3.** Modo Individual con interacción física en ambientes físicos (Sensor de profundidad)

En esta modalidad se introducen sensores de profundidad para que los usuarios puedan interactuar con el Kinect [23], controlando y seleccionando objetos de una cafetería presentados en un videojuego 3D. En esta CEJ, existiría un avatar para evaluar esta modalidad del juego, de modo que los usuarios ya podrían interactuar con el sistema a través de señas. Este CEJ incorporaría una evaluación relacionada con las CEJs descritas anteriormente, donde se aprendieron señas para algunos objetos de un contexto particular. La evaluación es basada en la CEJ1, donde de igual forma los jugadores podrán acumular puntos a su cuenta global. No obstante, a diferencia del CEJ1, donde el usuario relacionaba un objeto con la serie de señas realizadas por un evaluador mostrado en video, en el CEJ3, se presenta el objeto y los usuarios realizarían las señas correspondientes para la identificación del objeto en mención. Esto haría posible que los usuarios interactúen y entrenen la habilidad para realizar las señas aprendidas. Para esta interacción, se requiere construir una capa especializada para la adquisición de información del usuario a través del sensor de profundidad, y una vez recuperada la información es necesario que el CEJ ejecute un intérprete lógico que reconozca automáticamente las señas realizadas por los usuarios. Al final de esta modalidad, el cliente es informado de un nuevo estatus como jugador, y se desbloquean otras modalidades disponibles en la plataforma del juego, particularmente el CEJ4.

**CEJ4.** Modo Individual con interacción física en ambientes físicos (Realidad aumentada)

Con el fin de continuar con la secuencia de las CEJs 1, 2 y 3, se propone una CEJ adicional para la culminación de los anteriores, donde los jugadores se desenvolverán en un museo, e individualmente tendrán que encontrar un tesoro durante el recorrido de un museo histórico o interactivo. En esta modalidad se introducen aspectos de cómputo móvil, particularmente para que los usuarios puedan interactuar con el ambiente físico a través del uso de dispositivos móviles y realidad aumentada, aprovechando la visualización en tiempo real de un entorno físico que combina componentes visuales para crear una realidad mixta o virtual en los dispositivos móviles donde interactúan los usuarios. En esta CEJ, se propone el desarrollo de un juego para resolver acertijos a través de la identificación de objetos que pudieran existir distribuidos en un lugar público. Por ejemplo, en primera instancia los usuarios recibirían una serie de objetivos (a través de videos con señas) que tendrían que ser localizados en un museo. Estos objetivos serían relacionados a través de un conjunto de señas presentadas en su dispositivo móvil, por ejemplo, un cartel con una foto de un pastel que se encuentra a lado de una figura histórica colosal. Una vez que el usuario identifica el objeto, el

usuario podría utilizar el dispositivo móvil para enfocarlo y ver un video descriptivo que muestra a través de señas la historia de la figura histórica. Al realizar esta actividad, el usuario recibiría puntos que se acumularían a su cuenta global por haber identificado y encontrado el objeto previamente solicitado. Es importante mencionar que esta CEJ representaría el final de la secuencia presentada previamente (CEJ1, CEJ2 y CEJ3).

## **6 Conclusiones y trabajo futuro**

Las TICs en la educación han evolucionado la forma de implementar estrategias de aprendizaje en distintos sectores. Por ello, en este capítulo se propone una plataforma para la creación de aplicaciones que incorporan características y mecánicas de juego en contextos no lúdicos, para reforzar o adquirir el aprendizaje de la lengua de señas. Esta plataforma, denominada PLEXAS, busca organizar y hacer eficiente el tiempo de diseño y construcción de aplicaciones destinadas a mejorar el aprendizaje de la lengua de señas dentro de una comunidad de usuarios atendiendo a diversos escenarios de interacción tales como los que se han descrito a través del concepto de Células de Juego (CEJ). Tales CEJs, tienen la ventaja de ser desarrolladas como aplicaciones modulares o componentes que posteriormente pueden formar parte de un todo en la arquitectura, así se puede contar con aplicaciones móviles, sistemas de escritorio para quioscos o PC, entornos de realidad aumentada o inmersiva, entre otros medios que a futuro puedan incorporarse en el esquema de la plataforma.

En etapas futuras se implementará la plataforma PLEXAS desde un enfoque de servicios, y tomando como base el caso de estudio discutido en el capítulo presente. Esto servirá como punto de partida para construir un repositorio de Células de Juego que fomente el desarrollo homogéneo y genérico de este tipo aplicaciones. Una vez implementada esta plataforma, se procederá a realizar una evaluación con distintas secuencias de juego, con la finalidad de brindar una experiencia de aprendizaje atractiva e intuitiva al usuario.

## **Referencias**

1. PNUD, Compendio de legislación sobre discapacidad. Marco normativo en México. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en México.
2. J. . Rojano-Caceres, D. Vargas, E. Benitez, and F. Alvarez, "Digital Divide and Disability: A Short Review," in *Avances en las Tecnologías de la Información y Comunicaciones*, 2015, pp. 312–320.
3. R. Rojano, G. Rebolledo, and F. Herrera, "Soft Computing Techniques for Disability: A Short Review," in *Taller de Aplicaciones de Cómputo Suave*, 2014.
4. J. R. Rojano-Caceres, C. Morales Luna, G. Rebolledo-Mendez, J. A. Ortega-Carrillo, and J. Muñoz-Arteaga, "Raise awareness in society about deafness: A proposal with Learning Objects and Scenarios," in *The Second International Conference on Higher Education Advances (HEAd'16)*, 2016.

5. L. M. Roldán Santamaría, "El uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICS) en la enseñanza de la física moderna," *Rev. Electrónica "Actualidades Investig. en Educ."*, vol. 10, pp. 1–13, 2010.
6. INEGI, "Porcentaje de la población con limitación en la actividad según tipo de limitación para cada entidad federativa," 2010. [Online]. Available: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mdis03&s=est&c=35212>.
7. S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, L. Nacke, M. Sicart, and K. O'Hara, "Gamification: Using Game Design Elements in Non-Game Contexts," in *Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI '11)*, 2011, pp. 2425–2428.
8. M. A. Krezolek, "Natural Language Learning," Ryerson University, 2010.
9. L. G. Montané-Jiménez, E. I. Benítez-Guerrero, M. del C. Mezura-Godoy, and E. Martínez-López, "Studying Social Interactions in Groupware Systems," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 13, no. 10, pp. 3488–3497, 2015.
10. W. Vicars, "Marlee Signs." itunes, 2013.
11. Vcom3D, "Sign 4 me." itunes, 2014.
12. L. BidBox, "Sign Language Alphabet Trainer." 2011.
13. O. Borrás-Gené, M. Martínez-Núñez, and A. Fidalgo-Blanco, "Gamificación de un MOOC y su comunidad de aprendizaje a través de actividades Gamificación de un MOOC y su comunidad de aprendizaje a través de actividades MOOC and learning community gamification through activities," in *Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC'15)*, 2015.
14. K. Werbach and D. Hunter, *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Press, Wharton Digital, 2012.
15. C. Gabe, Zichermann; Christopher, *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media, 2011.
16. K. A. Turner, "BioCraft : Using Gamification to Stimulate Students' Motivation and Acquisition of Scientific Terms in a Bilingual Classroom," 2014.
17. J. Bidarra, P. Escudeiro, N. Escudeiro, R. Reis, A. B. Baltazar, P. Rodrigues, J. Lopes, M. Norberto, and M. Barbosa, "Game design and the gamification of content: assessing a project for learning sign language," in *EDULEARN 2015: 7th International Conference on Education and New Learning Technologies*, 2015.
18. J. J. Lee and J. Hammer, "Gamification in Education: What , How , Why Bother?," *Acad. Exch. Q.*, vol. 15, no. 2, pp. 1–5, 2011.
19. T. Reiners and L. C. Wood, *Gamification in education and business*. 2015.
20. J. Thom, D. R. Millen, J. DiMicco, and R. Street, "Removing gamification from an enterprise SNS," in *Proceedings of the ACM 2012 Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW'12)*, 2012, pp. 1067–1070.
21. T. Di Mascio, R. Gennari, A. Melonio, and P. Vittorini, "Designing games for deaf children: first guidelines," *Int. J. Technol. Enhanc. Learn.*, vol. 5, no. 3/4, p. 223, 2013.
22. P. Bottoni, D. Capuano, M. de Marsico, and A. Labella, "DELE framework: An innovative sight on didactics for deaf people," *J. E-Learning Knowl. Soc.*, vol. 8, no. 3, pp. 165–174, 2012.
23. D. DePriest and K. Barilovits, "LIVE: Xbox Kinect©s virtual realities to learning games," in *TCC Worldwide Online Conference*, 2011, pp. 48–54.







## Índice de Autores

#	Apellido	Nombre	Nacionalidad
1	Alonso Mitsari	Lucio	Mexicana
2	Álvarez Rodríguez	Francisco Javier	Mexicana
3	Ameca Alducin	Omar	Mexicana
4	Archundia Sierra	Etelvina	Mexicana
5	Benitez Guerrero	Edgar Ivan	Mexicana
6	Bittencourt	Ig Ibert	Brasil
7	Cano Mazuera	Sandra Patricia	Colombiana
8	Cardona Reyes	Héctor	Mexicana
9	Cardona Salas	Juan Pedro	Mexicana
10	Cerón Garnica	Carmen	Mexicana
11	Collazos Ordóñez	César Alberto	Colombiana
12	Galicia Marín	Eduardo	Mexicana
13	Galindo Cruz	José Luis	Mexicana
14	González Calleros	Juan Manuel	Mexicana
15	González Monfil	Adelaida	Mexicana
16	Guerrero García	Josefina	Mexicana
17	Lecona Lara	Aletvia	Mexicana
18	Manresa-Yee	Cristina	Española
19	Mendoza González	Alfredo	Mexicana
20	Mendoza González	Ricardo	Mexicana
21	Mocencagua Mora	Daniel	Mexicana
22	Montané Jiménez	Luis Gerardo	Mexicana
23	Muñoz Arteaga	Muñoz Arteaga	Mexicana
24	Muñoz Bautista	Humberto	Mexicana
25	Navarro Rangel	Yadira	Mexicana
26	Ornelas Zapata	Francisco Javier	Mexicana
27	Ortiz Esparza	Miguel Angel	Mexicana
28	Padilla Díaz	Alejandro	Mexicana
29	Peñeñory Beltran	Victor Manuel	Colombiana
30	Pérez González	Héctor Gerardo	Mexicana

31	Ponce Gallegos	Julio César	Mexicana
32	Rebolledo Méndez	Genaro	Mexicana
33	Riquelme Agulló	Inmaculada	Española
34	Rojano Cáceres	José Rafael	Mexicana
35	Rusu	Cristian Alexandru	Rumana
36	Silva Sprock	Antonio	Venezolana
37	Torres Soto	María Dolores	Mexicana
38	Vargas Cerdán	María Dolores	Mexicana
39	Velázquez Amador	César Eduardo	Mexicana
40	Vera Cervantes	Eugenia Erica	Mexicana
41	Zamora Lara	Carlos	Mexicana

## **Comité Evaluador**

<b>#</b>	<b>Apellido</b>	<b>Nombre</b>	<b>Nacionalidad</b>
1	Collazos Ordóñez	César Alberto	Colombiana
2	García Gaona	Alma Rosa	Mexicana
3	Guzmán Mendoza	Eder	Mexicana
4	López Morteo	Gabriel Alejandro	Mexicana
5	Margain Fuentes	María de Lourdes	Mexicana
6	Menendez Domínguez	Victor Hugo	Mexicana
7	Ponce Gallegos	Julio César	Mexicana
8	Santaolaya Salgado	René	Mexicana
9	Velázquez Amador	César Eduardo	Mexicana
10	Zapata González	Alfredo	Mexicana

## **Editores**

Jaime Muñoz Arteaga  
José Rafael Rojano Cáceres  
Etelvina Archundia Sierra



El Libro “Avances en Tecnologías Interactivas Aplicadas a la Discapacidad”.  
Se terminó de editar en octubre de 2016, en la Facultad de Ciencias de la Computación  
Av. San Claudio y 14 Sur  
Jardines de San Manuel  
Ciudad Universitaria  
Puebla, Pue., México.  
C.P. 72570

El Cuidado de la Edición es de:

Jaime Muñoz Arteaga  
José Rafael Rojano Caceres  
Etelvina Archundia Sierra

Peso del archivo PDF: 6.3 Mb  
Reproducción: 100 CD-ROM