

# TECNOLOGÍA Y ACCESIBILIDAD

**Volumen 1**  
**Aplicación de Tecnologías de la  
Información y Comunicaciones  
para mejorar la Accesibilidad**

Paola Ingavélez  
José Ramón Hilera  
Cristian Timbi  
Luis Bengochea  
(Editores)

OBRAS COLECTIVAS  
TECNOLOGÍA 22

UAH

# Tecnología y accesibilidad

Volumen 1  
Aplicación de Tecnologías de la Información y  
Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad

*Paola Ingavélez*  
*José Ramón Hilera*  
*Cristian Timbi*  
*Luis Bengochea*  
*(Editores)*

OBRAS COLECTIVAS  
TECNOLOGÍA 22



## Volumen 1

### Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad

Paola Ingavélez, José Ramón Hilera y Cristian Timbi (Editores)

Ira Edición ©Universidad Politécnica Salesiana  
Av. Turuhuayco 3-69 y Calle Vieja  
Cuenca-Ecuador  
Casilla: 2074  
P.B.X. (+593 7) 2050000  
Fax: (+593 7) 4 088958  
e-mail: rpublicas@ups.edu.ec  
www.ups.edu.ec

Edición impresa:  
ISBN Obra completa: 978-9978-10-254-1  
Volumen 1: 978-9978-10-255-8

Edición digital: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá  
Plaza de San Diego, s/n - 28801 Alcalá de Henares (España)  
ISBN: 978-84-16599-29-5

Fotografía de portada: Hubble Space Telescope image showing the spiral galaxy NGC 3021 which lies about 100 million light-years away in the constellation of Leo Minor. Credit: NASA & ESA.  
Acknowledgement: A. Riess, STScI (License Attribution).



El libro “Tecnología y accesibilidad” en el que se recogen las Actas del VII Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas (ATICA2016) y de la IV Conferencia Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad (ATICAcces 2016), editado por Paola Cristina Ingavelez, José Ramón Hilera, Cristian Fernando Timbi y Luis Bengochea, se publica bajo licencia Creative Commons España 3.0 y Creative Commons Ecuador 3.0 de reconocimiento – no comercial – compartir bajo la misma licencia.

Se permite su copia, distribución y comunicación pública, siempre que se mantenga el reconocimiento de la obra y no se haga uso comercial de ella. Si se transforma o genera una obra derivada, sólo se puede distribuir con licencia idéntica a ésta. Alguna de estas condiciones puede no aplicarse, si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana

Los contenidos de esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, la Universidad de Alcalá ni de ninguna de las instituciones que han colaborado en la organización del congreso.

# **Tecnología y accesibilidad**

## **Volumen 1**

### **Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad**

***Actas de la IV Conferencia Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad (ATICAcces 2016)***

**Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador  
Campus Universitario de Cuenca  
Cuenca (Ecuador)  
9 - 11 de noviembre de 2016**

Editores:

Paola Cristina Ingavélez (*Univ. Politécnica Salesiana – Ecuador*)

José Ramón Hilera (*Universidad de Alcalá - España*)

Cristian Fernando Timbi (*Univ. Politécnica Salesiana – Ecuador*)

Luis Bengochea Martínez (*Universidad de Alcalá - España*)

## Organización del Congreso

El congreso está organizado por:

### **Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)**

La Universidad Politécnica Salesiana, nace en el año de 1994 con su Sede matriz Cuenca, en un barrio popular de tradición salesiana como lo es el Barrio el Vecino, en donde estaba asentado el Colegio Técnico Salesiano.

De las primeras instalaciones y talleres que ocupaba el Colegio Técnico Salesiano, la Universidad Politécnica Salesiana ha incrementado el número de estudiantes y proporcionalmente a este incremento han ampliado sus instalaciones, laboratorios, servicios de biblioteca, patio de comidas y espacios deportivos, propios de una universidad moderna que en la actualidad acoge alrededor de 6000 estudiantes. [[www.ups.edu.ec](http://www.ups.edu.ec)]



### **Universidad de Alcalá (España)**

Institución fundada en 1499 que presta el servicio público de la educación superior a través de la docencia y de la investigación, que dispone de un Campus Virtual en el que se imparten enseñanzas virtuales oficiales (grados, másteres y doctorados) y propias (títulos propios de formación continua, de experto y de máster). [[www.uah.es](http://www.uah.es)]



### **Red ESVI-AL**

La Red ESVI-AL de Cooperación sobre Accesibilidad en la Educación y Sociedad Virtual es un resultado del proyecto ESVI-AL, financiado por el programa ALFA III de la Unión Europea, con el objetivo de fomentar la investigación sobre accesibilidad y la mejora de la inclusión de las personas con discapacidad en la educación y en otros ámbitos de la sociedad. [[www.esvial.org](http://www.esvial.org)]



## Comité de Honor

Javier Herrán Gómez sdb, *Rector de la Universidad Politécnica Salesiana ECUADOR*

Fernando Galván Reula, *Rector de la Universidad de Alcalá, ESPAÑA*

## Comité Organizador

### **Presidentes Congreso ATICA 2016:**

Bertha Tacuri C., *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Luis Bengochea, *Universidad de Alcalá (España)*

### **Presidentes Conferencia ATICAcces 2016:**

Cristian Timbi, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

José Ramón Hilera González, *Universidad de Alcalá (España)*

### **Miembros:**

Ana María Privado Rivera, *Universidad de Alcalá (España)*

Blanca Menéndez Olías, *Universidad de Alcalá (España)*

Carmen Sastre Merlín, *Universidad de Alcalá (España)*

Diana Monje, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Diego Quinde, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Jennifer Yopez, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Marcelo Flores, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Mauricio Ortiz, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Pablo Gallegos, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Walter Verdugo, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

# Comité Científico

## Presidentes:

Paola Ingavélez G. *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Roberto Barchino Plata, *Universidad de Alcalá (España)*

## Miembros:

Agustín Arcia, *Universidad Tecnológica de Panamá*

Agustín Longoni, *Universidad Nacional del Litoral*

Alejandro Rodríguez-Ascaso, *UNED (España)*

Alfonso Vicente, *Universidad de la República de Uruguay*

Alfredo Villaverde, *Universidad de la República de Uruguay*

Alicia Beatriz Lopez, *Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)*

Alma De Los Ángeles Cruz Juárez, *Universidad Veracruzana*

Ana Castillo-Martínez, *Universidad de Alcalá*

Antonio García Cabot, *Universidad de Alcalá (España)*

Antonio Miñan Espigares, *Universidad Nacional de Asunción (Paraguay)*

Antonio Morerira Teixeira, *Universidade de Lisboa (Portugal)*

Antonio Pérez, *Universidad de Murcia (España)*

Audrey Romero-Pelaez, *Universidad Técnica Particular de Loja*

Beatriz Elena Giraldo Tobón, *Universidad de Santander*

Belén Meza, *Universidad Nacional de Asunción (Paraguay)*

Carlos Calderon Sedano, *Universidad Continental (Perú)*

Carmen Cano Pérez, *Universidad de Alcalá (España)*

Carmen Delia Varela, *Universidad Nacional de Asunción (Paraguay)*

Carmen Pagés Arévalo, *Universidad de Alcalá (España)*

Carol Roxana Rojas Moreno, *Universidad Continental (Perú)*

Cecilia Lammertyn, *Universidad Nacional del Litoral*

Concha Batanero Ochaíta, *Universidad de Alcalá (España)*

Covadonga Rodrigo San Juan, *UNED (España)*

Daniel Gamarra Moreno, *Universidad Continental (Perú)*

Daniel Guasch Murillo, *Universitat Politècnica de Catalunya (España)*

Diana Torres, *Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)*

Diego Morocho, *Multivisionar*

Edmundo Tovar, *Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)*

Eduardo Calle, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Elisabeth Cadme, *Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)*

Emiliano Díez, *Universidad de Salamanca (España)*

Emma Soledad Barrios Ipenza, *Universidad Continental (Perú)*

Emmanuelle Gutiérrez Restrepo, *Fundación Sidar (España)*

Eva García López, *Universidad de Alcalá (España)*

Felix Andrés Restrepo, *Universidad de Alcalá (España)*

Gabriel León, *Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Gabriela Jurado Chamorro, *Universidad Continental (Perú)*

Gerardo Contreras Vega, *Universidad Veracruzana*

Gladys-Alicia Tenesaca-Luna, Universidad Técnica Particular de Loja  
Gloria Díaz, Instituto Tecnológico Metropolitano  
Guelda Carballada, Universidad Tecnológica de Panamá  
Héctor Amado, Universidad Galileo (Guatemala)  
Hector Montes, Universidad Tecnológica de Panamá  
Isabel Cano Ruiz, Universidad de Alcalá (España)  
Isabel Ramos, Universidad de Sevilla (España)  
Jack Bravo, Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)  
Jaime Oyarzo Espinosa, Universidad de Alcalá (España)  
Janet Chicaiza, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)  
Jaquelin Guzman, Universidad de la República de Uruguay  
Jesús García Boticario, UNED (España)  
Joaquín Gairín Sallán, Universidad Autónoma de Barcelona (España)  
Jorge Eduardo Marmolejo Aguirre, Universidad Continental (Perú)  
Jorge López, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)  
José Amelio Medina Merodio, Universidad de Alcalá (España)  
José Antonio Gutiérrez de Mesa, Universidad de Alcalá (España)  
Jose Carlos Ciria, Universidad de Zaragoza (España)  
José Javier Martínez Herraiz, Universidad de Alcalá (España)  
José Luis Castillo Sequera, Universidad de Alcalá (España)  
José Luis Del Barco, Universidad Nacional del Litoral  
José Luis Martín Núñez, Grupo de Ingeniería de Organización  
José María Antón Jornet, Virtual Educa (Internacional)  
José María Gutiérrez Martínez, Universidad de Alcalá (España)  
José Ramón Hilera González, Universidad de Alcalá (España)  
Juan Aguado-Delgado, Universidad de Alcalá (España)  
Juan Carlos Pérez Arriaga, Universidad Veracruzana  
Juan Morocho, Universidad Técnica Particular de Loja  
Julián García-García, Universidad de Sevilla (España)  
Juliana Calderón, Fundación Universitaria Católica del Norte (Colombia)  
Katia Montero Barrionuevo, Universidad Continental (Perú)  
Lina Morgado, Universidade AbERTA Lisboa (Portugal)  
Lourdes Jiménez Rodríguez, Universidad de Alcalá (España)  
Lourdes Moreno, Universidad Carlos III (España)  
Luciana Canuti, Universidad de la República de Uruguay  
Luis Bengochea Martínez, Universidad de Alcalá (España)  
Luis De Marcos Ortega, Universidad de Alcalá (España)  
Luis Fernández Sanz, Universidad de Alcalá (España)  
Maite Villalba De Benito, Professor  
Manuel Mejías Risoto, Universidad de Sevilla (España)  
Marco Herrera Puga, Universidad Continental (Perú)  
María Cristina Rodríguez Sánchez, Universidad Rey Juan Carlos (España)  
María Del Carmen Cabrera Loayza, Univ. Técnica Particular de Loja  
María González García, Universidad Carlos III (España)  
María Inés Laitano, Laboratoire Paragraphe Université Paris 8  
María Isabel Farias, Organización Mundial de Personas con Discapacidad  
María Jesús Lapeña Marcos, Universidad de Zaragoza  
María José Baima, Universidad Nacional del Litoral

María José Escalona Cuaresma, Universidad de Sevilla (España)  
María Teres Villalba de Benito, Universidad de Alcalá (España)  
Markku Karhu, Helsinki Metropolia Univ. of Applied Sciences (Finlandia)  
Martin González Rodríguez, Universidad de Oviedo (España)  
Miguel Ángel Córdova Solís, Universidad Continental (Perú)  
Miguel Angel Navarro Huerga, Universidad de Alcalá (España)  
Miguel Angel Valero, Universidad Politécnica de Madrid (España)  
Miguel Cárdenas Agreda, Universidad Continental (Perú)  
Miguel Morales, Universidad Galileo (Guatemala)  
Miguel Tupac Yupanqui, Universidad Continental (Perú)  
Mónica de la Roca, Universidad Galileo (Guatemala)  
Nelson Augusto Forero Paez, Universidad San Buenaventura  
Nelson Piedra Pullaguari, Univ. Técnica Particular de Loja (Ecuador)  
Olga Santos, aDeNu Research Group (UNED)  
Oscar de Jesus Aguila, Universidad Politécnica de El Salvador  
Oscar Martinez, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)  
Pablo Courault, Universidad Nacional del Litoral  
Paola Premuda, Universidad de la República de Uruguay  
Pedro Valcarcel, Universidad de Alcalá (España)  
Regina María Motz Carrano, Universidad de la República (Uruguay)  
Rene Elizalde, Universidad Técnica Particular de Loja  
Roberto Antonio Argueta Quan, Universidad Politécnica de El Salvador  
Roberto Barchino Plata, Universidad de Alcalá (España)  
Roberto Beltrán, Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)  
Rocael Hernandez Rizzardini, Universidad Galileo (Guatemala)  
Rocio Calvo, Universidad Carlos III (España)  
Sergio Luján Mora, Universidad de Alicante (España)  
Silvia Margarita Baldiris Navarro, Universidad de Girona (España)  
Sylvana Temesio, Universidad de la República de Uruguay  
Verónica Alexandra Segarra Fiaggione, Univ. Técnica Particular de Loja  
Virginia Rodés, Universidad de la República de Uruguay  
Vladimir Robles B., Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)  
Wilfredo Guzman, Organización Mundial de Personas con Discapacidad  
Yolanda Patricia Preciado, Universidad Católica del Norte (Colombia)  
Yuri Marquez Solis, Universidad Continental (Perú)

# Prólogo

Dr.C. Fernando Pesántez Avilés  
*Vicerrector Docente*  
*Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)*

Prologar el texto de las actas del VII Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas (ATICA2016) y de la IV Conferencia Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad (ATICAcces 2016), no solo es una tarea privilegiada sino también una responsabilidad, en especial con la sociedad que solicita tecnologías inclusivas y comunicaciones efectivas en pro de la equidad. Es interesante señalar que el anhelo por consolidar categorías que favorezcan la participación social ha sido el sueño y trabajo de muchos, por ejemplo vale recordar que en este año del Congreso se cumplen 500 desde que Tomás Moro ofreciera al mundo su voz en “UTOPIA”, donde en la idealización de su isla estampó una cultura de trabajo, cooperación y democracia, sin descuidar que proclamó a Amauroto, la capital de su República, como una de total accesibilidad para que todo ciudadano pueda llegar y gozar de ella, con suficiente agua para todos; su localidad estaba constituida por casas que eran custodiadas por cerraduras tan simples que cualquiera podía ingresar o salir de ellas ya que el verdadero tesoro de toda persona era su propio ser. Este breve evocar, da la pauta para promover Utopías necesarias en cuanto a las TIC, que aunque sabemos que es quimérico hablar de ellas como totalmente abiertas y al alcance de todos, debería ser éste el ideal de los hombres cuya ciencia, hoy en día, permite integrarnos a esta nuestra aldea global, es por ello que ATICA 2016 busca romper aquellos muros virtuales y tecnológicos que impiden una comunicación efectiva en nuestros tiempos.

El trabajo del Congreso también semeja a la norma de discusión del Senado de Utopía, donde sus expositores socializan sus lógicas mejores, no hay intervención que no sea fruto de la madurez de un proceso investigativo científico que procure el bien público. Parece igualmente exacto ver como entre los participantes existe una suerte de familia, que aunque adoptiva, por configurarse alrededor de un objetivo común como ATICA 2016, a todos ellos, su dedicación a la ciencia y la tecnología al servicio de los más necesitados, los ha unido. En esta ocasión los autores representan a 11 países: Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, España, Francia, Guatemala, México, Panamá y Perú; es notable ver como los frutos académicos expuestos en los 80 artículos científicos aceptados de un total de 115 enviados, 36 abordan la línea de “*Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad*” y los restantes 44 son sobre “*Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas*”, todos ellos superan en mucho las horas normales de trabajo, en resumen es evidente el esfuerzo académico y la convicción por un mundo más accesible desde las TIC .

En el relato de Moro, la verdadera felicidad, es la libertad y el desarrollo de valores espirituales, pero también existe posibilidad para la guerra y la esclavitud, asimismo como la ciencia y tecnología pueden ser consideradas herramientas de doble arista; por ello el Congreso enfocó muy bien su debate y su comité científico, formado por

académicos internacionales, aseguró que ATICA 2016 esté en torno a la inclusión y a la equidad.

Igual satisfacción que dejó en su tiempo Utopía a aquellos a los cuáles le fue develada, encontrarán las gentes de hoy en ATICA 2016. Las memorias del evento ponen de manifiesto nuevas lógicas comunicativas y tecnológicas, pero sobre todo nos dicen que, conforme hace 500 años, es posible soñar en un futuro mejor si la ciencia y tecnología están al servicio del ser humano.

# Índice de Contenidos

## Volumen 1

### Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad

<b>Prólogo</b>	11
<i>Dr. Fernando Pesántez. Vicerrector Docente de la Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador)</i>	
<b>Conferencias invitadas</b>	
Contenidos accesibles en las redes sociales	19
<i>José Ramón Hilera</i>	
Creación de objetos de aprendizaje accesibles	22
<i>Salvador Otón Tortosa</i>	
Importancia de los videos en la formación virtual accesible	30
<i>Luis Bengochea Martínez</i>	
<b>Ponencias de la IV Conferencia ATICAcces 2016</b>	
Revisión sistemática sobre la enseñanza de las asignaturas de programación a personas con Discapacidad Visual	37
<i>Diego Vicente Herrera Galván</i>	
Arquitectura Software basada en servicios para Sistemas de Evaluación de la accesibilidad de sitios web	45
<i>Carlos Iván Martín Amor</i>	
Desarrollo de una API basada en Servicios Web para una Herramienta de Análisis de Accesibilidad Web	51
<i>Cristian Timbi Sisalima</i>	
Estado del arte de las herramientas inclusivas y accesibles para la dirección de proyectos informáticos	59
<i>Johan Morales Guzmán</i>	
Evaluación de Usabilidad de la Mensajería Instantánea en iOS y Android	78
<i>Sergio Caro-Alvaro, Eva Garcia-Lopez and Antonio García-Cabot</i>	
Revisión de estudios primarios sobre los beneficios de los videojuegos en usuarios con diversidad funcional	86

<p><i>Óscar Yago-Corral, Juan Aguado-Delgado, José-María Gutiérrez-Martínez, José R. Hilera y Ana Castillo-Martínez</i></p>	
Aplicación Móvil para el Monitoreo de Personas con Discapacidad Visual	93
<p><i>Guelda Carballada, Agustín Arcia, Rubén Pérez y Hector Montes</i></p>	
Accesibilidad de los sitios WEB desarrollados con WordPress	101
<p><i>Stalin Figueroa Alava</i></p>	
Situación actual del uso de la tecnología como recurso de apoyo en la educación de estudiantes con discapacidad: caso Ecuador	109
<p><i>Miriam Gallegos</i></p>	
El uso de las TIC como recurso didáctico de apoyo a los estudiantes con discapacidad del Instituto Fiscal de Discapacidad Matriz de la ciudad de Quito, año lectivo 2015–2016	117
<p><i>Alberto Duchi y José Luis Aguayo</i></p>	
Accesibilidad web en las instituciones de salud de la ciudad de Cuenca. Análisis preliminar	125
<p><i>Milton Campoverde, Jenny Vizñay y Diego Reyes</i></p>	
Estudio del diseño de software mediante DSL orientado a patrones	133
<p><i>Francisco Javier Estrada Martínez y Salvador Otón Tortosa</i></p>	
Desarrollo dirigido por modelos para la gestión de la accesibilidad: revisión sistemática de la literatura	140
<p><i>Karla Ordóñez</i></p>	
Un modelo de enseñanza bilingüe a docentes para la enseñanza a estudiantes con discapacidad auditiva: una propuesta de capacitación virtual	148
<p><i>Alma De Los Ángeles Cruz Juárez, Gerardo Contreras Vega y Juan Carlos Pérez Arriga</i></p>	
Experiencia de evaluación de accesibilidad móvil	155
<p><i>Juan Aguado-Delgado, Cristian Timbi-Sisalima, José-María Gutiérrez-Martínez, José R. Hilera y Ana Castillo-Martínez</i></p>	
Biblioteca virtual para personas con discapacidad	163
<p><i>María José Baima, Pablo Courault, José Luis Barco Del, Cecilia Lamertyn y Agustín Longoni</i></p>	
Políticas institucionales sobre accesibilidad en la educación superior apoyada en entornos virtuales	168
<p><i>Alicia López</i></p>	
Hacia un Middleware de Soporte para la Creación de Aplicaciones Accesibles a Personas con Discapacidad Visual dentro de una Red de Sensores	176
<p><i>Edmair Antonio Aquino, Juan Carlos Pérez Arriaga, Gerardo Contreras Vega y Alma De Los Ángeles Cruz Juárez</i></p>	
El uso del computador como medio para transmisión de conocimiento a nivel educativo en personas con discapacidad visual	184
<p><i>Nelson Augusto Forero Paez</i></p>	
Hacia el diseño de una Red de Sensores en Espacios Cerrados como Apoyo a Personas con Discapacidad Visual	192
<p><i>Cristhian Silvano Zavala Toledo, Gerardo Contreras Vega, Juan Carlos Pérez Arriaga y Alma De Los Ángeles Cruz Juárez</i></p>	
Curso virtual para la enseñanza de programación de Computadores en lengua de señas colombiana: un recurso de sordos para sordos	200

<i>Julian J. Noguera, Carlos A. Areiza y Gloria Díaz</i>	
Guante electrónico para la terapia de rehabilitación de la muñeca, utilizando sensores de presión y una respuesta audiovisual	208
<i>Mario Ochoa-Guaraca, Daniel Calle, Erick Narvaez y Luis Serpa-Andrade</i>	
Evaluación de Accesibilidad de Ambientes Educativos Virtuales en Colombia	216
<i>Sandra Janeth Hernández Otalora y Gloria Díaz</i>	
Modelar el Autor del sitio web para evaluar la conformidad con la accesibilidad	224
<i>María Inés Laitano</i>	
A integração do ensino de Língua Portuguesa e a alfabetização digital como elemento de inclusão social	231
<i>Félix Andrés Restrepo Bustamante y Fernanda Marcucci</i>	
Uso De Herramientas TIC Para El Aprendizaje De Colores Y Figuras Para Niños Con Parálisis Cerebral	235
<i>Paul Calle</i>	
Asistente comunicador móvil	240
<i>Mateo López, Pablo Torres y Boris Cabrera</i>	
Asistencia digital, didáctica y comunicativa para pacientes con parálisis cerebral	248
<i>Jhonnathan Berrezueta-Guzmán y Luis Serpa-Andrade</i>	
Buenas Prácticas de Accesibilidad para Medios Responsivos	252
<i>Gladys-Alicia Tenesaca-Luna, Ramiro Leonardo Ramírez Coronel y Juan-Pablo Ureña-Torres</i>	
Las TIC un potencializador accesible para la Educación, mediada por las competencias del docente	260
<i>Félix Andrés Restrepo Bustamante, Beatriz Elena Giraldo Tobón y Ana María Aparicio Franco</i>	
Accesibilidad en objetos de aprendizaje: una herramienta de apoyo en el uso de videos	268
<i>Irma Cuzco, Inés Yambay, Paola Ingavélez, Vladimir Robles y Christian Oyola</i>	
Pautas para la Mejora en el Acceso y Análisis en un Big Data	276
<i>Gladys-Alicia Tenesaca-Luna, María Del Carmen Cabrera Loayza, Rene Elizalde, María-Belén Mora-Arciniegas y Verónica Alexandra Segarra Fiaggione</i>	
Sistema de Aprendizaje Mediante Estimulación Sensorial para Niños con Discapacidad Cerebral	284
<i>Diego Chiluisa y Fernando Ortega</i>	
Implementación de una aplicación de realidad aumentada en recursos educativos	292
<i>Diego Morocho, Audrey Romero-Pelaez y Juan Morocho</i>	
Desarrollo de una herramienta de análisis automático de la accesibilidad web	298
<i>Alejandro Mayol, Sergio Luján</i>	
Propuestas sobre cambios de nivel de accesibilidad de los criterios de conformidad establecidos por WCAG 2.0	306
<i>José R. Hilera, Salvador Otón, Héctor R. Amado-Salvatierra</i>	

## Volumen 2

# Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas

### Conferencias invitadas

- Emprendimiento e innovación en las Universidades 313  
*José Antonio Gutiérrez de Mesa*

### Ponencias del VII congreso ATICA 2016

- Integración de datos académicos no volátiles de diversas fuentes de procedencia para su explotación y análisis variable en el tiempo 323  
*Jorge Luis Landacay Jaramillo*
- Estudio del framework Ruby on Rails 333  
*Araceli Pérez Vergara*
- Implementación de una plataforma para análisis de datos un enfoque de big data y datamining 341  
*Roberth Gustavo Figueroa Díaz*
- Estudio de Metodologías de Gestión de Proyectos Informáticos 349  
*Juan Diego Blanco Hoyos*
- Proyecto de Integración de los Procesos de Gestión de Residuos en SAP ERP 357  
*Norberto Francisco Pinero*
- Estudio del Estado del Arte de la Investigación en Seguridad 365  
*Andrés Cruz Alonso*
- Diseño de un plan para auditor el cumplimiento de la LOPD en un entorno específico 373  
*María Jesús Larraya Hernández*
- Mejora de Servicios TI mediante ITIL 379  
*María José Maroto Ruiz de Santa Quiteria*
- Estudio de viabilidad para externalizar un servicio de un entorno específico a un proveedor de Cloud Computing 385  
*Diego Sepúlveda Blanco*
- Mass Media y Social Media en el proceso educativo a través del modelo b-learning en las Ciencias Sociales 393  
*Carlos Martínez y Inmaculada Tello*

Modelado digital y sistematización operativa de un huerto escolar. Propuesta pedagógica participativa ludificada <i>Dolores Peralta</i>	401
Gamificación Social en MOOCs: Plataforma Gamificada Basada en Elgg <i>Sergio Caro-Alvaro, Eva García-Lopez, Antonio García-Cabot y Luis De-Marcos</i>	409
Information security management system implementation for a Software as a Service company <i>Maria Deseada Malfeito Natividad y José Amelio Medina Merodio</i>	417
El vídeo de simulación 3D como recurso educativo <i>Ricardo Jiménez Martínez, Nieves Casado Escribano y Hilario Gómez Moreno</i>	424
Aplicación para la gestión de calidad en institutos de Formación Profesional <i>Enrique García Cortés, Luis Fernández Sanz y José Amelio Medina Merodio</i>	430
ViveBIO. Portal web bootstrap con blog, tienda y pasarela de pagos PayPal <i>Mario García Salinero</i>	436
Análisis y aplicación práctica de los frameworks Spring y AngularJS y su interoperabilidad <i>César San José Viedma y Antonio Ortiz Baíllo</i>	443
Estado del arte sobre el uso de métricas y modelos de estimación en CMS's <i>Miguel Ignacio García Martínez</i>	453
Sintonización de un controlador PID basado en eventos utilizando Algoritmos Heurísticos <i>Carlos Pillajo y Paul Bonilla</i>	461
Diseño de un Sistema de Gestión de Calidad para una empresa desarrolladora de Software <i>Flor Enit Aguirre Marin</i>	469
Modelo de Gestión de Fraude en Entorno Bancario para Tarjetas y Banca por Internet <i>Javier Fuentetaja Sánchez</i>	475
Guía de adaptación de la Ley Orgánica de Protección de Datos en Administraciones acogidas a la Ley de Grandes Ciudades <i>Santiago Galicia Martínez, Manuel Avezuela Martínez y Jose Antonio Gutiérrez de Mesa</i>	480
Cuadro de Mando de Tareas e Incidencias <i>Marcos Gómez San Juan</i>	490
Diseño de un sistema de gestión de la seguridad de la información en un servicio de telemonitorización de pacientes crónicos <i>Raúl Gómez Manzano</i>	498
Procedimientos de gestión editorial en una e-revista científica: el caso de Estoa <i>Jose Luis Crespo-Fajardo</i>	502
Planteamiento de un modelo de aplicaciones clínicas en un entorno hospitalario <i>Enrique Maldonado y Salvador Otón Tortosa</i>	509
Realidade Aumentada: Possibilidades desta Tecnologia <i>Eunice Maria Mussoi, João Moreira, Gilse Antoninha Morgental Falkembach y Maria Lúcia Pozzati Flôres</i>	517

Implantación de un Sistema de Gestión de Servicios de TI, basado en el estándar ISO 20000	525
<i>Manuel Angel Moraleda Blanco y José Javier Martínez Herráiz</i>	
Los Cuadros de Mando como herramientas de Mejora Continua	531
<i>Fernando Zamora Pérez</i>	
Análisis de herramientas existentes para el desarrollo de Big Data en la nube	536
<i>Pricila Vanesa Quichimbo Armijos y José Amelio Medina Merodio</i>	
Sistema SW de Gestión de Incidencias (SGI)	545
<i>José Carmelo Pacheco Moreno</i>	
Implementación de un sistema para la gestión de proyectos de aula semestral de la universidad de Córdoba- Colombia utilizando el framework Zend	551
<i>Javier Enrique Peniche Padilla</i>	
Impacto de la Web e instrumentos socioeducativos en la elección de la profesión de programadora y prototipo de herramienta de popularización	559
<i>Aránzazu San Juan Llano</i>	
Desarrollo de red social y guía de problemas comunes en el desarrollo Android	567
<i>Jonathan de La Sen Minaya</i>	
Guía para la creación de un programa espía	573
<i>Valentín Martín Manzanero</i>	
MOOCs: Retos y Oportunidades	579
<i>Victor Wilfredo Bohorquez Lopez</i>	
Revisión sistemática de literatura: modelos de minería de datos para el internet de las cosas	587
<i>Maritza Chimbo</i>	
Hacia una Revisión Sistemática de la Calidad de Servicios en la Nube en Combinación con el Internet de las Cosas: Protocolo y Definición del Problema	593
<i>Priscila Cedillo, Andrea Guevara y Juan Pérez Zúñiga</i>	
Utilización de herramientas TIC de encuestas para generar propuestas de en titulaciones universitarias	601
<i>Germán Ros y otros</i>	
Una herramienta que facilita el acceso de las PYMEs a ITIL como garantía de buenas prácticas	608
<i>Nancy Judith Cruz Hinojosa y José Antonio Gutiérrez de Mesa</i>	
Portal de Recursos Gratuitos contribuyendo para prácticas innovadoras de aprendizaje: un estudio exploratorio	616
<i>Luziana Quadros Da Rosa, Márcio Vieira De Souza, Lucyene Lopes Da Silva Todesco Nunes, Silvana Lúcio Colares De Souza y Fernando José Spanhol</i>	
Tratamiento de la Calidad del Software en el Alcance de las Líneas de Productos	624
<i>Elizabeth Rincón, Gustavo Colmenares, Alfredo Matteo y Macartur Ortega</i>	
Análisis matemático y simulación numérica en la construcción de un lápiz para un diagnóstico grafológico	632
<i>Julio Verdugo-Cabrera, Luis Gonzalez-Delgado y Luis Serpa-Andrade</i>	
Evaluación de Tecnologías Web OpenSource para la Visualización de Datos Aplicando Grafos	640
<i>Luis Alberto Jumbo Flores</i>	

## Contenidos accesibles para las Redes Sociales

José R. Hilera

Universidad de Alcalá, España  
E-mail: jose.hilera@uah.es

Una red social accesible es aquella en la que puede participar de forma satisfactoria el mayor número posible de usuarios, independientemente de sus limitaciones personales o de las derivadas de su entorno. Así, en una red social accesible, una persona con baja visión o invidente no debería tener problemas para leer y publicar contenidos. También, un usuario que se encuentre en un momento determinado en un entorno ruidoso, como una estación o un centro comercial, tampoco debería tener problemas para poder entender el contenido de audio de un video publicado en la red.

Hacer accesible una red social significa que el diseño de la interfaz de usuario de la página web, o de la aplicación móvil utilizada para participar en la red, debe hacerse asegurando un acceso universal a la información en condiciones de igualdad, independientemente de las condiciones del usuario y de su entorno. Para ello, hay que tener en cuenta que muchos usuarios utilizan productos de apoyo o ayudas técnicas cuando navegan por la red. Los productos de apoyo pueden ser de diferente tipo, y no sólo son los que imaginamos que utilizan las personas con discapacidad. Por ejemplo, unos auriculares son un ejemplo de producto de apoyo, y habitualmente los utilizamos para escuchar mejor programas de radio o canciones cuando estamos en un entorno que no nos permite oír con nitidez, como cuando caminamos por la calle. Es decir, no sólo las personas con discapacidad utilizan ayudas de este tipo, también el entorno puede hacer que perdamos la capacidad de alguno de nuestros sentidos, como el oído, y necesitemos un producto que compense esa pérdida en ese momento.

Otros productos de apoyo que se pueden utilizar son los teclados Braille, que se conectan a un ordenador o a un teléfono móvil para que una persona ciega pueda escribir o leer. También existen punteros, como los denominados licornios, que se ajustan a la cabeza, para que un usuario sin movilidad en las manos pueda seleccionar elementos en una pantalla de ordenador.

Estas ayudas técnicas para facilitar el uso de un ordenador, de un teléfono o de una tableta no siempre son dispositivos físicos. También hay programas que funcionan como productos de apoyo. Por ejemplo, el software que permite hacer zoom en una pantalla sería una ayuda de este tipo, pues aumenta el tamaño del texto y puede leerse más cómodamente. Otro caso muy conocido son los lectores de pantalla, que cualquier persona puede instalar en su dispositivo para que le lea en voz alta el contenido que aparece en pantalla. La mayoría de teléfonos móviles y tabletas tiene preinstalado un software de lectura de pantalla, como es el caso del programa *VoiceOver* en iPhone o iPad, o del programa *TalkBack* en teléfonos y tabletas Android. Si lo activamos, podemos tener el teléfono o tableta guardado mientras escuchamos los mensajes publicados en nuestra red social.

Muchas de las redes sociales que existen en la actualidad han sido creadas teniendo en cuenta que deben ser compatibles con los productos de apoyo que pueden utilizar sus usuarios, entre los que hay muchas personas con discapacidad y personas que acceden a la red desde entornos en los que algunas veces necesitan un producto de este tipo. En algunas

ocasiones, los creadores de la red lo han hecho porque están concienciados de que todas las personas deberían poder usar su red en igualdad de condiciones, tanto si tiene o no alguna discapacidad. En otros casos, lo han hecho por imperativo legal, porque en muchos países existen leyes sobre igualdad de oportunidades que obligan a que los sitios web y las aplicaciones móviles sean accesibles, y no presenten problemas a potenciales usuarios con discapacidad.

Por estas razones, en general, las redes sociales más conocidas, como Facebook, Twitter, YouTube o Instagram, no suelen presentar especiales problemas de uso para personas con discapacidad [1]. Incluso alguna ha creado sus propios productos de apoyo para facilitar su uso. Como es el caso de Facebook, que recientemente ha presentado un sistema automático basado en Inteligencia Artificial que permite describir de forma automática a las personas ciegas, las fotografías subidas a esta red social. La versión inicial del sistema contiene objetos fáciles de reconocer como árboles, personas, vehículos, el cielo, el mar y el sol, entre otros [2].

Aunque el uso de las funciones que ofrecen las redes sociales es cada vez más accesible, ya que los creadores de cada red se encargan de que así sea, el problema que alguna vez presentan estas redes a las personas con discapacidad son precisamente los contenidos que suben los usuarios, cuya accesibilidad es responsabilidad de los autores que los generan. Para que una red social sea totalmente accesible, también los contenidos que publican sus miembros deberían ser accesibles. Por ejemplo, si publicamos en nuestra red un mensaje que contiene una imagen o una fotografía sin ningún texto que la describa, una persona ciega no va a poder saber cuál es su contenido. O si publicamos un video y no le añadimos subtítulos, una persona sorda no podrá saber lo que se dice en él. En el caso de los vídeos o animaciones también hay que tener en cuenta que hay usuarios que sufren de desórdenes convulsivos por foto-sensibilidad, y pueden sufrir ataques debido al contenido que destella varias veces con cierta frecuencia, como ocurría en los años 90 en algunas series de animación; por lo que sería recomendable comprobar que nuestros vídeos o animaciones no presentan este problema.

Hay otros posibles problemas de accesibilidad de los contenidos que un autor puede evitar fácilmente con un mínimo esfuerzo. Por ejemplo, en aquellas redes sociales en las que el autor puede elegir el color del texto de sus mensajes, puede ocurrir que elija un color que tenga un bajo contraste respecto al fondo de la pantalla, y presente problemas de lectura para usuarios con limitaciones visuales o para personas mayores que han perdido sensibilidad de contraste con la edad. De la misma forma, hay que tener cuidado con el modo en que expresamos el contenido de los mensajes que publicamos en una red social, y evitar hacer referencia sólo a colores, porque hay personas con problemas como el daltonismo que no perciben los colores. Por ejemplo, si en un mensaje en una red social escribimos algo como *“La puerta verde es la de salida”*, deberíamos plantearnos no asociar la información sólo con el color y ofrecer varias formas alternativas de representación, y redactarlo como: *“La puerta verde, que tiene el símbolo →, es la de salida”*.

Para facilitar la tarea de publicar contenidos accesibles, algunas redes sociales ofrecen ayudas a los autores [1]. En el caso de Twitter, cuando se añade una imagen a un tweet, es posible asociarle una descripción, siempre que se haya activado la opción *“Escribir descripciones de imágenes”* en el apartado *Accesibilidad* de la sección *Configuración* de esta red social. En Instagram y en Facebook, cuando se publica una imagen, se puede escribir un comentario sobre ella. Además Facebook también permite añadir subtítulos a los vídeos que publicamos, seleccionando el archivo SRT en el que se encuentre registrado el texto. En el

caso de los subtítulos, YouTube incorpora una herramienta muy útil de generación automática de subtítulos para los vídeos que hemos subido. Al generar subtítulos para un vídeo siempre hay errores en algunas palabras o expresiones, y hay que editar el texto y corregirlos; pero la ventaja es que evita al autor tener que preocuparse de los detalles de sincronizar el texto con las imágenes, pues la sincronización se realiza de forma automática. Además se pueden guardar los subtítulos en un archivo SRT y usarlo después si el vídeo se sube a Facebook.

Para evitar otros de los posibles problemas de accesibilidad citados anteriormente, como el bajo contraste del color de un texto o los destellos en un vídeo, se pueden usar herramientas externas. En el caso del contraste, se puede utilizar el programa Colour Contrast Analyser [3], y para comprobar los destellos el servicio Online Flash Test [4].

Como se ha puesto de manifiesto en este resumen, no es difícil para los usuarios de redes sociales conseguir que la información que publican sea accesible y, por tanto, pueda ser leída y comprendida por sus seguidores u otras personas interesadas, tengan o no algún tipo de discapacidad. Los responsables de las redes sociales llevan tiempo solucionando los problemas de accesibilidad que ofrecían las páginas web o las aplicaciones utilizadas por los usuarios de su red, y en la actualidad no suelen presentar problemas graves. Pero para conseguir redes sociales totalmente accesibles, es fundamental que también los usuarios de las redes tomen conciencia de la importancia de que sus contenidos sean accesibles, y que se asegure un acceso universal a la información publicada.

## Referencias

1. Social media for people with a disability. Media Access Australia (2012). <http://www.mediaaccess.org.au/web/social-media-for-people-with-a-disability>
2. ¿Cómo uso el texto alternativo automático?. Facebook (2016). [https://www.facebook.com/help/216219865403298?helpref=faq\\_content](https://www.facebook.com/help/216219865403298?helpref=faq_content)
3. Colour Contrast Analyser. The Paciello Group (2016). <https://www.paciellogroup.com/resources/contrastanalyser/>
4. Online Flash Test. ClearCast (2010). <http://www.onlineflashtest.com>

# Creación de objetos de aprendizaje accesibles basados en IMS Access for All 3.0

Salvador Otón Tortosa

Departamento de Ciencias de la Computación  
Escuela Politécnica Superior  
Universidad de Alcalá  
Alcalá de Henares (Madrid), España  
E-mail: salvador.oton@uah.es

**Resumen.** Los objetos de aprendizaje son un conjunto de recursos educativos que pueden ser reutilizados en diversos contextos educativos. Para que estos objetos de aprendizaje sean reutilizables deben ser descritos con metadatos. Para la definición de estos metadatos existen diversas especificaciones y estándares como LOM y SCORM. Sin embargo, la inclusión de estos metadatos no incluye información sobre la accesibilidad de estos recursos y para poder introducir esta información surge la especificación IMS Access for All 3.0. Mediante esta especificación se detalla el camino a seguir para personalizar el contenido de un curso de acuerdo a las necesidades y preferencias de accesibilidad de cada estudiante. Por lo tanto, este taller está concebido para aprender a crear objetos de aprendizaje junto con sus metadatos, para permitir su reutilización en diversas plataformas de aprendizaje, así como dotarles de los elementos de accesibilidad necesarios para una acción formativa inclusiva.

**Palabras clave:** Accesibilidad, LOM, SCORM, IMS AFA 3.0, e-learning.

## 1 Introducción

Cuando se habla de accesibilidad en el ámbito del e-learning, se trata de conseguir que toda persona pueda acceder a los contenidos formativos con independencia del modo sensorial utilizado para este acceso sin producirse ninguna exclusión por tal motivo.

Los contenidos formativos están formados por lo que se denominan objetos de aprendizaje: “Objeto didáctico es cualquier recurso digital que pueda ser reutilizado como soporte para el aprendizaje” [1]. Para conseguir esta reutilización necesitamos integrar en los objetos de aprendizaje unos metadatos asociados. El significado literal de metadato es “dato sobre dato” y su función es describir las características de los objetos de aprendizaje.

Para definir los metadatos de los objetos de aprendizaje existen diversas especificaciones y estándares pero el más utilizado es IEEE LOM (Learning Object Metadata) [2] que está basado en Dublin Core [3], una propuesta de metadatos más amplia que permite definir todo tipo de recursos, no sólo recursos didácticos.

Generalmente cuando un creador de contenidos educativos necesita publicarlos en diversas plataformas educativas utiliza el estándar SCORM [4] que permite empaquetar los contenidos y reutilizarlos.

Los objetos de aprendizaje accesibles permiten asegurar que el contenido educativo satisfaga determinados criterios o requerimientos de accesibilidad, de tal forma que faciliten su comprensión a través de distintos tipos de percepción sensorial. Todo ello está en relación directa con el tipo de formato digital que tengan los contenidos educativos. Los objetos de aprendizaje accesibles, además de los metadatos ordinarios, deben llevar asociados metadatos de accesibilidad que describen sus características de accesibilidad y los convierten en accesibles para todas las personas. La especificación que se encarga de proporcionar estos metadatos es la IMS Access for All (AfA) v3.0 [5].

Por otra parte es necesario que las plataformas de aprendizaje sean accesibles, si introducimos un objeto de aprendizaje accesible en una plataforma que no lo sea no podremos utilizarlo con todo su potencial, ni podrá lograrse el pretendido objetivo de inclusión en la educación. Las plataformas de aprendizaje, al fin y al cabo, y con mucha simplificación, no son sino páginas web enlazadas, y deben diseñarse y construirse siguiendo las pautas de accesibilidad del WCAG 2.0 [6]. Además, se aconseja que incorporen herramientas que permitan tanto su personalización, de acuerdo a las necesidades o preferencias del usuario como la compatibilidad, con ayudas técnicas o tecnologías de apoyo.

A continuación expondremos las especificaciones y estándares más importantes que se han comentado anteriormente.

## **2 La especificación LOM**

La principal norma a seguir en la descripción de los metadatos de un objeto de aprendizaje es LOM, estándar definido por la IEEE en el año 2002. LOM describe un esquema de datos conceptual que define la estructura de los metadatos para los objetos de aprendizaje. Su propósito es facilitar la búsqueda, evaluación, adquisición y uso de objetos de aprendizaje por parte de los alumnos, instructores o sistemas automatizados, así como el intercambio de los mismos y su uso compartido, permitiendo así el desarrollo de catálogos e inventarios.

**Tabla 1.** Metadatos de LOM

<b>Categoría</b>	<b>Elementos de metadatos</b>
1. General	1.1. Identificador
	1.2. Título
	1.3. Idioma del objeto
	1.4. Descripción
	1.5. Palabra clave
	1.6. Cobertura
	1.7. Estructura
	1.8. Nivel de agregación
2. Ciclo de vida	2.1. Versión
	2.2. Estado
	2.3. Participantes
3. Meta-metadatos	3.1. Identificador
	3.2. Participantes
	3.3. Esquema de metadatos
	3.4. Idioma del registro de metadatos
4. Requisitos técnicos	4.1. Formato
	4.2. Tamaño
	4.3. Localización
	4.4. Requisitos
	4.5. Comentarios para la instalación
	4.6. Otros requisitos de la plataforma
	4.7. Duración
5. Características pedagógicas	5.1. Tipo de interacción
	5.2. Tipo de recurso educativo
	5.3. Nivel de interacción
	5.4. Densidad semántica
	5.5. Rol del usuario final
	5.6. Contexto
	5.7. Rango de edades de los usuarios
	5.8. Dificultad
	5.8. Duración típica
	5.9. Descripción
5.10. Lenguaje	
6. Derechos de uso	6.1. Coste de utilización
	6.2. Copyright y otras restricciones
	6.3. Descripción
7. Relaciones	7.1. Tipo de relación
	7.2. Recurso
8. Anotación	8.1. Entidad
	8.2. Fecha
	8.3. Descripción
9. Clasificación	9.1. Propósito
	9.2. Ruta en un sistema de clasificación
	9.3. Descripción
	9.4. Palabra clave

Los elementos (tabla 1) que forman la especificación son los siguientes:

- Categoría 1. General, agrupa información general que describe el objeto de aprendizaje como un todo.
- Categoría 2. Ciclo de vida, agrupa características relacionadas con la historia y estado actuales del objeto de aprendizaje, y todo aquello que le haya afectado durante su evolución.
- Categoría 3. Meta-Metadatos, agrupa información sobre la propia instancia de metadatos (en lugar de sobre el propio objeto de aprendizaje).

- Categoría 4. Requisitos técnicos, agrupa información sobre requisitos y características técnicas del objeto de aprendizaje.
- Categoría 5. Características pedagógicas, agrupa características pedagógicas y educativas del objeto de aprendizaje.
- Categoría 6. Derechos de uso, agrupa información sobre propiedad intelectual y condiciones de uso para el objeto de aprendizaje.
- Categoría 7. Relaciones, agrupa características que describen las relaciones entre este objeto de aprendizaje y otros objetos relacionados.
- Categoría 8. Anotación, proporciona comentarios sobre el uso pedagógico del objeto de aprendizaje y aporta información sobre cuándo y quién creó dichos comentarios.
- Categoría 9. Clasificación, describe el objeto de aprendizaje de acuerdo con un determinado sistema de clasificación.

### 3 El estándar SCORM

SCORM (Sharable Content Object Reference Model) es un conjunto de normas técnicas que permite a los sistemas de aprendizaje en línea importar y reutilizar contenidos de aprendizaje que se ajusten al estándar. SCORM permite cubrir con suficientes garantías los aspectos siguientes: descripción de los contenidos; empaquetamiento y organización de los contenidos; presentación y secuenciación de los contenidos; y, por último, seguimiento del proceso de aprendizaje.

La organización ADL a cargo de este estándar no trabaja sola en este proyecto, sino en colaboración con numerosas organizaciones como IMS, ARIADNE, AICC, LTSC, ASD, etc. que trabajan también con las especificaciones destinadas al aprendizaje en línea. No obstante, a menudo estas especificaciones se han modificado ligeramente a fin de hacer el conjunto más coherente y transferible.

Los principales requerimientos que el modelo SCORM trata de satisfacer son:

- Accesibilidad: capacidad de acceder a los componentes de enseñanza desde un sitio distante a través de las tecnologías web, así como distribuirlos a otros sitios.
- Adaptabilidad: capacidad de personalizar la formación en función de las necesidades de las personas y organizaciones.
- Durabilidad: capacidad de resistir a la evolución de la tecnología sin necesitar una reconstrucción ni reconfiguración del código.
- Interoperabilidad: capacidad de utilizarse en otro emplazamiento y con otro conjunto de herramientas o sobre otra plataforma de componentes de enseñanza desarrolladas dentro de un sitio, con un cierto conjunto de herramientas o sobre una cierta plataforma. Existen numerosos niveles de interoperabilidad.
- Reusabilidad: flexibilidad que permite integrar componentes de enseñanza dentro de múltiples contextos y aplicaciones.



## 4.1 Descripción del Recurso Digital (DRD)

La especificación AfA DRD define los metadatos de accesibilidad de un recurso que serán utilizados para la búsqueda y uso del recurso de aprendizaje más adecuado a cada usuario de acuerdo a sus PNP.

Para que las búsquedas de objetos de aprendizaje se puedan llevar a cabo deben existir dos tipos: originales y adaptados. Un recurso original se corresponde con un recurso inicial, mientras que un recurso adaptado presenta la misma información educativa que el recurso inicial u original, mientras que cambia la forma sensorial de acceso al recurso. Por ejemplo un fichero con formato pdf como recurso original y una audio-descripción de su contenido, como recurso adaptado. El primero presenta acceso textual mientras que la adaptación presenta acceso auditivo al mismo contenido educativo.

Los recursos originales pueden tener cualquier número de adaptaciones, las cuales pueden ser totales o parciales, es decir, o bien son adaptaciones de la totalidad del contenido educativo o solamente lo son de una parte de este.

## 4.2 Necesidades personales y preferencias (PNP)

La especificación muestra un modelo de metadatos para definir y describir las PNP del estudiante o usuario con diferente modo sensorial de percepción o que se encuentre en un contexto de discapacidad. Algunas posibles opciones presentadas al usuario en el momento de la definición de sus PNP pueden ser ambientales (por ejemplo, "en la oscuridad"), pueden estar relacionados con la tecnología de las comunicaciones o de los servicios de información disponibles y específicos (por ejemplo, "cuando un dispositivo Braille esté disponible"), o pueden referirse a situaciones sociales u otros escenarios.

El método aconsejado para generar las PNP del estudiante es la presentación de un formulario con distintas opciones (como las anteriormente citadas o el modo sensorial preferido). Las PNP serán generadas a partir de las respuestas del estudiante a dichas cuestiones.

La declaración de PNP se asocia a una sola persona. A su vez una misma persona puede generar varios juegos de PNP para utilizarlos en el entorno que se encuentre en cada momento (por ejemplo en la oscuridad o en una zona ruidosa). Al igual que cualquier aplicación informática, las PNP de los usuarios deben ser fácilmente modificables editando el perfil de usuario y permitiendo tanto su ampliación, como sustitución o eliminación.

## 4.3 Ejemplo de uso de la especificación

Se presenta un escenario de ejemplo en el que se describe el uso de la propiedad 'AccessMode' de las DRD para determinar lo que debe o puede ser entregado a un usuario. Cuando el contenido se entrega al usuario, tiene uno o varios modos de acceso específicos. Considere el siguiente escenario:

*Recursos:* resourceID1 - un recurso con un modo de acceso visual. La DRD para el recurso incluiría:

accessMode = visual
---------------------

*Adaptación:* resourceID2 - un recurso que es una adaptación del primer recurso, proporcionando una alternativa textual al contenido visual en el primer recurso. La DRD para el recurso incluiría:

```
accessMode = textual
accessModeAdapted = visual
isAdaptationOf = resourceID1
```

*Preferencias del usuario:* una preferencia de contenido textual en lugar de ser entregado contenido visual, lo cual se expresaría en el PNP del usuario como:

```
accessModeRequired.existingAccessMode = visual
accessModeRequired.adaptationRequested = textual
```

En este ejemplo, resourceID2 sería una adaptación adecuada de resourceID1 para este usuario, sobre la base de las PNP del usuario. El emparejamiento y la entrega del contenido deberían ser como se indica a continuación:

1. El sistema descubre (a partir de los metadatos de los recursos) que el recurso original (resourceID1) para ser entregado al usuario tiene contenido *visual*.
2. El sistema tiene en cuenta las preferencias del usuario y descubre que para *visual*, el usuario prefiere *textual*.
3. El sistema identifica adaptaciones para el recurso. En algunos casos, la DRD para el recurso proporcionaría una referencia a uno o más recursos alternativos (*hasAdaptation*'). En este caso, no lo hace, por lo que el sistema tiene que buscar registros de metadatos para encontrar recursos que indiquen que éstos proporcionan una alternativa a resourceID1 (*isAdaptationOf*'). Esta búsqueda se encuentra el recurso con identificador resourceID2 (y posiblemente otros).
4. El sistema tiene en cuenta si el atributo '*AccessMode*' de la adaptación identificada proporciona una alternativa *textual* a la *visual*. En este caso lo hace, por lo que puede ser entregado al usuario.

## 5 Conclusiones

La realización de este taller ayudará a los participantes a entender el proceso de confección de los objetos de aprendizaje accesibles realizando una serie de pasos necesarios para su utilización en plataformas formativas.

Como primer paso el creador de un contenido educativo tiene que preparar el contenido original y etiquetarlo mediante LOM. A continuación realizar los contenidos adaptados que transmitirán la misma información que el original de distinta forma. Todos los contenidos serán etiquetados mediante IMS AfA v3.0 y de esta manera tendremos la información de accesibilidad de los mismos. Por último se empaquetarán utilizando SCORM y se desplegarán en una plataforma de aprendizaje.

Cuando un usuario se registre en dicha plataforma hará una descripción de su PNP y de esta forma la plataforma le entregará aquellos contenidos que mejor se adapten a sus necesidades.

## Referencias

1. Wiley, D.: Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. 2002.
2. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2002. IEEE Learning Object Metadata (LOM). <http://ltsc.ieee.org>
3. SCORM, 2009. Advanced Distributed Learning (ADL). Sharable Content Object Reference Model (SCORM). <http://www.adlnet.org/scorm/>
4. IMS Access For All Version 3.0. IMS Global Learning Consortium, Inc., <http://imglobal.org/accessibility>
5. Dublin Core Metadata Initiative. <http://dublincore.org/>
6. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. W3C Recommendation 11 December 2008. <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>
7. ISO/IEC 24751-1:2008, Information technology -- Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 1: Framework and reference model. International Standard Organization, Geneve, Switzerland (2008)
8. ISO/IEC 24751-2:2008, Information technology -- Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 2: "Access for all" personal needs and preferences for digital. International Standard Organization, Geneve, Switzerland (2008)
9. ISO/IEC 24751-3:2008, Information technology -- Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 3: "Access for all" digital resource description. International Standard Organization, Geneve, Switzerland (2008)

# Importancia de los videos en la formación virtual accesible

Luis Bengochea<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad de Alcalá  
28871 Alcalá de Henares (España)  
E-mail: luis.bengochea@uah.es

**Resumen.** En esta conferencia se hace una reflexión acerca del papel que representan los videos como material didáctico en todos los ámbitos educativos. La generalización del uso de dispositivos multimedia por parte de los estudiantes, junto con el ancho de banda de las comunicaciones, que permite la transmisión de videos en tiempo real, así como la popularización de servicios como Youtube, están propiciando un cambio disruptivo tanto en la forma de presentar la información, como en la manera de acceder a los contenidos. El cambio de representación de la información, desde un formato de textos e imágenes estáticas a otro con imágenes en movimiento y sonido está cambiando también la forma de adquirir conocimiento y de aprender de nuestros estudiantes. Por ello es importante que los docentes adquieran las competencias necesarias para poder crear sus materiales didácticos en el formato más adecuado para cada ocasión y ello debería incluir la realización de videotutoriales.

**Palabras clave:** Formación virtual, videotutoriales, cursos MOOC-

## 1 Introducción

La utilización de tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) ha provocado, en los últimos años, un movimiento extraordinario hacia la innovación pedagógica que se encuentra ampliamente recogido en la innumerable cantidad de artículos científicos y de ponencias en congresos nacionales e internacionales que parecen acelerar su ritmo para acercarse al que marcan los progresos de la propia tecnología.

En los últimos veinte o más años, la informática y sobre todo Internet, han modificado por completo la forma de relacionarse las personas con la información que necesitan para resolver sus problemas cotidianos, aprender, desarrollar sus aficiones, relacionarse con la sociedad y con otras personas, etc.

Para las personas de cierta edad, estos cambios han sido asimilados como mejoras de unos procesos que ya venían realizando anteriormente, pero que se han visto facilitados y potenciados extraordinariamente. Así por ejemplo, la necesidad de desplazarse a una biblioteca para consultar la bibliografía necesaria para realizar un trabajo o resolver un problema, se hace ahora desde un teléfono móvil, o un estudiante

de una universidad a distancia, que tenía que enviar sus trabajos escritos en papel, por correo y esperar su calificación por el mismo medio, ahora utiliza una plataforma LMS (“Learning Management System”), desde la pantalla de su ordenador doméstico, para todas las tareas concernientes a las asignaturas que está cursando.

En un principio, aunque bien entrados en la época de generalización del uso de internet, los cambios se limitaban a la presentación de los contenidos y al diálogo y la comunicación [1]. Los elementos educativos clásicos, como el libro, el bloc de notas, la pizarra o el profesor, fueron todos emulados o facilitados en los LMS.

Sin embargo, la importancia del e-learning no se encuentra en su dimensión técnica, sino en los cambios que ha producido ya en variables como la forma de presentar los contenidos o el papel de profesores y estudiantes en el proceso o las estrategias didácticas utilizadas.

Para muchos de los jóvenes que están accediendo en estos momentos a nuestras universidades ya no se puede hablar de cambios, porque en sus actividades cotidianas y en los procesos de enseñanza-aprendizaje que han vivido en sus anteriores etapas de formación, no se han producido esos cambios: las TIC han estado presentes desde que tenían uso de razón, en mayor o menor grado.

Nuestros estudiantes consumen información en múltiples formatos: videos, música, series de televisión, realidad aumentada, juegos, fotos, textos, whatsapps, etc... de múltiples fuentes: redes sociales, web, prensa, radio y televisión a la carta, colegio, apps educativas, etc... y en múltiples soportes: ordenadores, pantallas de televisión, tabletas, teléfonos móviles, etc...

Además, con esos mismos dispositivos producen su propia información que intercambian en las redes sociales, ampliando extraordinariamente el círculo de personas con las que se relacionan.

Todos estos elementos configuran un nuevo escenario que llevarán a cambios disruptivos en la forma de abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los centros educativos a corto plazo. Siemens y Downes plantearon hace pocos años, una nueva teoría del aprendizaje: el conectivismo [2]. Más allá de las tres grandes teorías clásicas del aprendizaje: conductismo, cognitivismo y constructivismo, pertenecen a una época en la que el aprendizaje no había sido impactado por la tecnología. En los últimos veinte años, la tecnología ha reorganizado la forma en la que vivimos, nos comunicamos y aprendemos. Las necesidades de aprendizaje y las teorías que describen los principios y procesos de aprendizaje, deben reflejar los ambientes sociales subyacentes.

El conectivismo ha sido la base teórica del modelo de aprendizaje que subyace en los modernos cursos online masivos y abiertos, MOOC en su terminología anglosajona (“Massive Open Online Courses”) que han alcanzado en el último año una popularidad extraordinaria, hasta el punto que casi todas las universidades del mundo se han lanzado a producir cursos en esta modalidad.

## **2 Los videotutoriales en los nuevos cursos**

La estructura de los cursos MOOC que se están ofreciendo en la actualidad por las organizaciones de más prestigio, como Coursera, Udacity, EDx o en el mundo hispanohablante MiriadaX, incluye siempre un video de presentación del curso (Fig.1) y uno o varios videotutoriales de corta duración, entre cinco y quince minutos, en cada uno de los módulos que conforman el curso.

Está claro que no es un elemento nuevo que haya aparecido con los MOOCs. Videos de corta duración, o píldoras formativas como también se les ha llamado, han estado presentes en entre los materiales educativos usados en cursos de todos los niveles desde hace muchos años. Se trata de pequeñas piezas de material didáctico, creadas como objetos de aprendizaje de contenido audiovisual y diseñadas para complementar las estrategias tradicionales de formación y facilitar la comprensión de algunos aspectos de la materia curricular que presentan una mayor dificultad de comprensión para los estudiantes, ya sea por su hondura conceptual como por su complejidad instrumental.

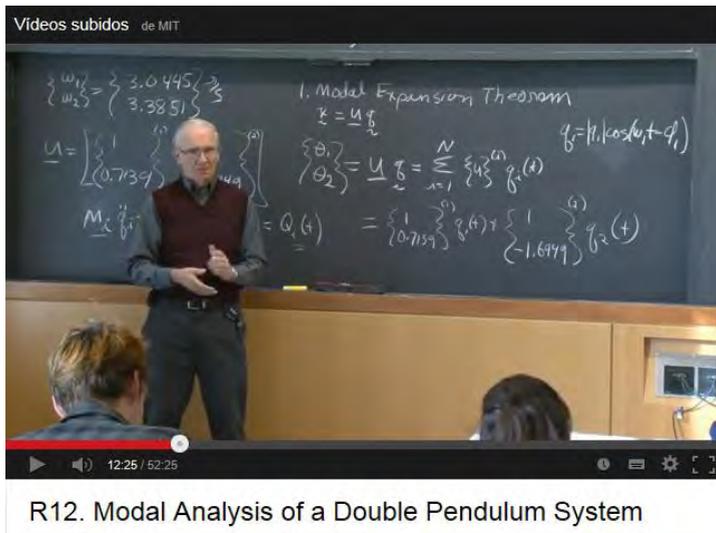


*Fig. 1. Presentación de un módulo del MOOC “Redacción en internet” de la Universidad de Navarra.*

La concepción, diseño y realización de este tipo de videotutoriales difiere de lo que se ha venido utilizando hasta ahora. Por ejemplo, en la iniciativa OCW (“Open CourseWare”) de publicar en abierto los contenidos de los cursos impartidos en una universidad, promovida por el Instituto Tecnológico de Massachusets (MIT), se graban en video las clases presenciales [3] y se ponen a disposición de cualquier persona subiéndolos a un canal de Youtube (Fig.2). Esta iniciativa ha tenido eco en muchas otras universidades.

Pese a sus grandes posibilidades de difusión de los cursos a estudiantes de todo el mundo, estas grabaciones presentan algunos inconvenientes, como son:

- Su duración es la misma que la de la clase tradicional (50 minutos), lo que hace que sea incómodo verla más de una vez si lo que se quiere es reforzar algún concepto desarrollado en esa clase.
- En el video se recoge todo lo que ocurre en el aula, aunque no sea relevante para la lección.
- Requiere instalaciones y recursos costosos: iluminación, material técnico profesional, personal especializado para realizar la grabación, etc.
- Elevada ocupación en disco de los archivos multimedia creados.



*Fig. 2. Una clase magistral de Ingeniería Dinámica grabada en video y ofrecida como parte de la iniciativa “opencourseware” por el Instituto Tecnológico de Massachusetts.*

### 3 Videotutoriales para cursos MOOC

Las diferencias entre este tipo de videos y los que se están utilizando hoy en los cursos MOOCs son numerosas. La principal de todas es la duración del video. Lo que para un estudiante clásico puede ser considerado como normal: seguir una clase magistral grabada en video, con una duración aproximada de una hora desde su ordenador de sobremesa conectado a internet, no sería factible para un nativo digital que quiera ver el video en la pantalla de su teléfono inteligente mientras está sentado en un banco de la calle discutiendo de la materia del curso con unos amigos. Y sin embargo esta es una situación que se aproxima mucho a la realidad actual.

Ni la duración del video ni los textos escritos que aparecen en él, ni seguramente el guion que se ha seguido para su realización, son apropiados en el nuevo contexto.

Varias Universidades españolas están utilizando, para la producción de tutoriales en video, una herramienta - Polimedia - desarrollada en la Universidad Politécnica de Valencia en 2007, que permite la grabación de un profesor o un estudiante hablando junto a una pantalla en la que se muestran transparencias o videos, mientras explica su contenido (Fig. 3). Para minimizar la ocupación del archivo y facilitar su transmisión, se utiliza una resolución baja en la grabación de la imagen del profesor y otra mayor para la pantalla. Desde el punto de vista del contenido formativo, en la mayoría de los casos el soporte fundamental consiste en una presentación de transparencias estáticas acompañadas por la figura parlante del profesor que va explicando la materia.



**Fig. 3.** Un videotutorial grabado con la herramienta “Polimedia” en la Universidad Politécnica de Valencia. En la pantalla se muestra una presentación junto al busto parlante del profesor. En general carecen de subtítulos.

En otros casos, las únicas imágenes que aparecen en el video son las diapositivas de una presentación en powerpoint que, además de texto, puede incluir dibujos, fotografías o animaciones, y la voz en “off” del profesor explicando lo que aparece en la pantalla.

Una de las ventajas de los nuevos videotutoriales propuestos consiste en que pueden ser realizados de forma autónoma por un profesor, utilizando un equipamiento informático básico y aplicaciones asequibles y fáciles de utilizar. Dado que su finalidad es puramente didáctica y su público objetivo los estudiantes de un curso concreto, no se necesita hacer uso de los medios sofisticados de producción ni de publicación institucionales [4].

Cualquier profesor que quiera preparar material docente en forma de videotutoriales de corta duración tiene a su disposición, hoy día, una amplia gama de herramientas informáticas, tanto de software libre, como propietario, entre las que elegir, valorando aspectos como son la calidad de la imagen y sonido en relación con el tamaño de los archivos y puede incorporarlos a sus cursos o utilizar una plataforma como Youtube para publicarlos en abierto.

Además de los videotutoriales con la imagen del profesor hablando, apropiados fundamentalmente para la presentación de los cursos o de las unidades de aprendizaje, como introducción, y de las presentaciones con diapositivas y la voz en off del profesor, en las pruebas que hemos realizado para llevar a cabo nuestros primeros videotutoriales, nos interesaba capturar todo lo que aparecía en una zona de la pantalla del ordenador, en la que se iban superponiendo imágenes, fragmentos de video, presentaciones o una ventana de aplicación en la que interactuaba el profesor. Al mismo tiempo, éste iba grabando las explicaciones pertinentes a través un micrófono.

## 4 Videotutoriales accesibles

A diferencia de otros materiales didácticos clásicos, los videos plantean algunos problemas de accesibilidad que es preciso tomar en cuenta. Cuando estamos diseñando un curso que va a ser seguido por cientos o por miles de estudiantes, se convierte en imprescindible dotar a los videos de los elementos de accesibilidad que permitan a las personas que presentan algún tipo de diversidad funcional, utilizarlos sin problemas. Muchas de las plataformas de cursos MOOC, entre ellas MiriadaX, no permiten subir cursos en los que no se hayan tenido en cuenta todos los requisitos de accesibilidad para los contenidos didácticos que incluyen.

Las prácticas de accesibilidad para videos están recogidas en la norma de AENOR UNE 153020:2005 [5], y pueden constar de varios elementos, como una transcripción en formato texto, subtítulos, audiodescripción o interpretación en lenguaje de signos.

En cuanto a los subtítulos, deberá comprobarse que el texto alternativo que se proporciona está sincronizado con las acciones que se desarrollan en el video y va apareciendo en la pantalla de reproducción de forma adecuada. Para ello:

- Los subtítulos se deben corresponder con la banda sonora, incluyendo diálogos y sonidos.
- La cantidad de texto mostrada en pantalla no deberá ocupar más de dos líneas.
- El tiempo que permanece mostrado un subtítulo debe ser suficiente para ser leído con comodidad.
- El tamaño de la letra debe ser adecuado, así como su color y contraste con las imágenes en las que se superpone.

Los subtítulos pueden estar guardados en un archivo diferente del que contiene el video o estar incrustado en los fotogramas del mismo. La ventaja de esta última opción es que su aparición no depende del reproductor de video que se utilice para visionarlo. Sin embargo tiene varios inconvenientes que la hacen desaconsejable, como:

- No permite ocultar/mostrar los subtítulos. Siempre aparecen.
- No permite utilizar subtítulos en varios idiomas.
- No permite la búsqueda por texto de la que disponen algunos reproductores, que facilita posicionarse en una secuencia concreta de video en la que se encuentra el texto buscado, dentro de los subtítulos.

La tarea de añadir subtítulos y leyendas a un vídeo no era del todo sencilla hasta hace poco tiempo. En muchos casos se hacía necesario dejar esta tarea en manos de especialistas, lo que añadirán coste y tiempo para tener disponibles los videotutoriales. Sin embargo actualmente, un profesor que haya preparado un videotutorial puede dotarle con subtítulos con una calidad suficiente que lo haga accesible, tanto a estudiantes con discapacidad auditiva, como a los que tienen dificultad para la comprensión del idioma hablado en el videotutorial, gracias a la tecnología de reconocimiento del habla disponible en Youtube.

Este último aspecto del uso de los subtítulos para facilitar la comprensión de los diálogos a estudiantes que no tienen un nivel alto en el idioma en que está realizado el

video, es un aspecto muy importante en estos tiempos de intercambio de estudiantes entre países con lenguas diferentes. Sería por tanto un elemento más en la accesibilidad del video.

Añadiendo varios archivos de subtítulos a un video, podemos conseguir que éste pueda ser utilizado por estudiantes de varios idiomas. Es por lo tanto un elemento fundamental a la hora de internacionalizar los cursos en los que se utilizan. Un ejemplo de ello es la “*Khan Academy*”, que utiliza videos educativos cuidadosamente estructurados que ofrecen completos planes de estudio en matemáticas y en otros temas, y que son ofrecidos con subtítulos y transcripciones en 40 idiomas.

## 5 Conclusiones

Los nuevos estudiantes que acceden a las universidades han desarrollado unas nuevas capacidades para consumir información multimedia y de aprendizaje a través de contenidos creados en estos formatos[6]. Los cursos online, que por su propia naturaleza son seguidos a través de dispositivos multimedia, no pueden dejar de utilizar los videotutoriales como uno de los elementos fundamentales para la creación de sus contenidos.

Cada tema o lección deberá contar con uno o varios videotutoriales que expliquen los elementos fundamentales tratados y serán el elemento central sobre el que pivoten el resto de recursos didácticos.

El diseño de los videotutoriales deberá permitir su visualización en cualquier dispositivo y en cualquier entorno.

Todos los videotutoriales deberán incluir los elementos necesarios para que sean accesibles a todos los estudiantes sin discriminación.

Los profesores de hoy deberán aprender a realizar videotutoriales accesibles para poderlos incluir en sus cursos, de la misma forma que ahora preparan sus apuntes como presentaciones de diapositivas o documentos de texto.

## Referencias

1. Stephen Downes. (2008). “The Future of Online Learning: Ten Years On”. Nov. 2008. An MS-Word version of this essay is available at <http://www.downes.ca/files/future2008.doc> (Retrieved Sep.2016)
2. George Siemens. (2004). "Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age". <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm> (Retrieved Sep.2016)
3. J. Kim Vandiver. (2013). "R12. Modal Analysis of a Double Pendulum System". MIT 2.003SC Engineering Dynamics, Fall 2011. View the complete course: <http://ocw.mit.edu/2-003SCF11> (Retrieved Sep.2016)
4. Luis Bengochea, Flor Budia (2012). "Subtitled video tutorials, an accessible teaching material". Journal of Accessibility and Design for All (CC) JACCES, 2012 - 2(2): 155-164. ISSN: 2013-7087.
5. AENOR UNE 153020. (2005). "Audiodescripción para personas con discapacidad visual". Disponible en: <http://www.aenor.com>
6. SEG Research. "Understanding Multimedia Learning: Integrating multimedia in education. Sep, 2008. (Consultado en sep.2016). Disponible en <http://educators.brainpop.com/printable/integrating-multimedia-k-12-classroom>

# Revisión Sistemática sobre la enseñanza de las asignaturas de programación a personas con Discapacidad Visual

Diego V. Herrera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dirección de Recursos Humanos y Desarrollo Personal  
Universidad Técnica Particular de Loja  
1101608 Marcelino Champagnat y Paris (Loja, Ecuador)  
Tlfno: 07 3701444 ext. 2375  
E-mail: [dvherrera@utpl.edu.ec](mailto:dvherrera@utpl.edu.ec)

**Resumen.** El presente artículo presenta una revisión sistemática de la enseñanza de las asignaturas de programación a personas con discapacidad visual, se realiza una investigación que consiste en el análisis de los métodos o mejoras existentes, el uso de herramientas tecnológicas o estándares que permitan la accesibilidad para una educación inclusiva, forjando una cultura educativa en la que todos sean los principales actores dentro de esta enseñanza. Se han seleccionado estudios o publicaciones relevantes para realizar una evaluación de cada uno de ellos, en lo posterior se analizan las propuestas y soluciones que ayuden a la mejora de la enseñanza de las asignaturas de programación. Finalmente se proyectan y proponen líneas de investigación futuras que mejoren la accesibilidad en la enseñanza.

**Palabras clave:** Discapacidad visual, programación, accesibilidad, estándares W3C, TICs, software

## 1 Introducción

En los informes emitidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) señalan que, más de 1000 millones de personas viven en el mundo con algún tipo de discapacidad [1]. Así mismo en el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión, de la misma forma aproximadamente un 90% de la carga mundial de discapacidad visual se concentra en los países en desarrollo y el 82% de las personas que padecen ceguera tienen 50 años o más, son datos que se han recogido de [2].

Con el objetivo de mejorar la accesibilidad en la web para las personas con discapacidad [3], el Consorcio World Wide Web (W3C), ha lanzado la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI), el mismo que plantea una serie de estándares expuestos en las Guías de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) que deben ser tomados en cuenta a la hora de construir aplicaciones web accesibles.

La accesibilidad permite que cualquier persona pueda tener acceso a o los recursos tecnológicos disponibles, sin importar la condición en la que se encuentre; sin embargo, este acceso es muy limitado para las personas con discapacidad visual, una de las atenuantes se debe a la falta de desarrollo de tecnologías propias para estas personas, esto convierte que sean personas con barreras de acceso al conocimiento, a las posibilidades de independencia y el desarrollo personal.

La metodología que se utilizará está enfocada en la identificación de estudios o publicaciones relevantes, la aplicación de herramientas útiles para el fácil acceso, y en lo posterior la evaluación de la calidad de cada uno de ellos, en revistas de alto impacto.

Para el análisis de los resultados se clasificarán los estudios seleccionados y se categorizarán por tipos siempre y cuando tengan relación al objetivo propuesto en esta revisión sistemática, la selección de estos artículos son determinantes para el cumplimiento de este objetivo.

## 2 Metodología de la Investigación

La revisión sistemática es un método de investigación desarrollado para obtener, analizar y evaluar toda una investigación relevante, partiendo de una pregunta de investigación, según se menciona en [4], basándose en las revisiones tradicionales, una revisión sistemática sigue una secuencia estricta y definida de pasos metodológicos que garantizan un alto nivel de valor científico ante los resultados obtenidos, esto nos ayuda a conocer el avance logrado y lo que aún queda pendiente por investigar y/o experimentar [5].

### 2.1 Formulación de la pregunta de estudio

El objetivo primordial de esta revisión sistemática (RS) es investigar y analizar las mejoras o métodos que existen actualmente para la enseñanza de las asignaturas de programación orientada a personas con discapacidad visual, interesando aquellas que nos puedan servir para medir la calidad de métodos, fuentes de datos e investigaciones realizadas, posterior a esta revisión sistemática se espera conocer, propuestas basadas en las asignaturas de programación para mejorar la enseñanza en personas con discapacidad visual, el uso de herramientas que permitan una adecuada enseñanza, calidad en los artículos explorados, iniciativas, tecnologías y estándares respecto a la accesibilidad de los recursos a personas con discapacidad visual.

Los términos utilizados para resolver la pregunta de estudio son:

Palabras clave	Sinónimos
Teaching	Teach, Teaching, guide.
Programming	Program, software, interface, TIC's
Accessibility	Accessibility, disabilities, visual impairment

**Tabla 1. Términos de búsqueda**

### 2.2 Fuentes de selección

Trabajos presentados como publicaciones de artículos, capítulos de libros, journals, que se encuentren disponibles en la web, realizando búsquedas entre los meses de Junio, Julio y Agosto del 2015. El idioma en que se realiza la selección son el inglés y español, la fuente principal para obtener los trabajos es *scopus*, además de apoyarse de otros como: ResearchGate, ES-VIAL, Deepdyve y la Biblioteca virtual de la Universidad de Alcalá.

### 2.3 Estrategias de búsqueda

A partir de la combinación de la lista anterior de términos con los conectores lógicos “AND” y “OR” se obtuvieron dos cadenas generales básicas de búsqueda (ver tabla 2).

Cadenas de búsqueda utilizadas	
1	(TITLE-ABS-KEY(teach) OR TITLE-ABS-KEY(teaching))AND (TITLE-ABS-KEY(program) OR TITLE – ABS -KEY(programming) OR TITLE-ABS-KEY(software) OR TITLE-ABS-KEY(tic)) AND(TITLE-ABS-KEY(accessibility) OR TITLE-ABS-KEY(disabilities) OR TITLE-ABS-KEY(people)) AND PUBYEAR<2015 AND PUBYEAR>2004
2	(TITLE (teach) OR TITLE(teaching) OR TITLE(program) OR TITLE(programming) OR TITLE(subjects) OR TITLE(software) OR TITLE(tic) OR TITLE(guide) OR TITLE(special education)) AND(TITLE(accessibility) OR TITLE(disabilities) OR TITLE (visual impairment)) AND PUBYEAR < 2015 AND PUBYEAR> 2004 AND(LIMIT-TO (SUBJAREA,"COMP") OR LIMIT-TO(SUBJAREA,"ENGI"))

Tabla 2. Cadenas de búsqueda utilizadas

### 2.4 Selección de los resultados

Para realizar el proceso de selección, se siguieron las sugerencias de MacDonnell y Shepperd [6], las cuales consisten en revisar los títulos y resúmenes de los artículos encontrados. Para los artículos que carecían de información necesaria en el resumen se procedió a dar lectura a la introducción para identificar la información requerida.

Con la aplicación de las 2 estrategias de búsqueda se realizó una pre-selección de artículos, dando como resultado 280 artículos de los cuales 56 artículos se pre-seleccionaron, 15 artículos se descartaron luego de aplicar los criterios de exclusión, como resultado final se seleccionaron un total de 16 artículos.

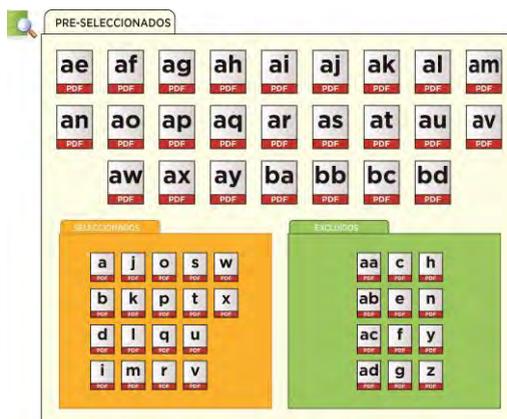


Fig 1. Selección de artículos

### 2.5 Extracción de datos

Para el proceso de extracción de datos se lo realizó a partir de una lectura completa de los artículos que han sido parte de la búsqueda ejecutada, procediendo a obtener los artículos a los cuales se tenga acceso, descargándolos en formato .PDF asignando una codificación y un título que nos permitan referenciarlos correctamente.

La información extraída son: identificación del artículo, autor, título del artículo, año de publicación, nombre de los autores, título de la revista en la que ha sido publicado el artículo; además para la determinación de la calidad del artículo se toma en cuenta: relevancia del contexto del artículo, número de citas que contiene el artículo, factor de impacto (FI) SCImago Journal Rank (SJR).

### 3 Resultados

Luego la selección, evaluación y análisis de los artículos que han sido seleccionados como parte de esta RS, se realiza un análisis de los resultados obtenidos.

#### 3.1 Análisis del tipo de estudio.

Con la selección de los 16 artículos se han analizado y clasificado como estudios experimentales (6) y estudios teóricos (10).

Para realizar este tipo de análisis se describen brevemente las características de cada uno de los artículos incluidos en la RS, teniendo por un lado a los estudios experimentales y por otro los estudios teóricos.

<b>Cod</b>	<b>Título de artículo</b>	<b>Tipo de estudio</b>
q	Accessible presentation of information for people with visual disabilities.	Experimental
s	Increased accessibility to nonverbal communication through facial and expression recognition technologies for blind/visually impaired subjects [7]	Experimental
m	Using Haptic and Auditory Interaction Tools to Engage Students with Visual Impairments in Robot Programming Activities [8]	Experimental
b	P-CUBE: Block type programming tool for visual impairments [9]	Experimental
k	Bi-lingual audio assistance supported screen reading software for the people with visual impairments [10]	Experimental
o	Extending access to personalized verbal feedback about robots for programming students with visual impairments [11]	Experimental
p	Freedom to roam: A study of mobile device adoption and accessibility for people with visual and motor disabilities.	Teórico
u	Accessibility of e-Learning and computer and information technologies for students with visual impairments in postsecondary education [12]	Teórico
v	Assistive technology for students with visual impairments: Challenges and needs in teachers' preparation programs and practice [13]	Teórico
w	The impact of assistive technology on the educational performance of students with visual impairments: A synthesis of the research [14]	Teórico
i	Developing ICT skills of visually impaired learners [15]	Teórico

t	Software accessibility: Recommendations and guidelines	Teórico
a	Investigation on academic adaptabilities of university students with visual impairment [16]	Teórico
d	Proposals for an assessment method of accessibility and usability in web software	Teórico
x	Software process accessibility in practice: A case study [17]	Teórico
ba	The Barriers to and Benefits of Use of ICT for People with Visual Impairment. [18]	Teórico

**Tabla 3. Artículos seleccionados**

### 3.2 Análisis de categorías de los artículos

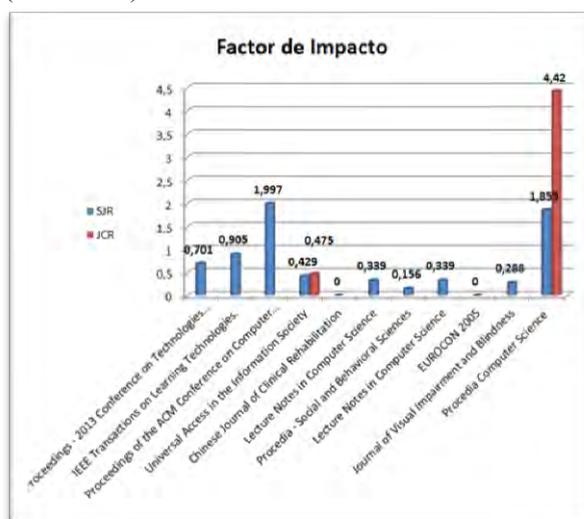
Dentro de este análisis se realiza una clasificación de los artículos seleccionados.

Categorías de estudios	Num	%
Aplicación de TIC's para mejorar la enseñanza	4	25,00%
Propuestas de mejora de la enseñanza	2	12,50%
Accesibilidad de herramientas web	4	25,00%
Software en general para mejorar la accesibilidad.	6	37,50%
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 4. Categorías de los artículos**

### 3.3 Análisis de la calidad de los artículos

Para este tipo de análisis se han considerado algunos indicadores bibliométricos para determinar la calidad de los artículos; siendo así se mide el Factor de Impacto de cada una de las fuentes de publicación a través de los indicadores SJR y JCR, además del número de citas (referencias) de cada artículo seleccionado.



**Fig 3. Factor de impacto**

## 4 Síntesis de resultados, discusión y conclusiones

### 4.1 Síntesis de resultados

La mayoría de estudios analizados se concentran en las soluciones basadas en algún tipo de software para mejorar la accesibilidad para personas con discapacidad visual notando un 38%, así mismo decimos que el 25% se han utilizado tanto para el uso de herramientas web para la accesibilidad como es el uso de estándares web que nos brindan pautas y guías necesarias al momento de desarrollar algún tipo de herramienta o software de apoyo así como para la aplicación de TIC's, un 12% está destinado a propuestas para mejorar la enseñanza a personas con discapacidades.

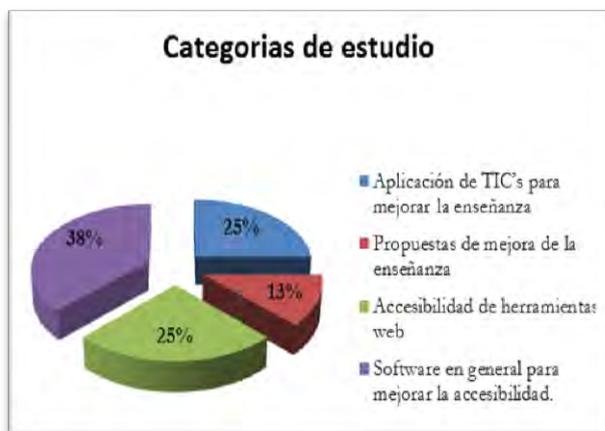


Gráfico 2. *Categorías de estudios*

### 4.2 Discusión

Los resultados obtenidos en el presente trabajo investigativo, permiten evidenciar la existencia de una literatura científica relacionada a la aplicación de tecnologías que faciliten el estudio de las asignaturas de programación para personas con discapacidad visual, enmarcado a promover un interés en los estudiantes con esta discapacidad.

El análisis de la calidad de los artículos que se incluyeron en esta RS, ha servido para ostentar el grado de importancia que tienen en toda la comunidad científica de cada uno de los estudios seleccionados.

Aunque no existieron muchos estudios que vinculen directamente a las personas con discapacidad visual a la accesibilidad de las asignaturas de programación específicamente, destacamos el trabajo investigativo realizado por [11].

### 4.3 Conclusiones

La accesibilidad no está siendo utilizada en el desarrollo de software a medida para el acceso a personas con discapacidades visuales, el involucramiento de las instituciones de educación es un factor importante para que exista una mejora en la enseñanza.

El lograr la accesibilidad en las asignaturas de programación para personas con discapacidad visual beneficiará a todos los usuarios tanto para las personas que hacen el rol de profesor como el estudiante.

Se ha logrado cumplir con el objetivo primordial de esta revisión sistemática (RS) que es investigar y analizar las mejoras o métodos que existen actualmente para la enseñanza de las asignaturas de programación orientada a personas con discapacidad visual.

#### 4.4 Líneas de Trabajo Futuras

Con el análisis de los resultados obtenidos en esta RS, se puede proponer el desarrollo y ejecución de métodos ágiles de para la accesibilidad de las materias relacionada a la programación y que sean accesibles por los estudiantes con discapacidad visual.

En los estudios revisados y evaluados no se encontraron revisiones sistemáticas con respecto a este tema investigativo y mucho menos se encontraron mecanismos que permitan acceder al contenidos de todos los estudios a las personas con discapacidad visual, esto puede facilitar y dar a conocer los trabajos investigativos que se han desarrollado.

Como aporte para la realización de futuras investigaciones basadas en la enseñanza de las asignaturas de programación para personas con discapacidad visual, en esta RS se incluyen características de los motores de búsqueda, detalle de los artículos recuperados y así como artículos excluidos junto con la razón exclusión.

## 5 Referencias

- [1] B. M. O.M.S., “ Informe Mundial sobre LA DISCAPACIDAD.,” 2011. [Online]. Available: [http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/summary\\_es.pdf](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf).
- [2] OMS, “Ceguera y discapacidad visual.,” 2014. [Online]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>. [Accessed 01 02 2014].
- [3] “W3C,” 2005. [Online]. Available: <http://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php>. [Accessed 01 Julio 2014].
- [4] P. Hemingway et al., «What is a systematic review?,» Abril 2009.
- [5] y. S. C. B. Kitchenham, «Guidelines for performing systematic,» *Technical Report EBSE 2007*, 2007.
- [6] S. G. Shepperd y M. J. MacDonell, «Comparing Local and Global Software Effort Estimation Models--Reflections on a Systematic Review,» *Empirical Software Engineering and Measurement*, 2007.
- [7] D. Astler, H. Chau, K. Hsu, A. Hua, A. Kannan, L. Lei, M. Nathanson, E. Paryavi, M. Rosen, H. Unno, C. Wang, K. Zaid, X. Zhang y C.-M. Tang, «Increased accessibility to nonverbal communication through facial and expression recognition technologies for blind/visually impaired subjects,» *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on computers and accessibility*, pp. 259-260, 2011.
- [8] A. M. Howard, C. H. Park y S. Remy, «Using Haptic and Auditory Interaction Tools to Engage Students with Visual Impairments in Robot Programming

- Activities,» *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 4, pp. 87 - 95, 2012.
- [9] S. Kakehashi , T. Motoyoshi , K. Koyanagi , T. Ohshima y H. Kawakami , «P-CUBE: Block Type Programming Tool for Visual Impairments,» *Conference: 2013 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI)*, pp. 294-299, 2013.
- [10] M. R. Amin, B. Paul y F. A. Khan, «Bi-lingual audio assistance supported screen reading software for the people with visual impairments,» *2012 15th International Conference on Computer and Information Technology (ICIT)*, pp. 202-208, 2012.
- [11] S. Remy, «Extending access to personalized verbal feedback about robots for programming students with visual impairments,» *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on computers and accessibility*, pp. 1-2, 2013.
- [12] C. S. Fichten, J. V. Asuncion, M. Barile, V. Ferraro y J. Wolforth, «Accessibility of e-learning and computer and information technologies for students with visual impairments in postsecondary education,» *Journal of Visual Impairment & Blindness*, vol. 109, n° 9, pp. 543-558, 09 2009.
- [13] L. Zhou, A. T. Parker, D. W. Smith y N. Griffin-Shirley, «Assistive technology for students with visual impairments: challenges and needs in teachers' preparation programs and practice,» *Journal of Visual Impairment & Blindness*, vol. 105, n° 4, pp. 197-212, 2011.
- [14] S. M. Kelly y B. DaCosta, «The impact of assistive technology on the educational performance of students with visual impairments: a synthesis of the research,» *Journal of Visual Impairment & Blindness*, vol. 105, n° 2, pp. 73-84, 02 2011.
- [15] Ö. Şimşek, E. Altun y A. Ateş, «Developing ICT skills of visually impaired learners,» *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 2, pp. 4655 - 4661, 2010.
- [16] C. Liu y Y. Xi, «Investigation on academic adaptabilities of university students with visual impairment,» *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation*, vol. 10, n° 42, pp. 47-49, 2006.
- [17] L. García-Borgoñón, M. A. Barcelona, J. A. García-García y M. J. Escalona, «Software Process Accessibility in Practice: A Case Study,» *Procedia Computer Science*, vol. 27, pp. 292 - 301, 2014.
- [18] K. S. Fuglerud, «The barriers to and benefits of use of ICT for people with visual impairment,» *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 6765, pp. 452-462, 2011.

# Arquitectura Software basada en servicios para Sistemas de Evaluación de la accesibilidad de sitios web

Carlos Iván Martín Amor \*

Master en Ingeniería del Software  
Departamento de Ciencias de la Computación  
E.T.S. de Ingeniería Informática  
Universidad de Alcalá  
28871 Alcalá de Henares (Madrid)  
E-mail: [carlosivan.martin@edu.uah.es](mailto:carlosivan.martin@edu.uah.es)

**Resumen** En este artículo se presenta una arquitectura software distribuida basada en servicios web como propuesta de intercomunicación entre la diversidad de sistemas de evaluación de la accesibilidad web. Generando un ecosistema donde las herramientas suministren mediante una interfaz común la funcionalidad de análisis.

Esta arquitectura nos elimina la diversidad de interfaces que presentan los distintos sistemas de evaluación, a través de una vía común de acceso proporcionado por los servicios web. Permite recoger los resultados con un formato estándar, dando la oportunidad a que aplicaciones externas interpreten y manipulen la información.

Gracias a ello se establece una aplicación de generación de informes, recopilando resultados de cada sistemas de análisis, y eliminando las incongruencias entre resultados. Ofreciendo un único informe más exhaustivo y detallado.

La finalidad es mejorar la capacidad de evaluación de sitios web, para detectar y eliminar las barreras de accesibilidad. Haciendo una Web de todos y para todos.

**Puntos Clave** Arquitectura software, interconexión de sistemas de evaluación, accesibilidad web.

## 1. Introducción

En los tiempos que corren Internet se ha convertido en el corazón de nuestra sociedad. Siendo uno de los medios de comunicación más importantes. La sociedad e Internet crean una simbiosis en su evolución, de forma paralela

---

\* Estudiante del Máster de Ingeniería del Software para la Web de la Universidad Alcalá de Henares.

pero interconectadas entre sí. Estas interconexiones en la actualidad se realizan principalmente por medio de navegadores web. Para que haya una evolución igualitaria entre todas las personas, sin distinción de deficiencias e incapacidades se debe enfocar hacia el desarrollo de una Web accesible para todos. La accesibilidad Web nos aporta flexibilidad y un acceso equitativo al contenido Web dando la oportunidad de interactuar a todas las personas con o sin discapacidad.

La W3C<sup>1</sup> (World Wide Web Consortium) es el consorcio encargado de generar y evolucionar los estándares Web, protocolos y pautas que guíen el crecimiento de la misma hacia un futuro para todos y desde cualquier dispositivo, estableciendo como definición de accesibilidad web lo siguiente:

“La accesibilidad Web significa que personas con algún tipo de discapacidad van a poder hacer uso de la Web”.

Se ha promovido dentro de W3C una iniciativa a la consecución de una Web accesible denominada WAI<sup>2</sup> (Web Accessibility Initiative), proporcionando guías, técnicas y recursos para fomentar la creación de una Web accesible. Una de las propuestas más importantes de WAI es la WCAG (Pautas de Accesibilidad al Contenido de la Web) dónde se define un conjunto de pautas de accesibilidad con el objetivo superar las barreras de acceso para los usuarios discapacitados de la Web. Otras que caben destacar son Pautas de Accesibilidad para Herramientas de Autor (ATAG), Pautas de Accesibilidad para Agentes de Usuario (UAAG). Actualmente, dentro de la comunidad internacional, existen dos conjuntos de pautas de accesibilidad de contenidos Web: WCAG1.0 y la WCAG2.0. Cada regla se desglosa en varios puntos de verificación, los cuales se le asigna un grado de prioridad, desembocando en los niveles de conformidad: nivel A, Doble A (AA) y Triple A (AAA), siendo este último más restrictivo.

Los desarrolladores de páginas y aplicaciones web pueden verificar estos criterios de conformidad con una serie de herramientas de libre disposición. Algunas de las más importantes en Internet son Tingtun<sup>3</sup> (eGovnon), TAW<sup>4</sup>, AChecker<sup>5</sup>. Todas estas permiten al usuario introducir la página web para su evaluación, incluyendo alguna de ellas tanto el nivel de análisis que se desea validar cómo la tecnología soportada. El resultado de su evaluación es un informe de los criterios de conformidad verificados, los no verificados, los erróneos y las advertencias encontradas en su verificación.

Estas herramientas constituyen una ayuda indispensable para la elaboración y comprobación de páginas web accesibles. Sin embargo no todas lo realizan bajo la misma eficacia, por lo que se hace indispensable ejecutar varias herramientas para asegurarse de la accesibilidad de la Web.

Este procedimiento se hace tedioso y poco intuitivo, empezando desde la diferencia entre interfaces de cada una de las aplicaciones obligando al usuario a

<sup>1</sup> <http://www.w3c.org>

<sup>2</sup> <http://www.w3.org/WAI/>

<sup>3</sup> <http://qatar.checker.tingtun.no/en/pagecheck2.0/>

<sup>4</sup> <http://www.tawdis.net/tools/accesibilidad/?lang=es>

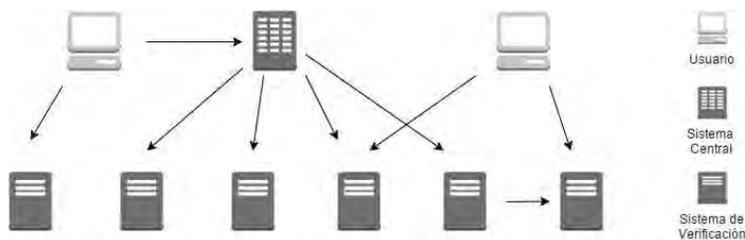
<sup>5</sup> <http://achecker.ca/checker/index.php>

conocer el manejo de cada una de ellas, hasta la diversidad de opciones y variantes que se presentan para el análisis y la disposición dispar del resultado de la evaluación. Todo ello se une al trabajo de campo de recopilar toda la información proporcionada y procesarla para concluir que criterios de conformidad no cumple nuestra página web.

## 2. Arquitectura

La ausencia de extensibilidad en los servicios online que ofrecen las herramientas de análisis del software, referentes a la accesibilidad, hace plantearse la composición de un ecosistema flexible con el objetivo de evaluar la accesibilidad web bajo un grado mínimo de cohesión respecto a las organizaciones que implementan el análisis. Aportando facilidad a la hora de extender, mejorar y comparar el análisis entre varias organizaciones e implementaciones.

Se estudia la creación de una arquitectura web dónde de forma distribuida se establezcan las herramientas de análisis, propias de organizaciones, mediante servicios web. Proporcionando acceso desde cualquier punto y mejorando un análisis común entre todas las implementaciones.



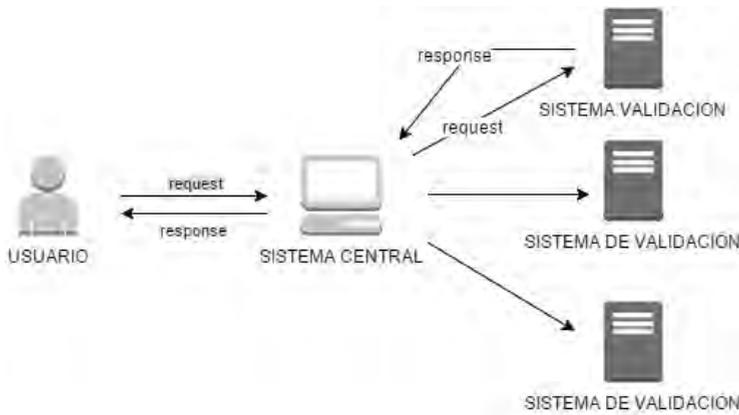
**Figura 1.** Arquitectura distribuida

La elección de esta arquitectura viene principalmente dada por el desconocimiento e independencia de cada una de las implementaciones de análisis llevadas a cabo, cada organización es independiente respecto al resto, estableciendo sus propias decisiones y actuando bajo su propia autonomía. Albergando sus propios servidores en cualquier lugar del planeta. Esta arquitectura nos permite atacar al objetivo final, mejorar el análisis de accesibilidad a través de la gran diversidad de implementaciones que existen en la Web.

Se implementa un prototipo de arquitectura distribuida de topología centralizada a modo de ejemplo. En la que se destaca tres partes principales (Figura 2).

- *Sistemas de evaluación*, son las propias aplicaciones Web encargadas de realizar el análisis.

- *Sistema central*, encargado de recoger las peticiones de los usuarios y generar un único informe bajo el análisis de las herramientas encargadas de verificar la accesibilidad.
- *Mecanismo de comunicación* entre sistemas o nodos de la arquitectura.



**Figura 2.** Arquitectura distribuida de interconexión centralizada

## 2.1. Sistema de Evaluación

Se trata de las herramientas de análisis, conectadas al sistema bajo una arquitectura distribuida. El objetivo principal es verificar la accesibilidad de una página a través de un servicio web.

La esencia es tratar de analizar el mayor número de pautas y de criterios de aceptación de la accesibilidad, siendo lo más rigurosos posibles. En el desarrollo del prototipo de la arquitectura se ha implementado sólo cuatro criterios de aceptación, pertenecientes a los cuatro principios generales de la WCAG2.0.

## 2.2. Sistema Central

Es el punto de entrada del usuario al ecosistema para la verificación de la accesibilidad. Tiene como objetivo recoger la petición del usuario y extrapolarla a cada una de las aplicaciones web que integran el sistema.

Una vez enviada la petición, se encarga de amasar cada uno de los resultados obtenidos, de diferentes aplicaciones, comparándolos entre sí y extrayendo los valores más restrictivos de cada punto de verificación. Esto es debido a que cada herramienta examina con mayor o menor rigurosidad los criterios de conformidad, y por lo tanto obteniendo de diferentes aplicaciones resultados distintos bajo el mismo punto de verificación.

Ya concluido con el proceso de síntesis a partir de la información proporcionada por cada sistema de evaluación, se muestra al usuario final un informe detallado de los criterios de conformidad que han sido listados para su verificación.

En la implementación elaborada del prototipo únicamente establece conexión con el sistema de evaluación anterior.

### 2.3. Sistema de Comunicación

Para hacer posible la comunicación los Sistemas de Análisis deben publicar servicios web con la finalidad de exponer la funcionalidad de análisis al resto.

La implementación de servicio web se lleva a cabo mediante un servicio de carácter REST, por las siguientes ventajas:

- Bajo consumo de recursos en la publicación del servicio web.
- El cliente no necesita conocer ninguna definición del servicio, basta con la información aportada por la URI.
- Las operaciones destinadas a cada objeto son estándares de HTML. Incluye pocas operaciones pero con muchos recursos.
- Es un arquitectura fácil de implementar, dando agilidad en su desarrollo.
- Se encuentra en auge debido a su sencillez y su versatilidad a la hora de devolver la información. Nos permite enviar y devolver la información en el formato deseado por el cliente del servicio web, siempre y cuando lo permita el servidor.
- Nos aporta escalabilidad y buen rendimiento.

A la hora de definir el concepto de cada URI's se establece la idea de ir creando peticiones de análisis por medio del servicio web. Es decir, la implementación se realiza con la operación POST. Las URI's definidas tienen los siguientes formatos:

- *RutaDelServidorYServicio/mode*
- *RutaDelServidorYServicio/mode/level*

*RutaDelServidorYServicio*, es la dirección IP dónde se encuentra publicado el servicio web; *Mode*, se establece el tipo de especificación que se quiere analizar, como ejemplo, WCAG1.0 o WCAG2.0; *Level*, define el nivel de conformidad con el que se pretende realizar la verificación de la accesibilidad, en este caso para WCAG1.0 sería A, AA o AAA.

En la realización del análisis del código HTML nos basta con lanzar una petición de tipo POST hacia una de las URI's permitidas por el servicio web. Se introduce de carácter obligatorio la especificación del conjunto de pautas a analizar (en este caso WCAG1.0/WCAG2.0), y de forma opcional el nivel de conformidad. En caso de contener varios niveles, se ejecutará el más.

En el intercambio de información por parte del servicio web se ha elaborado una estructura básica en formato JSON<sup>6</sup>, aunque se puede utilizar diversos formatos como XML, ya que la arquitectura REST nos da flexibilidad a la hora de realizar las peticiones y obtener los resultados.

Se decide utilizar JSON como formato por las siguientes razones:

- Es simple y poco pesado, lo que facilita la rapidez y el intercambio de información entre las aplicaciones, sobre todo en arquitecturas distribuidas donde el flujo de datos entre el cliente y el servidor es alto.
- Resulta ser un lenguaje fácil de entender y rápido de procesar por su simplicidad.
- Se trata de un formato flexible permitiendo añadir nuevos campos con facilidad.

### 3. Conclusión

El desarrollo de una arquitectura software distribuida basada en servicios para sistemas de evaluación de la accesibilidad nos aporta un conjunto de ventajas frente al tradicional método de análisis. Permite establecer un API común y estandarizado, evitando discrepancias entre las diversas herramientas. Este acceso homogéneo nos facilita la posible automatización de la evaluación de la accesibilidad Web por medio de programas externos. Aportando mayor funcionalidad, permitiendo elaborar un exhaustivo informe tras recopilar los resultados de todas las herramientas integradas. Todo ello mejora y agiliza la capacidad de detección de las barreras que hay en la Web, propulsando su rectificación, y por tanto una web accesible.

### Referencias

1. W3C World Wide Web, <http://www.w3c.org>
2. WAI Web Accesibility Iniciative, <http://www.w3c.org/WAI>
3. Amadeo, E. Principios de Diseño de APIs REST. Leanpub
4. Coulourius, G. Distributed Systems, Concepts and Design. Massachusetts. Pearson. (2012)
5. JSON JavaScript Object Notation, <http://www.json.org>

---

<sup>6</sup> JavaScript Object Notation

# Desarrollo de una API basada en Servicios Web para una Herramienta de Análisis de Accesibilidad Web

Cristian Timbi-Sisalima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia  
Universidad Politécnica Salesiana  
010105 Cuenca - Ecuador  
Tfno: 593 984864034  
E-mail: ctimbi@ups.edu.ec

**Resumen.** La evaluación de accesibilidad de los contenidos web esta normada por la World Wide Web Consortium (W3C) y aceptada por la comunidad, por medio de un grupo de directrices entre las que destaca las Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0. El presente trabajo, muestra la arquitectura de una herramienta de análisis de accesibilidad web, apegada a la verificación del cumplimiento de la norma, en relación a como son aplicadas las tecnicas WCAG 2.0 en un contenido web. Así también la potencialización de esta herramienta mediante la exposición de su funcionalidad por medio de servicios web para permitir consultas remotas de terceros, con la finalidad de posibilitar automatización y procesamiento de análisis y la escalabilidad de otras herramientas de evaluación.

**Palabras clave:** Accesibilidad, WCAG 2.0, herramientas de evaluación, W3C, servicios web.

## 1 Introducción

Hoy en día el Internet, su contenido y sus aplicaciones, las podemos agrupar y vivir en varios ejes, como: acceso a servicios (banca, salud, impuestos, compras, etc.), educación (entornos virtuales, bibliotecas), investigación y desarrollo y comunicación; y ocio. Ya el internet dejó de ser una ventana al mundo, para convertirse en un mundo [1], pues muchas de las necesidades que tenemos las podemos hacer en este espacio, y son más aún vistas estas bondades para personas con capacidades diferentes, ya que se rompe la brecha de la distancia; sin embargo aparece otra: la de la accesibilidad de los contenidos web, la que actualmente es vista como un problema al que se enfrentan no solo las personas con capacidades diferentes sino todos los usuarios del internet; es entonces que surge el paradigma **diseñando para todos**, concepto que se entiende como el diseñar los sitios web de una manera universal en la que nada ni nadie, dispositivo o persona se quede excluida o excluido [2]. Y es aquí donde toma vital importancia la evaluación de la accesibilidad y así mismo toman valor las directrices de la W3C (World Wide Web Consortium), que son ahora aceptadas como

norma internacional para evaluación de accesibilidad en contenidos web (WCAG 2.0).

En la actualidad son varias las herramientas existentes que buscan evaluar o medir el cumplimiento de la normativa, cada una con un enfoque diferente de como evaluar una página web y priorizar los aspectos que se consideran importantes cumplir en su evaluación. Pero de una u otra manera apoyados en las técnicas de criterios de éxito de la WCAG 2.0 [3] en relación a la norma por medio de los Principios, Pautas y Criterios de éxito. Técnicas que al momento de la evaluación su uso es opcional, pues la base para determinar la conformidad de un sitio con las WCAG 2.0 son los criterios de éxito más no la técnicas [4][5].

De la necesidad de mejorar la calidad de los contenidos vista como accesibilidad, y limitantes encontradas en otras herramientas, se diseña y desarrolla una herramienta de análisis de accesibilidad y sobre ella se despliega un API basado en servicios web para permitir consultas remotas. Herramienta que se apoya para su funcionamiento en la mencionada relación entre criterios de cumplimiento y técnicas de verificación.

### **3 Herramienta de Análisis Web**

Como se mencionó anteriormente muchas de las herramientas existentes de evaluación de accesibilidad que soportan la norma WCAG 2.0, apoyan su funcionamiento en la verificación de las técnicas, mismas que luego de una revisión se determina que son de tres tipos: 1) Programables, o técnicas que pueden ser 100% determinadas o verificadas por software o herramienta informática. 2) Manuales, o de verificación manual, en los que su verificación es subjetiva y requiere de un juicio de una persona experta. 3) Mixtas, o técnicas que tiene un porcentaje de comprobación manual y un restante porcentaje de comprobación que puede ser apoyada por un software de manera automática. Es entonces que la evaluación automática o por software de una página web no es posible, pero sí en un porcentaje considerable para apoyar al desarrollador de sitios web y a un usuario autor mejorar la accesibilidad de sus contenidos.

Un analizador web de manera básica recibe una solicitud de un contenido a analizar, generalmente por medio de una URL, y sobre el contenido HTML o DOM HTML producto de la renderización de la página web, se procede a verificar el cumplimiento de las técnicas WCAG o reglas similares, para posterior presentar como resultado de la evaluación, el resultado de la verificación de estas técnicas. Entre las herramientas que en general presentan este funcionamiento podemos mencionar TAW, achecker, WAVE, TENON, Examiner, etc.

El funcionamiento antes mencionado es aplicado a nuestra herramienta de análisis, cuyos componentes se lo apreciamos en la figura 1.

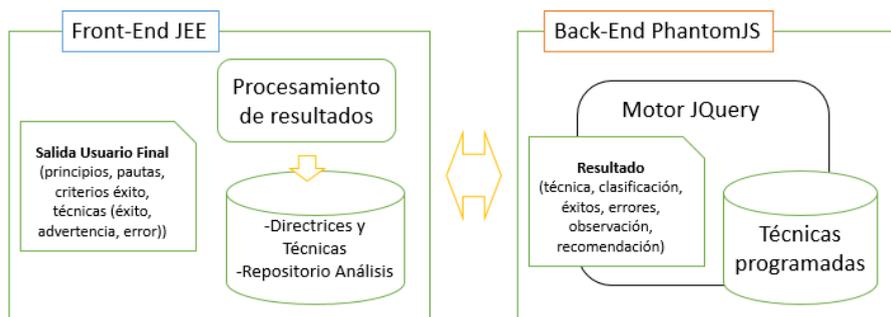


Fig. 1. Diagrama de componentes del sistema. Fuente: autor.

El **módulo Front-End JEE**, corresponde a la aplicación web de interacción con el usuario, en la que se realizarán las solicitudes de análisis y se presentan los resultados de la evaluación. Aquí en este componente encontramos el modelo entidad relación de directrices y técnicas (principios, pautas, criterios de éxito y su relación de muchos a muchos con las técnicas), así también encontramos la tabla de repositorio de los análisis realizados, esto para usos de explotación de datos del uso de la herramienta. Su funcionamiento se soporta en desplegar una interfaz amigable y accesible para poder solicitar a usuarios análisis de sus páginas web, y una posterior relación de los resultados de la verificación de cada técnica con los criterios de éxito de la norma WCAG 2.0 y mostrar de manera sencilla de comprender la información de la evaluación realizada.

El **módulo Back-End PhantomJS**, es el encargado de analizar en tiempo de ejecución el acierto o fallo de cada una de las técnicas implementadas (57 técnicas implementadas hasta la fecha), para lo cual se sirve de un navegador web sin interfaz gráfica como es PhantomJS, el mismo que maneja el API estándar de JavaScript y posibilita la inclusión de frameworks JavaScript. Incluyendo en nuestro caso JQuery, el mismo que pasaría a ser el motor de análisis de las técnicas dada su fácil implementación para el manejo y manipulación del DOM.

Un ejemplo de análisis de una técnica para una página en evaluación es el que se muestra en la figura 2.

```

//Selector para los componentes de entrada que requieren ser etiquetados
var selector = 'input:not([type=submit]):not([type=hidden]):not([type=image])+
':not([type=button]):not([type=reset]), select, textarea';

//Por cada campo de entrada, se verifica si existe un label que por medio del
//atributo for referencia al campo
var inputConLabel=$(selector).filter(function(){
  if ($("label[for='"+$(this).attr('id')+"'").size(>0){
    return true;
  }else{
    //Se muestra en pantalla aquel campo que no tenga etiqueta label asociada
    console.log('Campo sin etiqueta: '- this.outerHTML);
    return false;
  }
}).size();

//Número de componentes que tiene un label asociado al campo de entrada
var factorExito = inputConLabel;
//Número de componentes que no tiene una etiqueta asociada
var factorError = $(selector).size() - inputConLabel;

```

**Fig. 2.** Código fuente para determinación de campos de texto con una etiqueta. Técnica H44.  
Fuente: autor.

Con una análisis similar por cada técnica según su especificación, y apoyado en otras instrucciones de programación junto con PhantomJS, por cada técnica se devuelve los siguientes datos en formato JSON para un fácil procesamiento por el módulo front-end.

- **Código**, identificador de la técnica, ejemplo H44.
- **Clasificación**, para identificar el tipo de resultado obtenido luego del análisis, pudiendo ser:
  - **Éxito**, en caso de que la técnica haya sido verificada satisfactoriamente en un 100% y no se requiera de verificación manual posterior. Ejemplo: todas las imágenes tienen el atributo ALT definido.
  - **Advertencia**, o éxito que requiere verificación manual, en caso de que la técnica haya sido verificada satisfactoriamente pero requiera de una verificación manual. Ejemplo: Se ha detectado imágenes con atributo ALT vacío, verifique que estas imágenes correspondan a imágenes decorativas y no contengan información relevante para el usuario.
  - **Error**, en caso de que la técnica al momento de su verificación se haya detectado una o más fallas. Ejemplo: Se han detectado 5 imágenes que no tiene definido un atributo ALT.
  - **No aplica**, en caso de que la técnica no pueda ser verificada en el contenido que se está evaluando, esto al no contener los objetos HTML de análisis. Ejemplo: No se han detectado imágenes en la página web analizada.
- **Factor de éxito**, correspondiente al número de elementos que satisfacen la verificación. Ejemplo: 5 imágenes con atributo ALT definido.
- **Factor de error**, correspondiente al número de elementos que no satisfacen la verificación. Ejemplo: 3 imágenes no contiene el atributo ALT definido.
- **Observación**, mensaje informativo resultante del análisis sobre el contenido evaluado. Ejemplo: El sitio no ha sido estructurado usando encabezamientos (títulos), no se ha detectado título alguno. En algunos casos se incluirá los obje-

tos HTML que presenta el error, por ejemplo las imágenes que no presente un atributo ALT.

- **Recomendación**, mensaje para referencia o guía al cumplimiento de la técnica. Ejemplo: Para facilitar la navegación y la comprensión de la estructura general del documento, se deben estructurar usando encabezamientos correctamente anidados (por ejemplo, h1 seguido de h2, h2 seguido de h2 o h3, h3 seguido de h3 o h4, etc.).

Presentando una salida final para el usuario con una interfaz similar a la de la figura 3.



Fig. 3. Captura de pantalla de informe de resultados obtenidos luego de solicitar la evaluación de un sitio, a septiembre de 2015

### 3 API de servicios WEB

El escalamiento de aplicaciones y en este caso de herramientas de análisis accesibilidad, por medio de la integración con otras aplicaciones y la automatización de evaluación de accesibilidad, se facilitan y se hace posible, si se puede consumir o consultar de manera remota herramientas de evaluación; consulta remota que es posible de manera sencilla, si la funcionalidad de la herramienta es expuesta por medio de servicios web.

Es por esto que para potencializar la herramienta presentada, se ha expuesto su funcionalidad por medio de servicios web, que retornen el resultado de la evaluación o de la verificación de las técnicas en formatos XML (eXtensible Markup Language) o formato JSON (JavaScript Object Notation).

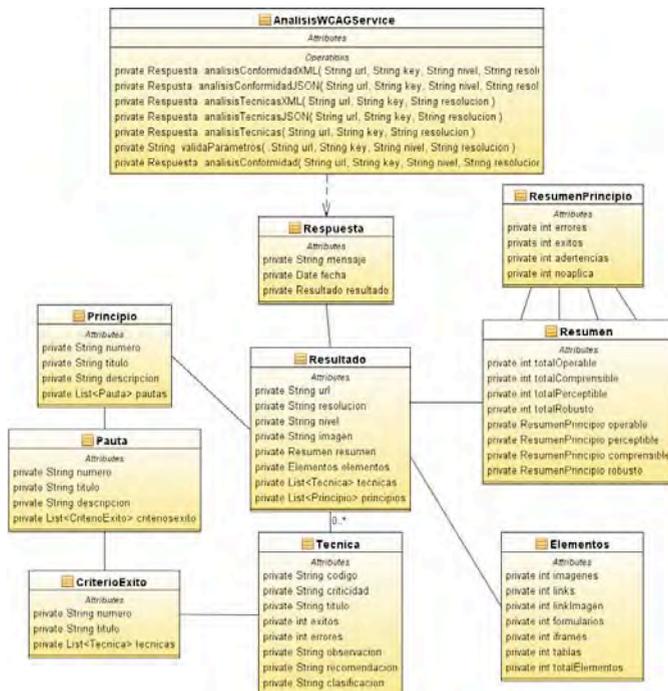
Siendo dos los servicios expuestos:

**Evaluación de conformidad según WCAG 2.0.-** Dispuesto para permitir consultar el detalle de evaluación de accesibilidad de una página web, según el acierto o falla de las técnicas de verificación WCAG asociadas y agrupadas acorde al conjunto de Principios, Pautas y Criterios de Éxito definidos en la guía WCAG 2.0.

**Verificación de Técnicas WCAG 2.0.-** Dispuesto para permitir consultar el conjunto de técnicas implementadas en el analizador, en función de su verificación (aciertos o falla) según la página web que se desea evaluar.

Para lo cual se añadió sobre la arquitectura lógica de la aplicación un componente más, que corresponde a la interfaz para provisión de servicios externos, la cual se implementó con el apoyo del API JAX-RS (Java API for RESTful Web Services).

Adicionalmente se dispuso de una estructura de datos que soporte una presentación clara y sencilla de los resultados de la evaluación, la cual se esquematiza en la figura 4.



**Fig. 4.** Diagrama de clases de estructura de datos de respuesta

La llamada al servicio web es posible por medio de una solicitud HTTP GET, para cada servicio web, adjuntando los parámetros de entrada necesarios.

Para el caso del servicio web Evaluación de conformidad según WCAG 2.0, la URL de solicitud HTTP GET es:

```
http://URL_BASE/oaw/srv/wcag/{formato}/conformidad?<parámetros>
```

Y para el servicio web de Verificación de Técnicas WCAG 2.0, la URL es:

```
http://URL_BASE/oaw/srv/wcag/{formato}/conformidad?<parámetros>
```

Teniendo como parámetros de entrada hacia la solicitud:

**Table 1.** Parámetros de entrada de consumo de servicio web.

Parámetro	Obligatoriedad	Tipo de dato	Descripción
<b>formato</b>	SI	Texto. Condicionado (xml/json)	Formato de salida del texto de respuesta: XML o JSON. Posibles valores: xml o json.
<b>url</b>	SI	Texto. URL encoded	URL de la página web a analizar.
<b>key</b>	SI	Texto. Asociado a una cuenta activa	API_KEY de usuario. La clave la puede obtener una vez registrado en el sitio. Usado como un método de seguridad básico, con la utilidad de relacionar el solicitando con los datos del análisis devuelto.
<b>nivel</b>	No (por defecto AAA)	Texto	Nivel de conformidad sobre el que se quiere evaluar la página web. Solo se permiten valores como: A, AA y AAA. Este parámetro NO aplica para WS Verificación de técnicas
<b>resolucion</b>	No (por defecto 1366x768)	Texto	Resolución del visor con el que se desea evaluar la página web, indicando ancho (width) y alto (height) en pixeles. Solo se permiten valores en el formato {width}x{height}. Ejemplo: 1366x668.

La estructura de resultados ya dependerá del servicio web y serán acorde los referidos según la figura 4.

## 4 Conclusiones

Los servicios web como es de conocimiento general, posibilitan la integración de los servicios con otras aplicaciones independientemente de la plataforma que se use, así también abren el pensamiento para desarrollar nuevas ideas de herramientas o sistemas más completos sumando potencialidades de más de una aplicación o sistema. Si actualmente se contara con un servicio web que permita comprobar el cumplimiento o éxito de una técnica de WCAG, podríamos sumar esas técnicas a las de la herramienta

desarrollada y tendríamos una herramienta con mayor grado de porcentaje de cumplimiento con respecto a la verificación de técnicas, que a su vez se podría traducir subjetivamente en un mayor grado de confianza del resultado de la evaluación; siempre será necesaria la verificación e interpretación de los resultados por parte del experto. Así también si deseáramos automatizar análisis periódicos para monitorear un sitio, que mejor que haya un servicio web del que puede extraer información de manera estructurada y programada

## Referencias

1. Areheart, B.A., and M.A. Stein. (2015), "Integrating the Internet.", *George Washington Law Review* 83, no. 2: 449–97
2. Roig-Vila, R., S. Ferrández, and I. Ferri-Miralles. (2014) , "Assessment of Web Content Accessibility Levels in Spanish Official Online Education Environments." *International Education Studies* 7, no. 6: 31–45.
3. *Techniques for WCAG 2.0*, (2015), World Wide Web Consortium (W3C), Recuperado de <http://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/>, septiembre de 2015.
4. *Introduction to Understanding WCAG 2.0*, (2015), World Wide web Consortium (W3C), Recuperado de <http://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/intro.html>, septiembre de 2015.
5. *Understanding Techniques for WCAG Success Criteria*, (2015), World Wide Web Consortium (W3C). Recuperado de <http://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/understanding-techniques.html>, septiembre de 2015.

# Estado del arte de las herramientas inclusivas y accesibles para la dirección de proyectos informáticos

Johan Delvis Morales Guzmán.  
Universidad de Alcalá.  
johan.morales@edu.uah.es

**Abstract.** Este trabajo corresponde a la parte inicial de la tesis doctoral "Aportes metodológicos para la gestión inclusiva y accesible de proyectos informáticos" que se pretende realizar en la Universidad Alcalá. En este trabajo de fin de master se realizó el estudio del estado del arte de las herramientas inclusivas y accesibles para que personas como analistas y jefes de proyecto con discapacidades físicas (disminución o ausencia de las funciones motoras) o sensoriales (deficiencias visuales, auditivas o del habla) tengan mayores facilidades para dirigir proyectos informáticos. Para realizar la búsqueda se definieron dos temas principales, el primero fueron las herramientas inclusivas para la gestión de proyectos informáticos las cuales abarcan tanto metodologías como herramientas de software y el segundo tema fue el estudio del proyecto ESVI-AL coordinado por la Universidad Alcalá en donde se definió una metodología para construir cursos virtuales inclusivos y cuyos principios serán extendidos en el desarrollo de tesis doctoral para que analistas y jefes de proyectos con discapacidades puedan realizar sus labores con mayor facilidad.

**Keywords:** Gestión de proyectos informáticos para personas discapacitadas, Metodologías de gestión de proyectos informáticos para personas discapacitadas, Herramientas informáticas para gestionar proyectos informáticos para personas discapacitadas.

## 1 Introducción

Este estudio del estado del arte corresponde a la parte inicial de la tesis doctoral "Aportes metodológicos para la gestión inclusiva y accesible de proyectos informáticos" que se pretende realizar con la escuela de doctorado de la Universidad de Alcalá. En este trabajo de fin de master denominado "Estado del arte de las herramientas inclusivas y accesibles para la dirección de proyectos informáticos" se realizará el estudio del estado del arte de las herramientas inclusivas y accesibles (metodologías y herramientas de software de gestión de proyectos informáticos) para que analistas o jefes de proyecto con discapacidades tengan más facilidades para dirigir proyectos informáticos.

En una tesis doctoral, en este de caso de informática, lo que se pretende es aportar un nuevo conocimiento en el campo de las TIC, en donde se hace una propuesta y se demuestra que es viable. En este caso lo que se pretende es crear una metodología para que una empresa, institución o profesionales de la informática independientes puedan implantar un sistema gestión de proyectos informáticos inclusivo y accesible

para personas discapacitadas a nivel físico y sensorial ya que en la actualidad no hay avances teóricos ni prácticos en este campo.

Para realizar esta tesis doctoral en el primer año se debe realizar el plan de investigación y el estado del arte, en el segundo año se desarrolla la propuesta y en el tercer año se valida dicha propuesta, con este trabajo de fin de master lo que se pretende es adelantar la actividad del estado del arte del primer año y obtener información sobre metodologías y/o aplicaciones informáticas que permitan validar la propuesta metodológica para implantar un sistema inclusivo y accesible de gestión de proyectos informáticos.

Este estado del arte es el primer acercamiento al tema de la tesis (Aportes metodológicos para la gestión inclusiva y accesible de proyectos informáticos) en donde se buscarán las últimas investigaciones realizadas sobre metodologías o herramientas de software para implantar sistemas inclusivos y accesibles de gestión de proyectos informáticos con el fin de clarificar ideas, conceptos, delimitar y afinar la línea de investigación y al final enfocar el trabajo por el camino deseado.

## 2 Metodología para el desarrollo del trabajo

Lo que se hizo fue realizar una búsqueda de las últimas investigaciones realizadas sobre herramientas inclusivas para gestionar proyectos informáticos desde la fecha en que se presenta este trabajo a diez años atrás o sea desde 2005 hasta 2015. La manera como se realizó el trabajo fue la siguiente:

- Se definieron los temas sobre los cuales se iba a buscar información:
  - ✓ Metodologías para gestión de proyectos.
  - ✓ Herramientas de software para la gestión de proyectos.
- Se identificaron las palabras o frases clave en inglés o español para realizar la búsqueda en internet y en las bases de datos de la Universidad Alcalá. Por ejemplo para el tema “a. Herramientas inclusivas para la gestión de proyectos informáticos”, estos son algunos descriptores que se utilizaron:

**Tabla 1.** Frases clave para la búsqueda.

<b>Español</b>	<b>Inglés</b>
✓ Gestión de proyectos informáticos para personas discapacitadas.	✓ Computer Project Management for disabled people.
✓ Dirección de proyectos informáticos para personas discapacitadas.	✓ Computer Project Leadership for disabled people.
✓ Metodologías de gestión de	✓ Computer Project Management methodologies

<p>proyectos informáticos para personas discapacitadas.</p> <p>✓ Herramientas para gestionar proyectos informáticos para personas discapacitadas.</p>	<p>for disabled people.</p> <p>✓ Computer Project Leadership methodologies for disabled people.</p> <p>✓ Computer Project Management tools for disabled people.</p> <p>✓ Computer Project Leadership tools for disabled people</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Se realizó la búsqueda con las palabras clave en internet y en cada una de las bases de datos proporcionadas por la biblioteca de la Universidad de Alcalá a través de su página web.
- Se leyó de manera vertical o selectiva los textos introductorios, los índices de contenido, las conclusiones y los apartados relevantes para seleccionar y analizar la documentación encontrada.
- Se leyó y analizó más detenidamente los textos seleccionados para identificar los más relevantes.
- Se realizó una descripción detallada de los contenidos de los documentos más relevantes evitando sin hacer copia textual de los mismos para evidenciar la lectura y el análisis de los documentos.
- Se realizó una descripción sobre el aporte que le puede hacer cada documento leído a la tesis doctoral “Aportes metodológicos para la gestión inclusiva y accesible de proyectos informáticos”.

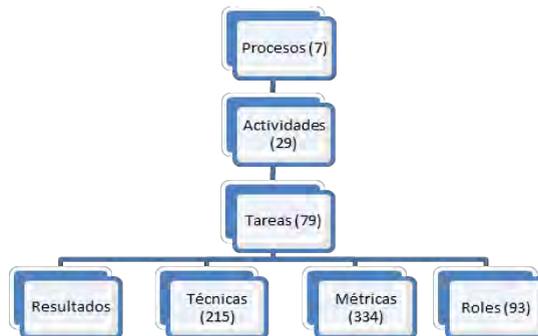
### 3 Producto Final

Al buscar información durante casi un mes en cada una de las bases de datos y en internet sobre metodologías o herramientas inclusivas y accesibles para la dirección de proyectos informáticos se evidenció la escasez de información sobre este tema ya que no se encontró ningún documento que hiciera énfasis a la accesibilidad o al carácter inclusivo de dichas herramientas o metodologías por lo que se describieron los documentos más relevantes relacionados, compatibles o parecidos al tema en cuestión que serán la base de la propuesta de la tesis doctoral, sin embargo existe mucha más documentación que aportará a su desarrollo pero dado el alcance de este trabajo no se describieron más documentos. A continuación se describirán en orden de importancia los documentos encontrados:

### 3.1 Página Web “ESVI-AL (2013). Web del Proyecto "Educación Superior Virtual Inclusiva – América Latina (ESVI-AL)”.

#### 3.1.1 Descripción

Fue un proyecto coordinado por la Universidad Alcalá en colaboración con otras 9 universidades e instituciones internacionales en donde se creó una metodología y un modelo de acreditación para la implementación de programas curriculares virtuales de educación superior en América Latina para personas con discapacidades físicas o sensoriales. En la siguiente gráfica se muestra la estructura de la metodología:



**Figura. 1.** Estructura de la metodología creada por el proyecto ESVI-AL para implementar programas curriculares virtuales de educación superior en América Latina para personas con discapacidades físicas o sensoriales.

**Fuente.** Elaboración propia basada en la Guía Metodológica ESVI-AL (2013) de la página Web ESVI-AL.

#### 3.1.2 Contenido de la Guía

A continuación se mostrarán los siete procesos que conforman la metodología con sus respectivas tareas y una pequeña descripción de cada uno de ellos:

Proceso de Análisis de Necesidades (AN)	Proceso de Concepción/Diseño (CD)	Proceso de Desarrollo y producción(DP)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de demanda (AN1)</li> <li>• Identificación de actores (AN2)</li> <li>• Definición de objetivos (AN3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de objetivos y contenidos educativos a partir de las necesidades detectadas (CD1)</li> <li>• Definición de técnicas, modelo didáctico y metodología inclusiva (CD2)</li> <li>• Definición de la organización y requisitos técnicos que garanticen la accesibilidad e inclusión (CD3)</li> <li>• Diseño de los recursos multimedia accesibles y sistemas de comunicación accesibles (CD4)</li> <li>• Diseño de pruebas de evaluación inclusivas (CD5)</li> <li>• Definición de las funciones de mantenimiento (CD6)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación de la producción (DP1)</li> <li>• Diseño detallado accesible (DP2)</li> <li>• Realización/Modificación de los recursos multimedia accesibles (DP3)</li> <li>• Realización/Modificación del software didáctico accesible (DP4)</li> <li>• Reutilización/adaptación de material pre-existente (DP5)</li> <li>• Integración y pruebas (DP6)</li> </ul>
Proceso de Análisis del Marco (AM)		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis del contexto externo (AM1)</li> <li>• Análisis del contexto interno (AM2)</li> <li>• Análisis del grupo objetivo (AM3)</li> <li>• Planificación temporal y presupuestaria (AM4)</li> </ul>		

**Figura. 2.** Procesos de la Guía Metodológica ESVI-AL (2013)

**Fuente.** Elaboración propia basada en la Guía Metodológica ESVI-AL (2013) de la página Web ESVI-AL.

### 3.1.2.1 Proceso de Análisis de Necesidades (AN)

Identificación de las necesidades de asistencia tecnológica y formativa de los estudiantes así como también identificación de los recursos necesarios para llevar a acabo el proyecto.

### 3.1.2.2 Proceso de Análisis del Marco (AM)

Identificación del contexto real del proyecto, como adecuación de la infraestructura de la institución de formación, restricciones legales, grupo objetivo de estudiantes con su realidad social, económica y cultural, etc.

### 3.1.2.3 Proceso de Concepción/Diseño (CD)

Diseño a un alto nivel de los recursos didácticos accesibles y de los contenidos educativos del programa curricular incluyendo los roles a desempeñar por cada participante además del diseño de la evaluación de los estudiantes.

### 3.1.2.4 Proceso Desarrollo y Producción (DP)

Desarrollo y/o adaptación de las herramientas y los contenidos educativos de acuerdo al diseño realizado en el anterior proceso teniendo siempre en cuenta los estándares universales de accesibilidad.

### 3.1.2.5 Proceso de Implementación (IM)

Instalación en producción de los componentes y herramientas educativas, así como el soporte y capacitación a los usuarios de la plataforma virtual accesible.

### 3.1.2.6 Proceso de Aprendizaje (PA)

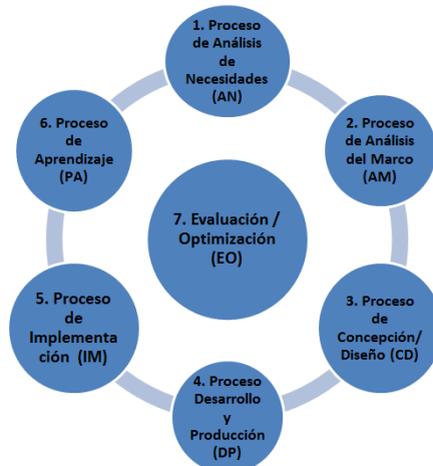
Es cuando se realiza la formación virtual inclusiva de los contenidos educativos a los estudiantes con y sin discapacidad física o sensorial con el proyecto desarrollado.

### 3.1.2.7 Evaluación/Optimización (EO)

Es un proceso transversal que permite recoger información en todas las 6 fases anteriores del proyecto hasta su puesta en marcha, como a manera de auditoría para encontrar fallos, corregirlos y optimizar el proyecto con el fin de mantener altos los niveles de calidad del programa formativo.

### 3.1.2.8 Ciclo de vida

En el siguiente diagrama se muestra el ciclo de vida de esta metodología:



**Figura. 3.** Ciclo de vida de la Guía Metodológica ESVI-AL (2013)

**Fuente.** Elaboración propia basada en la Guía Metodológica ESVI-AL (2013) de la página Web ESVI-AL.

### 3.1.3 Aporte a la tesis doctoral

El proyecto ESVI-AL va a ser la base de la tesis doctoral "Aportes metodológicos para la gestión inclusiva y accesible de proyectos informáticos" ya que se adaptará la metodología desarrollada en este proyecto a la gestión de proyectos informáticos.

**En cuanto a los Objetivos.** Así como el objetivo de este proyecto es el de mejorar la accesibilidad a la educación superior, la tesis doctoral pretenderá mejorar la empleabilidad de analistas y jefes de proyecto informáticos discapacitados facilitando una metodología para que sea implantado un sistema de gestión de proyectos informáticos inclusivo y accesible por una empresa, institución o profesional de la informática.

**En cuanto a la Metodología.** Se adaptarán cada uno de los procesos, actividades, tareas, resultados, técnicas, métricas y participantes al ámbito de la gestión de proyectos informáticos. Ejemplo: En el proceso de análisis de las necesidades (AN) de la metodología ESVI-AL se indaga y se analizan las necesidades del estudiante discapacitado en relación a la asistencia formativa y tecnológica, en la tesis doctoral se adaptará este proceso a conocer las necesidades de los analistas o jefes de proyecto informáticos que tengan una discapacidad así como también identificar los recursos que se necesitan para llevar a cabo el proyecto de implementar un sistema de gestión de proyectos accesible en una empresa o en su lugar de trabajo.

**En cuanto a la Red ESVI-AL.** Se utilizarán los servicios proporcionados por esta red en cuanto la formación para diseñar cursos virtuales accesibles y crear materiales educativos accesibles ya que otro de los objetivos de la tesis es crear un curso accesible sobre gestión de proyectos informáticos.

**En cuanto a las Normas o Estándares.** Así como el proyecto ESVI-AL se ha guiado por las normas generadas por la WAI Web Accessibility Initiative del World Wide Web Consortium (WCAG 2.0, WCAG-EM 1.0, ATAG 2.0 y ARIA 1.0.), la tesis también se basará en estas normas para cumplir con todas las especificaciones internacionales de accesibilidad ya que la tesis pretende orientar la metodología hacia la tecnología web que es la que proporciona mayor accesibilidad a las personas discapacitadas.

**En cuanto a la Validación de la Tesis.** Debido a que el proyecto ESVI-AL ha sido validado adaptando la plataforma virtual Moodle, el desarrollo de la validación de la tesis estará guiada por las adaptaciones realizadas en esta plataforma de código abierto mediante lenguaje PHP ya que el código está disponible en la página del proyecto, además se remitirá a los casos donde se ha replicado la metodología en las diferentes instituciones universitarias lo cual se puede evidenciar en el libro "Buenas prácticas y casos de éxito en la implantación y acreditación de la accesibilidad y calidad de la formación virtual. Experiencias de aplicación de Guía y Modelo de Acreditación ESVI-AL.", por Roberto Argueta Quan (El Salvador 2015).

### 3.2 Artículo "Software Project Management Tools: Making a Practical Decision Using AHP. Norita Ahmad, Phillip A. Laplante, Penn State University. 2006."

#### 3.2.1 Descripción

En este artículo se habla sobre la mejor manera de tomar la decisión más acertada para escoger una herramienta de software que sirva como soporte en las actividades de la gestión de proyectos. Normalmente se escoge la herramienta por intuición, publicidad comercial, preferencias personales, etc. por lo que se convierte en un proceso muy subjetivo que puede llevar a tomar una mala decisión que no se adecúe a las necesidades del proyecto a gestionar. Para solucionar este problema de la subjetividad en la toma de decisión se propone utilizar el método PAJ (Proceso Analítico Jerárquico) el cual permite tomar decisiones donde intervienen varios criterios de una manera más objetiva y rigurosa para escoger la herramienta de apoyo a la gestión que mejor se adapte a la necesidades del proyecto, de la empresa y del jefe de proyectos que realizará dicha gestión. Los pasos que se tienen seguir son:

- Se definen los criterios o características por los cuales se va a escoger la herramienta de gestión de proyectos (planificación de tareas, gestión de recursos, etc).
- Se compara cada criterio en una matriz por pares en un rango de 1 a 9 según el grado de importancia de uno con respecto al otro.
- Se normaliza la matriz.
- Se calcula el vector de pesos donde se obtienen los pesos resultantes de cada característica.
- Se calcula el valor propio del vector de pesos (Principal Eigen value ó  $\lambda_{max}$ )
- Se calcula el índice de consistencia (**IC**)
- Se calcula la razón de la consistencia (**RC**)
- Se preseleccionan las herramientas de gestión de proyectos a las cuales se les va a hacer el análisis.
- Ahora se comparan las herramientas por pares (como en el paso B) teniendo en cuenta el grado de importancia de cada uno de los criterios y se realizan los pasos de la C hasta la G.
- Se calculan los pesos de cada herramienta y como resultado se obtendrá una tabla como esta la cual indica la herramienta que más se adecúa al proyecto (en este caso es dotProject):

<b>Herramientas</b>	eGroupWare (H1)
eGroupWare (H1)	43,91%
<b>dotProject (H2)</b>	<b>44,20%</b>
Redmine (H3)	11,89%
Suma	100,00%

**Figura 4.** Cálculo de los pesos de las herramientas de software para gestión proyectos.

**Fuente.** Elaboración propia basada en el artículo "Software Project Management Tools: Making a Practical Decision Using AHP".

### 3.2.2 Aporte a la tesis doctoral

El proceso de análisis jerárquico se utilizará principalmente para dos cosas:

Para seleccionar la herramienta de gestión de proyectos con la cual se hará la validación de la tesis doctoral y así poder adaptarla a las necesidades de las personas discapacitadas ya que no existe ahora mismo un herramienta para gestionar proyectos que se caracterice por su accesibilidad hacia las personas discapacitadas por lo que se deberá seleccionar entre las herramientas de código abierto, que son las que se pueden modificar, para saber cuál es la más idónea para adaptarla y presentar la validación de la tesis.

Para incluirla en la metodología como una de las técnicas propuestas para escoger la herramienta de gestión de proyectos que más se adapte a la empresa, al proyecto y a las personas que trabajarán en él. Se hará un documento accesible en donde sólo sea necesario ingresar las valoraciones para que al final proporcione un resultado sobre la decisión más adecuada.

### **3.3 Página Web Wikipedia: "Comparison of project management software: [https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_project\\_management\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_project_management_software)":**

#### **3.3.1 Descripción**

Esta página proporcionó las principales características que debe tener una herramienta para gestionar un proyecto y es la mayor clasificación (170 herramientas) que se ha encontrado en cuanto a este tipo de herramientas. Gracias a este listado de herramientas junto con sus características, se ha podido tener una idea clara de lo que se necesita para la validación de la tesis doctoral.

#### **3.3.2 Aporte a la tesis doctoral**

Se han filtrado las 170 herramientas por las características más relevantes para pre-seleccionar algunas herramientas y así aplicarles la técnica del proceso de análisis jerárquico (PAJ) con el fin de validar la tesis doctoral de la siguiente manera:

- Filtro 1 (columna License): No se escogió software propietario ni desconocido ya que si es propietario no se podrá adaptar a las necesidades de las personas discapacitadas por lo que de las 170 herramientas quedaron 36.
- Filtro 2 (columna Programming Language): Se seleccionaron lenguajes muy conocidos para que fuera más fácil su entendimiento por la mayoría de los profesionales informáticos en cuanto a las modificaciones realizadas en la validación y así lo puedan adaptar más fácilmente a sus respectivas herramientas de trabajo. Como lenguaje conocidos se consideró C++ , Java y PHP y de esta manera quedaron 23 herramientas.
- Filtro 3 (columna Web-based): La herramienta deben estar orientadas a internet ya que esto proporciona mayor accesibilidad y colaboración a la gestión de proyectos que es el objetivo principal de la tesis doctoral y de esta forma quedaron 19.
- Filtro 4 (columna Scheduling): La herramienta debe tener funcionalidades de planificación, la principal tarea de la gestión de proyectos, de esta manera quedaron 10.
- Filtro 5 (columna Time Tracking): La herramienta debe tener las funcionalidades para gestionar las tareas del proyecto como tarea importante de la gestión, de esta manera quedaron 8.
- Filtro 6 (columna Resource Management): La herramienta debe tener funcionalidades para gestionar los recursos del proyecto como tarea importante de la gestión, de esta manera quedaron 6.
- Filtro 7 (columna Collaborative software): La herramienta debe tener funcionalidades de poder trabajar en equipo a través de la herramienta, de esta manera quedaron 5.
- Filtro 8 (columna Document Management): La herramienta debe tener las funcionalidades de poder gestionar la documentación a través de la herramienta, de esta manera quedaron 4.

Al final quedaron estas cuatro herramientas para ser analizadas con la técnica del proceso de análisis jerárquico:

Software		License	Programming language	Web-based	SaaS	Hosted On-Premise				
Comidor		Proprietary, Open source	Java, JavaScript, XML, HTML, CSS	Yes	Yes	Yes				
Plandora		LGPL	Java	Yes	Unknown	Yes				
Project.net		GPL	Java	Yes	Yes	Yes				
ProjeQtOr		GPL	PHP	Yes	Yes	Yes				
Scheduling	Time Tracking	Resource Management	Collaborative software	Document Management	Issue tracking system	Workflow system	Reporting and Analyse	Budget Management	Invoicing	Project Portfolio Management
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	No	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

**Figura 5.** Herramientas pre-seleccionadas para aplicarles el proceso de análisis jerárquico. **Fuente.** Elaboración propia basada en la página Web "Wikipedia: "Comparison of project management software".

Sin embargo si se continuara con los filtros de Workflow system, Reporting and Analyses, Budget Management, Invoicing y Project Portfolio Management las dos herramientas que quedan son Comidor y ProjeQtOr pero para poder tomar una decisión más acertada se analizaran igualmente Plandora y Project.net.

### 3.4 Software Extension to the PMBOK® Guide Fifth Edition. (2013). Publicado por el Project Management Institute, Inc.

#### 3.4.1 Descripción

Entre el PMI (Project Mangement Institute) y la IEEE Computer Society definieron las buenas prácticas (conocimientos, técnicas, habilidades y herramientas) para realizar una exitosa gestión de proyectos informáticos. Este libro describe detalladamente los procesos (entradas, salidas, técnicas, etc.) que se deben seguir asegurar que el proyecto informático avanza de manera adecuada a lo largo del ciclo de vida del proyecto. En la siguiente tabla se hace una clasificación de los procesos según el ciclo de vida del proyecto:

**Tabla 2.** Clasificación de los procesos según el ciclo de vida.**Fuente.** Elaboración propia basada en el PMBOK.

<b>Fase</b>	<b>No. Procesos</b>	<b>Descripción</b>
Inicio	2	Se define y se autoriza el proyecto.
Planificación	24	Se define el plan de actividades del proyecto.
Ejecución	8	Se desarrolla el proyecto con los recursos y personas.
Seguimiento y control	11	Se verifica, controla y corrige el avance del proyecto.
Cierre	2	Se formaliza el cierre por medio de la aceptación del proyecto.
<b>Total</b>	<b>47</b>	

En la siguiente tabla se hace una clasificación de los procesos según el área funcional de la gestión de proyectos:

**Tabla 3.** Clasificación de los procesos según el área de conocimiento.**Fuente.** Elaboración propia basada en el PMBOK.

<b>ÁREA</b>	<b>PROCESOS POR ÁREA DE CONOCIMIENTO</b>	<b>NO. PROCESOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Core	1. Gestión del tiempo	7	Terminación del proyecto a tiempo.
	2. Gestión del coste	4	Costo esté dentro del presupuesto.
	3. Gestión del alcance	6	Controlar que el trabajo sea el requerido para desarrollar el proyecto.
Aseguradora	4. Gestión de la integración	6	Coordinación de los procesos y actividades del proyecto.
	5. Gestión de los riesgos	6	Disminuir impacto y la probabilidad de eventos negativos y aumentar la de eventos positivos.
	6. Gestión de la	3	Asegurar que los

	calidad		requisitos sean alcanzados.
Facilidad ora	7. Gestión de recursos humanos	4	Organización y conducción del equipo del proyecto.
	8. Gestión de las adquisiciones	4	Compra o venta de productos o servicios externas al proyecto.
	9. Gestión de los interesados	4	Participación activa de los interesados y comunicación con estos.
	10. Gestión de las comunicaciones	3	Asegurar que la información sea oportuna y adecuada.
<b>Total</b>		<b>47</b>	

### **3.4.2 Aporte a la tesis doctoral**

Este estándar de buenas prácticas será la principal referencia para desarrollar las tesis doctoral AMGI-API en cuanto a las actividades de gestión de proyectos informáticos. Se deberá asegurar que en la metodología a proponer y en la validación de dicha metodología, con las técnicas y herramientas propuestas en el PMBOK se puedan generar las salidas de las actividades de cada proceso de manera accesible a los jefes de proyecto o analistas que tengan una discapacidad física o sensorial.

## **3.5 Otros documentos**

**3.5.1 Planificación y gestión de proyectos informáticos (2009). España:** Servicio de Publicaciones. Gutiérrez de Mesa, José Antonio, and Pagés Arévalo, Carmen Universidad de Alcalá, 2009: En el libro aparte de describir profundamente las actividades que se deben realizar en la gestión de proyectos informáticos también se indica de forma detallada las técnicas que se utilizan para realizar dichas actividades. Por ejemplo para la gestión de costes se describen métodos como puntos de función, COCOMO (Constructive Cost Method) y estimación de Putnam o SLIM y las herramientas informáticas que se pueden utilizar para aplicar estos métodos como ESTIMACS, COSTAR II y SLIM las cuales se pueden tomar como base de partida para conocer su funcionamiento y buscar su versiones de software libre para poder adaptarlos a las necesidades de las personas discapacitadas.

**3.5.2 Página Web "Herramientas software y métodos numéricos al servicio del director de proyecto en gestión de proyectos. Wikilibro: Gestión de proyectos > Capítulo 2: PARTE II. HERRAMIENTAS Y PMP". [última modificación de la página el 9 mayo 2012 por Administrador del Wiki - EOI. Basado en el trabajo de Adriano Coronel].** Este documento ha servido para conocer la clasificación de las herramientas de gestión de proyectos en cuanto a acceso y sitio ejecución del software de gestión ya que por una lado están las SAAS (Software As A Service) que se pueden acceder por internet y en donde la herramienta no es instalada ni se ejecuta en el equipo del usuario por lo cual tendría una característica inherente de accesibilidad ya que se podría ingresar desde cualquier dispositivo que tenga acceso a internet y facilidad de uso en cuanto a su instalación ya que el usuario no tendría que instalar nada, sólo se tendría que remitirse a utilizar la herramienta mediante internet; por otro lado están las herramientas de escritorio que se ejecutan en el mismo equipo del usuario lo cual limita su acceso y por consiguiente su accesibilidad.

Para validar la tesis doctoral lo más probable es que se utilice una herramienta online o SAAS ya que son más accesibles por su orientación hacia internet para que en cualquier lugar y con cualquier dispositivo que tenga acceso a la red, las personas podrían utilizar la herramienta de gestión; además facilitan más la comunicación con miembros del equipo que trabajan en diferentes geografías, desde su domicilio o personas con discapacidad motriz que tenga dificultad para desplazarse.

**3.5.3 Artículo “Open Source Approach to Project Management Tools. Romeo MARGEA, Camelia MARGEA, West University of Timisoara, Romania Faculty of Economics and Business Administration. 2011”.** En este artículo se habla de las herramientas de gestión de proyectos de código abierto, lo cual servirá porque en la validación se tendrá que adaptar la herramienta de gestión para las personas discapacitadas y aparte se indican los pasos de cómo se debería implantar una herramienta de código libre, lo que servirá para incluirlo en la metodología. Por lo tanto este artículo acentúa cada vez más la decisión de escoger para la validación y orientar la metodología hacia herramientas basadas en internet y de código abierto. El hecho de que se basen en internet hacen que sean más accesibles a las personas discapacitadas, aparte de esto el factor de la colaboración es inherente a esta tecnología ya que los miembros del equipo podrán tener acceso al proyecto desde cualquier dispositivo con internet y un browser para navegar, mientras que las herramientas offline limitan la colaboración y la accesibilidad ya que sólo se puede acceder a ellas en la empresa donde esté instalada.

**3.5.4 Artículo “Free and Open Source Project Management Tools. Robert Comella. SANS Institute Reading Room site. 2014”:** Un aspecto muy interesante de este artículo es la encuesta realizada a 500 gestores de proyecto alrededor del mundo sobre lo que opinaban acerca de los aspectos más importantes para una herramienta de gestión de proyectos y la respuesta que más alta calificación obtuvo fue la facilidad de uso, esto hace que se reflexione sobre la correcta orientación de la tesis doctoral ya que si las personas sin discapacidades reclaman esto como mayor prioridad, es claro que se debe hacer mucha más investigación para facilitarles el uso de estas herramientas de gestión a personas discapacitadas en el área informática y en otros campos laborales.

Otro aporte importante es el enfoque que se le da a la selección de la herramienta para gestionar proyectos ya que propone clasificar las herramientas según su funcionalidades (productividad personal, herramientas de planificación, soluciones completas de gestión de proyectos) y de cada grupo tomar la que se necesite para utilizarlas en conjunto y así alcanzar el objetivo del proyecto, en cambio de seleccionar una única herramienta que puede que no tenga las funcionalidades que se necesiten, sin embargo para efectos de la validación de la tesis por probablemente se trabaje con una sola herramienta para adaptarlo aunque se podrá dejar abierta la puerta en la metodología para tomar esta opción.

**3.5.5 Página web “Wikipedia: Anexo: Software de gestión de proyectos”:** en esta página se muestra un listado de herramientas de gestión de proyectos de software libre y propietario. Con esta página se confirma que una de las candidatas para validar la tesis doctoral es eGroupware debido a que cumple con las principales características para gestionar proyectos además de ser de código abierto tipo web para su adaptación y por otro lado se añade otra a la lista, Project.net, que cumple con las mismas características.

## 4 Conclusiones

### 4.1 ¿Qué no se encontró?

Lo primero que hay que decir después de realizar este trabajo de estado del arte es que no se encontró en las bases de datos de la Universidad Alcalá ni en internet ninguna metodología, herramienta o investigación para gestionar proyectos informáticos que estuviera enfocada a los profesionales informáticos con alguna discapacidad física o sensorial lo cual valida la realización de la tesis doctoral ya que se confirma que actualmente no existen investigaciones relacionadas por lo que verdaderamente se aportará un nuevo conocimiento en el campo de las TIC.

### 4.2 ¿Qué se encontró?

**En cuanto a herramientas accesibles:** Lo más relevante que se encontró fue un proyecto (ESVI-AL) coordinado por la Universidad Alcalá y otras universidades e instituciones en el que se creó una metodología y modelos de acreditación para poder implantar programas de estudios virtuales y accesibles para la educación superior, casos prácticos y formación acerca de crear cómo contenidos accesibles.

**En cuanto a las metodologías inclusivas de gestión de proyectos informáticos:** Que no hay una metodología específica para la gestión de proyectos informáticos, las metodologías de la gestión de proyectos son generales y sus actividades sufren variaciones dependiendo del sector del proyecto.

Que uno de los estándares más conocidos para gestionar proyectos como lo es el PMBOK ha publicado una extensión para el área de software en 2013 que varía muy poco del PMBOK estándar y que se puede utilizar para validar en el desarrollo de la tesis doctoral todas las actividades que debe realizar un gestor de proyectos informáticos aunque tenga algún tipo de discapacidad física o sensorial.

Una publicación muy completa del profesor José Antonio Gutiérrez de Mesa de la Universidad de Alcalá sobre todos los aspectos relacionados con la gestión de proyectos informáticos que servirán como guía para el desarrollo de la metodología teniendo en cuenta que se consultarán más documentos de gestión de proyectos informáticos.

**En cuanto a las herramientas de gestión de proyectos informáticos:** Que se puede escoger de una manera objetiva una herramienta de gestión de proyectos con el proceso de análisis jerárquico (PAJ) y así utilizarlo en la metodología a proponer y en la validación de la tesis doctoral.

Se recopiló una lista de criterios que se deben tener en cuenta cuando se va a escoger una herramienta de gestión de proyectos las cuales se van a tener en cuenta en el desarrollo de la tesis doctoral.

Que la mejor opción para validar la metodología que será desarrollada por la tesis doctoral son las herramientas de gestión de proyectos que están enfocadas a internet ya que pueden estar más orientadas a la accesibilidad para personas discapacitadas y a la colaboración entre los miembros del equipo del proyecto por su facilidad de acceso en cualquier dispositivo con internet en contra de las herramientas de escritorio que sólo pueden ser accedidas desde el equipo donde están instaladas y se caracterizan por no estar orientadas a la colaboración entre el equipo. Por otro lado, la mejor opción en cuanto a licencia es la de código abierto (GNU GPL) ya que se puede adaptar a las necesidades de los profesionales con discapacidad en contra de las propietarias que no se pueden adaptar y se debe tener licencia para utilizarlas además de ser más costosas.

Que la herramienta que se escoja para apoyar a las actividades de gestión debe depender de las actividades del proyecto que más se vayan a realizar, del soporte y documentación que tenga la herramienta, de la infraestructura de la empresa y de la capacidad técnica del gestor de proyectos, siendo algunas veces mejor escoger un conjunto de herramientas con diferentes funcionalidades y otras veces mejor escoger una herramienta que tenga todas las funcionalidades integradas en una única.

Que las herramientas que más se adaptan para validar la tesis doctoral y aplicarles el proceso de análisis jerárquico son Comidor, Plandora, Project.net, ProjeQtOr y EGroupware.

**En cuanto a las herramientas de gestión de proyectos informáticos.** Que no se encontraba información lo cual causa un poco de desorientación en cuanto al tema buscado sin embargo después de reflexionar y cambiar el enfoque de la búsqueda se pudo reorientar el trabajo ya que por una lado era una señal positiva que no hubiera información porque la tesis doctoral que se va a desarrollar efectivamente aportará conocimiento al área de las TIC y por lo otro lado se enfocó la tesis hacia la adaptación de algo creado (en este caso la metodología del proyecto ESVI-AL) y no a la propuesta de algo nuevo como se tenía pensado inicialmente.

La cantidad de información y de lecturas que se debían hacer hacía que muy fácilmente se desviaría la atención de lo que se estaba buscando en realidad y más aún cuando no hay información del tema específico buscado, por eso se tuvo que ser muy crítico y objetivo en el momento de seleccionar las lecturas y afortunadamente se tenían previamente definidos los criterios de selección (gracias a la bibliografía de estados del arte) o de lo contrario se hubiera desperdiciado mucho tiempo y esfuerzo.

La documentación de gestión de proyectos informáticos es muy similar a la de gestión de proyectos además es muy escasa si se habla de accesibilidad, lo único que más se encuentra es accesibilidad para internet por lo que al final se decidió buscar sobre accesibilidad en la gestión de proyectos de manera general y ya en el desarrollo de la tesis se personalizarán las técnicas y herramientas para las actividades propias del área de informática.

### 4.3 ¿Qué faltó complementar?

Profundizar más sobre:

- Clasificación de las discapacidades sin embargo la documentación del proyecto ESVI-AL sirvió de orientación para saber qué tipo de discapacidades se iban a atacar, en este caso las físicas y las sensoriales (habla, vista y escucha).
- Normas y leyes sobre la accesibilidad web
- Accesibilidad web.
- Bibliografía sobre herramientas para realizar actividades específicas del área de proyectos informáticos como estimación del esfuerzo para crear o modificar software con técnicas como puntos de función (ESTIMACS), COCOMO (COSTAR II) o método de Putnam (SLIM).
- Datos estadísticos sobre la población de gestores de proyectos informáticos discapacitados.
- Libro de casos prácticos del proyecto ESVI-AL

### 4.4 ¿Cómo se aplicará lo encontrado?

La metodología creada en el proyecto ESVI-AL para implantación de programas de estudio virtuales accesibles se tomará como base para desarrollar la tesis doctoral ya que se aprovechará todo el trabajo realizado para adaptarlo y así crear una nueva metodología enfocada a la implantación de sistemas accesibles e inclusivos para la gestión de proyectos informáticos.

La metodología de proyectos que se tendrá en cuenta para validar las actividades de la gestión de proyectos en el desarrollo de la propuesta de la tesis doctoral será la extensión de software del PMBOK con apoyo de libros de gestión de proyectos informáticos como la publicación del Dr. José Antonio Gutiérrez de Mesa.

La técnica que se recomendará en la nueva metodología para la selección de las herramientas accesibles de gestión de proyectos y para la selección de la herramienta con la cual se validará la tesis doctoral será el proceso de análisis jerárquico y las herramientas a las cuales se les va a aplicar son Comidor, Plandora, Project.net, ProjeQtOr y EGroupware, teniendo en cuenta todos los criterios recopilados en este rastreo documental.

#### **4.5 ¿A qué se puede aplicar en el futuro?**

Este estado del arte y la tesis en general se puede extender fácilmente a las otras especialidades de la gestión de proyectos como la construcción o la industria o hacer una metodología genérica para todas.

### **Referencias**

1. Proyecto ESVI-AL (<http://www.esvial.org/>). E1.1.2 - Informe de estado del arte en tecnología de apoyo a la Educación Superior Virtual de personas con discapacidad. Enero 2013. Luis Bengochea Martínez (UAH). Félix Andrés Restrepo Bustamante (UCN).
2. Proyecto ESVI-AL (<http://www.esvial.org/>). E1.1.4 - Informe de estado del arte de Recursos Educativos Abiertos que puedan apoyar la formación superior virtual de personas con discapacidad. Enero 2013. Luis Bengochea Martínez (UAH). Antonio Moreira Teixeira (ULI).
3. Proyecto ESVI-AL (<http://www.esvial.org/>). E1.1.5 - Informe de estado del arte de Tecnologías Web Semántica y Social aplicada a la accesibilidad. Febrero 2013. Luis Bengochea Martínez (UAH). Nelson Piedra (UTPL).

# Evaluación de Usabilidad de la Mensajería Instantánea en iOS y Android

Sergio Caro-Alvaro<sup>1</sup>, Eva García-López<sup>1</sup>, Antonio García-Cabot<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España

sergio.caro@edu.uah.es  
{eva.garcial, a.garciac}@uah.es

**Abstract.** Debido al apogeo de los dispositivos móviles y al elevado número de aplicaciones de mensajería instantánea disponibles, se hace necesario evaluar la utilidad de este tipo de aplicaciones para proporcionar una experiencia de usuario más satisfactoria. En este artículo se presenta una evaluación sistemática de la usabilidad de las aplicaciones de mensajería instantánea en plataformas iOS y Android. Los resultados sugieren que los principales problemas de este tipo de aplicaciones son las dificultades en la realización de tareas, problemas con la interfaz de usuario y la falta de información sobre las características de seguridad y privacidad.

**Keywords:** Mensajería instantánea; iOS; Android; usabilidad; móviles; keystroke level modeling; evaluación heurística

## 1 Introducción

Los dispositivos móviles son considerados un recurso esencial del día a día, puesto que son los dispositivos electrónicos más utilizados [1,2], con cerca de 640 millones de terminales iOS y Android en 2012 [3]. Las aplicaciones (apps) disponibles también han experimentado un crecimiento simultáneo y exponencial, superando en julio de 2015 el millón y medio de aplicaciones disponibles tanto en Google Play como en el Apple App Store [4]. Con tantas alternativas, el usuario elegirá objetivamente la mejor opción, la que sea más fácil de usar o la que menor curva de aprendizaje tenga [5-7], con un coste muy bajo si se decide sustituir la aplicación [8,9].

Por su parte, la Mensajería Instantánea Móvil (MIM) se ha convertido una herramienta muy popular en los últimos años con un elevado número de usuarios [10,11] y que ha servido para mejorar las relaciones sociales [12].

Por estos motivos, se hace necesario realizar un análisis de la usabilidad [13,14] que tenga en cuenta las principales características de los dispositivos móviles (pantallas pequeñas, uso de baterías o limitaciones de red, entre otros) [15,16], para obtener resultados óptimos.

El artículo se estructura de la siguiente forma: la Sección 2 presenta el marco teórico subyacente a la evaluación sistemática llevada a cabo. La Sección 3 muestra

los resultados de la evaluación. La Sección 4 discute los resultados y trabajos relacionados. Finalmente, la Sección 5 presenta las conclusiones y se propone una serie de recomendaciones de usabilidad.

## 2 Materiales y Métodos

La metodología aplicada es una evaluación sistemática creada en 2011 [17] para detectar problemas de usabilidad en cualquier tipo de aplicación móvil. Consiste en cinco pasos, que han de ejecutarse de forma secuencial:

- **Paso 1:** identificar todas las aplicaciones potencialmente relevantes.
- **Paso 2:** descartar versiones antiguas o de prueba de cada aplicación.
- **Paso 3:** identificar las funcionalidades principales y excluir todas las aplicaciones que no ofrezcan todas estas funcionalidades.
- **Paso 4:** identificar funcionalidades secundarias.
- **Paso 5:** medidas de usabilidad de las funcionalidades principales (definidas en el paso 3), mediante dos métodos:
  - **Paso 5-A: Keystroke level modelling (KLM).** Se cuenta el número de interacciones requeridas para completar las funcionalidades principales. Menos interacciones, mejor eficiencia de la aplicación.
  - **Paso 5-B:** evaluación heurística, con la asistencia de expertos móviles humanos, con puntuaciones basadas en una escala Likert de cinco puntos, para medir la satisfacción del usuario. Las heurísticas aplicadas fueron creadas por otros autores específicamente para dispositivos móviles [15] y aplicados satisfactoriamente en estudios previos con aplicaciones móviles [17-20].

## 3 Resultados

En esta sección, se muestran los resultados de la evaluación de usabilidad sobre las plataformas iOS y Android, empleando un iPhone 4 y un Google Nexus 3.

### 3.1 Pasos iniciales

Las aplicaciones potenciales fueron obtenidas de las tiendas online mediante el término de búsqueda “instant messenger”. 250 aplicaciones fueron obtenidas para Android y 246 para iOS, en sus respectivas tiendas (Google Play y AppStore).

Mediante una búsqueda bibliográfica se determinaron las funcionalidades principales que toda aplicación de mensajería instantánea debe cumplir:

- **Tarea 1 (T1). Enviar un mensaje** [21].
- **Tarea 2 (T2). Leer y contestar mensajes** [21].
- **Tarea 3 (T3). Añadir un contacto** [21].
- **Tarea 4 (T4). Borrar (o bloquear) un contacto** [22,23].

• **Tarea 5 (T5). Borrar chats** [24].

Tras esta definición, se analizaron las aplicaciones potenciales para descartar todas aquellas que no cumplieran todas estas funcionalidades. Como resultado, 39 aplicaciones quedaron en iOS, y 106 quedaron en Android. Las aplicaciones resultantes ya son completamente aplicaciones de mensajería instantánea.

**3.5 Paso 5-A: Keystroke-Level Modeling**

En este test se mide el número de interacciones requeridas para completar cada una de las funcionalidades principales (definidas en la Tarea 3), para cada una de las aplicaciones.

Analizando los resultados (Tabla 1), los resultados totales en ambas plataformas son bastante similares (solamente hay un 1,55% más de interacciones en iOS que en Android), así como individualmente para las tareas T1 (enviar un mensaje), T2 (leer y contestar mensajes) y T4 (borrar o bloquear contactos). La tarea T3 (añadir un contacto) requiere un 21,9% más de interacciones en Android, quizás debido a la forma de agregar contactos según la plataforma: en Android, principalmente hay que cerrar la app, agregar el contacto desde la agenda y retornar a la app; mientras que en iOS la agenda está integrada en la mayoría de las aplicaciones. La tarea T5 (borrar chats) requiere un 24,2% más de interacciones en iOS, debido a la forma en la que se borran los contactos en cada plataforma: en Android generalmente es manteniendo pulsado el elemento a borrar; mientras que en iOS se han encontrado varias formas, desde el ya mencionado método de mantener pulsado el elemento a borrar hasta un botón en la parte superior de la pantalla que habilita la selección de elementos a borrar.

**Tabla 1.** Resultados de la aplicación del KLM sobre las plataformas iOS y Android. La tabla muestra las medias en el número de interacciones para cada una de las funcionalidades principales.

Plataforma \ Tarea	Número medio de interacciones					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
iOS	6.54	5.75	6.25	5.96	5.36	29.86
Android	6.27	5.47	7.62	5.73	4.31	29.40

Hay que destacar que durante este paso, se encontraron errores de cierre forzoso o congelaciones en bastantes aplicaciones, así como algunos interfaces mal desarrollados que no encajaban correctamente todos los elementos en la pantalla.

No todas las aplicaciones iniciales (39 de iOS y 106 de Android) pasan a la evaluación heurística (Paso 5-B). Solamente las cuatro con menores valores totales son elegibles para el siguiente paso (en caso de empate, se escogen todas las aplicaciones con el mismo valor). Se eligieron 7 aplicaciones en iOS y 6 en Android.

### 3.6 Paso 5-B: Heurísticas de usabilidad móvil

En este último paso, la evaluación heurística, se necesitó la asistencia de expertos móviles (seis para iOS y 5 para Android; todos ellos entre 18 y 24 años con título de Grado y más de tres años de experiencia con dispositivos móviles y aplicaciones móviles) para que evaluaran las aplicaciones seleccionadas en el paso previo (5A).

El análisis consistió en verificar si las aplicaciones cumplían o no una serie de ocho directrices. Estas directrices, llamadas heurísticas, fueron creadas por otros autores específicamente para analizar aplicaciones móviles [15]. Las ocho heurísticas empleadas son: (A) “visibilidad del estado del sistema y recuperación del dispositivo”, (B) “relación entre el sistema y el mundo real”, (C) “consistencia y mapeo”, (D) “ergonomía y diseño minimalista”, (E) “facilidad de métodos de entrada, legibilidad de la pantalla y elementos a simple vista”, (F) “flexibilidad, eficiencia en el uso y personalización”, (G) “estética, privacidad y convenciones sociales” y (H) “gestión de errores realista”.

Los resultados de la evaluación, mostrados en las Tabla 2 (iOS) y Tabla 3 (Android), indican que las aplicaciones con valores totales más bajos (es decir, una mejor usabilidad) presentaban problemas menores o una ausencia de problemas. Por otra parte, las aplicaciones con valores totales más altos (es decir, menos usables) tenían generalmente problemas menores y mayores; problemas que afectaban negativamente a la funcionalidad de la aplicación en un uso regular.

**Tabla 2.** Resultados de la Evaluación Heurística en la plataforma iOS.

APP	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
Hiapp Messenger	0.00	1.17	1.67	1.42	0.70	0.50	1.25	0.89	7.59
hike Messenger	1.00	2.39	1.75	2.08	1.57	0.67	2.33	1.44	13.23
HushHushApp	0.92	0.61	0.67	1.00	0.23	1.17	0.50	0.39	5.48
Kik Messenger	2.63	1.61	2.08	1.17	1.33	1.25	1.67	1.00	12.74
surespot	2.54	2.17	1.75	0.58	1.03	1.50	0.50	0.61	10.69
Touch	0.00	2.00	1.67	1.92	1.07	2.08	3.17	0.89	12.79
WhatsApp Messenger	0.08	0.28	0.92	0.67	0.13	0.42	1.58	0.00	4.08
<b>MEDIAS</b>	<b>1.02</b>	<b>1.46</b>	<b>1.50</b>	<b>1.26</b>	<b>0.87</b>	<b>1.08</b>	<b>1.57</b>	<b>0.75</b>	<b>9.51</b>

**Tabla 3.** Resultados de la Evaluación Heurística en la plataforma Android.

APP	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
Cnectd	0.05	0.60	1.50	0.60	0.44	0.80	3.30	0.27	7.56
HushHush	0.00	0.40	0.50	0.10	0.28	0.00	0.10	0.33	1.71
Kik	0.00	1.47	2.70	2.10	0.96	0.50	2.10	0.00	9.83
Surespot	0.60	1.27	1.30	0.90	0.96	1.90	1.20	0.00	8.13

Yak	1.00	1.27	1.40	0.20	0.56	0.00	2.30	0.33	7.06
Zohib	0.00	0.53	1.50	0.30	0.72	1.00	2.30	1.20	7.55
<b>MEDIAS</b>	<b>0.28</b>	<b>0.92</b>	<b>1.48</b>	<b>0.70</b>	<b>0.65</b>	<b>0.70</b>	<b>1.88</b>	<b>0.36</b>	<b>6.97</b>

En general, ambas plataformas presentan problemas relacionados con un pobre diseño del interfaz y dificultades para completar las funcionalidades básicas. Los expertos destacaron que más de ocho interacciones para completar una tarea afectaban negativamente a la capacidad de seguir el flujo de acciones, así como al aprendizaje.

En algunas aplicaciones se encontraron paneles que ocultaban, parcial o totalmente, la barra de estado y listas con elementos ocultos a primera vista; lo que afecta a la visualización y agilidad en el uso de la aplicación.

Los expertos también detectaron que algunas aplicaciones no disponían de métodos de recuperación de la cuenta (motivado por una pérdida del dispositivo o por acceder desde otro teléfono), lo que obligaría al usuario a registrarse de nuevo en el sistema con otros datos, perdiendo por el camino la lista de contactos, configuraciones y conversaciones.

De cara a iniciar una nueva conversación, se esperaría que al acceder a la nueva sección el teclado se mostrara automáticamente sin interacción previa del usuario; reduce el número de interacciones y es agradecido por parte del usuario.

Cuando se agrega un nuevo usuario a la lista de contactos, algunas aplicaciones requieren numerosos datos, que deberían ser opcionales (permitiendo ser agregados con posterioridad si fuese necesario), ya que con especificar el id del usuario (email, número de teléfono o similar) debería ser suficiente para el funcionamiento de la aplicación. De esa forma, también se agiliza el proceso y se hace más efectivo.

En lo que se refiere a los chats, los expertos encontraron varios problemas: ubicación de conversaciones individuales y grupales en el mismo marco y sin distinciones visuales, no todas las aplicaciones permitían el uso con el dispositivo en posición horizontal, falta de consistencia, demasiada densidad de información en pantalla, problemas de adaptación, ajuste y limitación del contenido mostrado, interfaz (tanto diseño como elementos) no adaptados al sistema operativo, problemas con textos parcialmente traducidos y falta de información acerca de términos de privacidad y opciones de seguridad incluidas en la aplicación.

Por último, los expertos encontraron algunos errores irreversibles que forzaron el cierre de la aplicación, con una sensación decepcionante añadida.

En resumen, los resultados, comparando ambas plataformas, son significativamente mejores en Android que en iOS, salvo en el diseño del interfaz y la realización de tareas. De media, las heurísticas sobre Android están en torno a problemas cosméticos; mientras que en iOS las heurísticas muestran problemas cosméticos y menores.

Cabe destacar que las aplicaciones con buenos resultados en el análisis KLM (bajo número de interacciones) mostraron malos resultados en la Evaluación Heurística; por lo que se puede sugerir la utilización de ambos métodos para una evaluación óptima de la usabilidad de aplicaciones móviles.

## 4 Discusión

Los resultados de esta evaluación sistemática [17] aplicada, probada satisfactoriamente en aplicaciones en hojas de cálculo [18] y de gestión de la diabetes [19,20], prueban que es necesario aplicar conjuntamente los métodos KLM y Evaluación Heurística para detectar la mayor cantidad posible de problemas de usabilidad, que aplicar únicamente uno de ellos.

Esta metodología tiene como principales ventajas [17,19,20] la independencia respecto de la plataforma y la flexibilidad. Como aspectos negativos, se pueden destacar la falta de contexto en la evaluación de aplicaciones, varios pasos se vuelven en etapas agotadoras, resultados dependientes del tiempo o el hecho de que no todos los problemas de usabilidad pueden ser detectados.

El estudio más similar a este es el llevado a cabo en 2013: una evaluación de la usabilidad en aplicaciones MIM en Android [25], aplicando la metodología *cognitive walkthrough* en un entorno de laboratorio. Las aplicaciones a analizar se decidieron en base a las opiniones de usuarios en una web especializada en tecnología, y las funcionalidades a analizar se decidieron en base a las características ofrecidas por las propias aplicaciones (nuestro estudio las define tras una revisión bibliográfica). Los resultados obtenidos por este estudio están alineados con los nuestros. Sin embargo, debido a la forma en la que se definieron las funcionalidades a analizar, los problemas de usabilidad detectados están centrados únicamente en la sección del chat. A este aspecto destacar que, como ya se comentaba previamente sobre la posibilidad de que nuestra metodología aplicada no cubriera todos los posibles problemas, este estudio detecta adicionalmente otro tipo de problemas de usabilidad.

Para concluir, este estudio está centrado en iOS y Android, las plataformas más usadas [26,27], pero los resultados podrían variar en otras plataformas. Así mismo, los resultados podrían variar con el paso del tiempo, debido a las continuas actualizaciones de las aplicaciones y a la aparición de nuevas aplicaciones y la desaparición de algunas aplicaciones existentes del mercado.

## 5 Conclusiones

Este artículo muestra una evaluación sistemática, específicamente diseñada para aplicaciones móviles, para detectar los principales problemas de usabilidad en aplicaciones de mensajería instantánea móvil (MIM) tanto en iOS como en Android.

Los resultados del estudio muestran que, en términos generales, este tipo de aplicaciones (independientemente de la plataforma) presentan problemas graves en el diseño de los interfaces, dificultades para llevar a cabo funcionalidades básicas y deficiente información sobre privacidad y seguridad.

Como trabajo futuro se está planificando el desarrollo de un prototipo de aplicación MIM que resuelva los problemas de usabilidad detectados, así como experimentos con usuarios reales para validar dicha aplicación.

**Agradecimientos.** Los autores quieren agradecer la ayuda y el soporte brindado por los grupos de investigación TIFYC y PMI de la Universidad de Alcalá.

## Referencias

1. Smith ML, Spence R, Rashid AT (2011) Mobile phones and expanding human capabilities. *Information Technologies & International Development* 7 (3):pp. 77-88
2. Kim H, Kim J, Lee Y, Chae M, Choi Y An empirical study of the use contexts and usability problems in mobile Internet. In: *System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on, 2002. IEEE*, pp 1767-1776
3. Farago P (2013) iOS and Android Adoption Explodes Internationally.
4. Portal TS (2015) Number of apps available in leading app stores as of July 2015. <http://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/>.
5. Nayebe F, Desharnais J-M, Abran A The state of the art of mobile application usability evaluation. In: *CCECE, 2012*. pp 1-4
6. Tillmann N, Moskal M, De Halleux J, Fahndrich M, Burckhardt S TouchDevelop: app development on mobile devices. In: *Proceedings of the ACM SIGSOFT 20th International Symposium on the Foundations of Software Engineering, 2012. ACM*, p 39
7. Petsas T, Papadogiannakis A, Polychronakis M, Markatos EP, Karagiannis T Rise of the planet of the apps: a systematic study of the mobile app ecosystem. In: *Proceedings of the 2013 conference on Internet measurement conference, 2013. ACM*, pp 277-290
8. Zhou T, Lu Y (2011) Examining mobile instant messaging user loyalty from the perspectives of network externalities and flow experience. *Computers in Human Behavior* 27 (2):883-889
9. Oghuma AP, Libaque-Saenz CF, Wong SF, Chang Y (2015) An expectation-confirmation model of continuance intention to use mobile instant messaging. *Telematics and Informatics*
10. Gafni R (2009) Quality metrics for PDA-based m-learning information systems. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects* 5 (1):359-378
11. Clifford C (2013) Top 10 Apps for Instant Messaging. *Entrepreneur (Technology)* (December 11, 2013)
12. Quan-Haase A, Young AL (2010) Uses and gratifications of social media: A comparison of Facebook and instant messaging. *Bulletin of Science, Technology & Society* 30 (5):350-361
13. DIN E (1998) 9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)–Part 11: Guidance on usability. *International Organization for Standardization*
14. Nielsen J (2003) Usability 101: Introduction to usability.
15. Bertini E, Catarci T, Dix A, Gabrielli S, Kimani S, Santucci G (2009) Appropriating heuristic evaluation for mobile computing. *International Journal of Mobile Human Computer Interaction (IJMHCI)* 1 (1):20-41
16. Zhang D, Adipat B (2005) Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications. *International Journal of Human-Computer Interaction* 18 (3):293-308
17. Martin C, Flood D, Harrison R (2011) A Protocol for Evaluating Mobile Applications. *Proceedings of the IADIS*
18. Flood D, Harrison R, Martin C, McDaid K A systematic evaluation of mobile spreadsheet apps. In: *IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction, 2011*. pp 1-8
19. Garcia E, Martin C, Garcia A, Harrison R, Flood D (2011) Systematic Analysis of Mobile Diabetes Management Applications on Different Platforms. *Information Quality in e-Health:379-396*
20. Martin C, Flood D, Sutton D, Aldea A, Harrison R, Waite M (2011) A systematic evaluation of mobile applications for diabetes management. In: *Human-Computer Interaction–INTERACT 2011. Springer*, pp 466-469
21. Nardi BA, Whittaker S, Bradner E Interaction and outercation: instant messaging in action. In: *Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work, 2000. ACM*, pp 79-88

22. Grinter RE, Palen L Instant messaging in teen life. In: Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work, 2002. ACM, pp 21-30
23. Lewis C, Fabos B (2005) Instant messaging, literacies, and social identities. Reading research quarterly 40 (4):470-501
24. Gerber BS, Stolley MR, Thompson AL, Sharp LK, Fitzgibbon ML (2009) Mobile phone text messaging to promote healthy behaviors and weight loss maintenance: a feasibility study. Health informatics journal 15 (1):17-25
25. Jadhav D, Bhutkar G, Mehta V Usability evaluation of messenger applications for Android phones using cognitive walkthrough. In: Proceedings of the 11th Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction, 2013. ACM, pp 9-18
26. Dalmaso I, Datta SK, Bonnet C, Nikaein N Survey, comparison and evaluation of cross platform mobile application development tools. In: Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 2013 9th International, 2013. IEEE, pp 323-328
27. Joorabchi ME, Mesbah A, Kruchten P Real challenges in mobile app development. In: Empirical Software Engineering and Measurement, 2013 ACM/IEEE International Symposium on, 2013. IEEE, pp 15-24

# Revisión de estudios primarios sobre los beneficios de los videojuegos en usuarios con diversidad funcional

Óscar Yago-Corral<sup>1</sup>, Juan Aguado-Delgado<sup>1</sup>, José-María Gutiérrez-Martínez<sup>1</sup>, José R. Hilera<sup>1</sup>, Ana Castillo-Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Computación  
Escuela Politécnica Superior - Universidad de Alcalá  
28871 Alcalá de Henares (Madrid)

E-mail: {oscar.yago, j.aguado}@edu.uah.es, {josem.gutierrez, jose.hilera, ana.castillo}@uah.es

**Resumen.** Este estudio trata de ahondar en las virtudes que suponen el uso de los videojuegos para los jugadores con diversidad funcional. Por este motivo se propone una clasificación de jugadores por perfiles atendiendo al tipo de discapacidad que sufren y se exponen algunos de los beneficios que pueden obtener en el caso de usar estos productos Software. Para lograr este objetivo se analizan estudios de especial relevancia para el campo con el fin de contextualizar el trabajo dentro de un marco actualizado. Como resultado de este trabajo se concluye que no existe una única solución a los problemas de accesibilidad en los videojuegos.

**Palabras clave:** Accesibilidad, Entretenimiento digital, Software.

## 1 Introducción

En la sociedad actual, los videojuegos suponen una importante fuente de entretenimiento que permite tomar cierta distancia de las actividades cotidianas y su carga psicológica negativa. Una gran parte de la población mundial consume videojuegos con regularidad, aunque muchos de éstos no son accesibles para las personas con discapacidad, privándoles del acceso a esta actividad tan positiva [1]. Adicionalmente, cuando se habla de la influencia de una discapacidad en el uso de los videojuegos, encontramos que no se puede dar una respuesta genérica que abarque el amplio espectro existente. Esto es debido a que el abanico de discapacidades existentes es amplio y sus características variadas, como ya quedó evidenciado en el estudio que realizó la Organización Mundial de la Salud en el año 1980 [2]. Por ejemplo, personas con problemas de visión poseen ciertas cualidades que son distintas a las que presentan personas con problemas de movilidad.

Pese a que hay cierta creencia popular que culpa a los videojuegos de fomentar comportamientos violentos y provocar adicción, esto aún no ha sido demostrado científicamente [3]. Lo que sí ha quedado demostrado son los beneficios del uso de los videojuegos en las personas [4][5]. Por este motivo, se considera que privar a un colec-

tivo del uso, y por tanto, de los beneficios que conllevan estos entretenimientos, es algo que se ha de paliar en la sociedad actual. Cada día aparecen nuevas propuestas, tanto a nivel de hardware como a nivel de software buscando una mayor integración de este colectivo y tratando de solucionar los inconvenientes existentes que merman la experiencia de uso de estas personas.

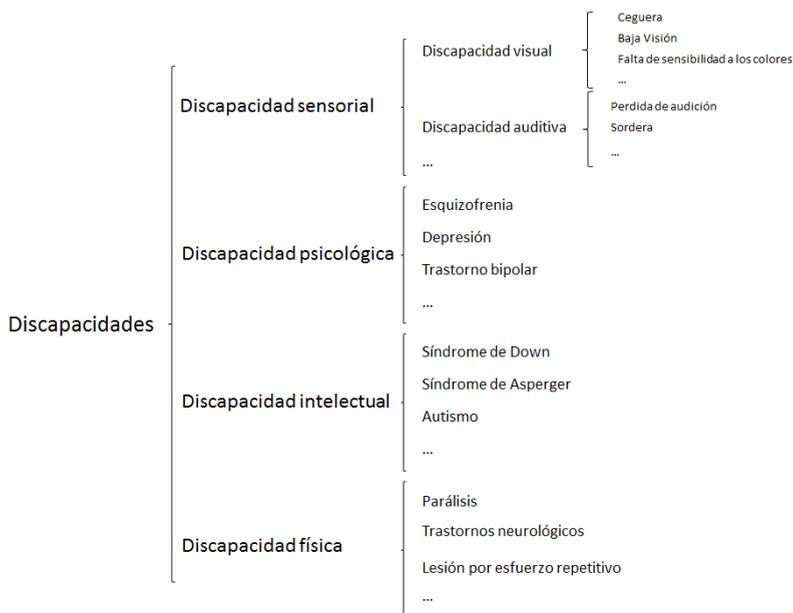
En el presente artículo se va a presentar una propuesta de clasificación sobre tipos de discapacidad, partiendo de un estudio realizado en el año 2014 [6]. A continuación se mostrarán algunos de los beneficios del uso de los videojuegos por parte de las personas con discapacidad para, finalmente, pasar a las conclusiones obtenidas tras la realización de este estudio y exponer las líneas de trabajo futuro.

## **2 Tipos de discapacidad**

En el año 2006 las Naciones Unidas organizaron la “Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad”. El propósito de la misma consistió en “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]. Los frutos de esta iniciativa han consistido en una serie de recomendaciones, propuestas y obligaciones para que los estados velen por la integración de las personas con diversidad funcional.

Además de este propósito, las Naciones Unidas también recogen una definición de lo que se considera personas con discapacidad: “Las personas con discapacidad incluyen a 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” [7].

Tomando como base la clasificación propuesta en un estudio del año 2014 de la Universidad de Alcalá [6] y la definición expuesta con anterioridad [7], se propone reformular la clasificación, como puede observarse en la figura 1.



**Figura 1.** Propuesta de clasificación de las discapacidades.

En este estudio se ha querido diferenciar la discapacidad psicológica de la intelectual. Esta distinción se explica más adelante y se basa en que afecte o no a la inteligencia y al comportamiento adaptativo.

## 2.1 Discapacidad sensorial

La discapacidad sensorial es aquella que merma el uso de uno o más sentidos. Ésta afecta a las personas que sufren problemas visuales, tienen carencias auditivas y/o padecen dificultades para comunicarse. Esta discapacidad es, junto con la discapacidad física, la más reconocida por la sociedad.

Por poner un ejemplo, en España se encuentra la “Organización Nacional de Ciegos Españoles” (ONCE), la cual lleva desde el año 1938 ayudando y defendiendo los derechos de las personas con ceguera o discapacidad visual severa.

No es la única, puesto que también existe la “Confederación Estatal de Personas Sordas” (CNSE), que vela por los intereses de aquellas personas que sufren carencias auditivas.

## 2.2 Discapacidad psicológica

La discapacidad psicológica, probablemente, sea el tipo de discapacidad que mayor crecimiento está teniendo en la actualidad. En la sociedad de la información y la comunicación son numerosos los trastornos mentales que afectan a las personas.

Enfermedades como la Esquizofrenia, el Trastorno Bipolar o la Depresión son cada día más habituales. Esta última enfermedad está especialmente bajo estudio, debido a que una publicación de la Organización Mundial de la Salud la califica como la primera causa de discapacidad para el año 2030 [8].

### **2.3 Discapacidad intelectual**

La discapacidad intelectual supone una merma en las habilidades sociales, adaptativas y en el funcionamiento intelectual de una persona. Dentro de esta categoría se encuentran trastornos como el Síndrome de Down, el Autismo o el Síndrome de Asperger.

En España asociaciones como la “Federación de Organizaciones en favor de Personas con Discapacidad Intelectual” (FEAPS) o la “Federación Española de Autismo” (FESPAU) buscan ayudar a personas y familias que están afectadas por este tipo de discapacidad.

### **2.4 Discapacidad física**

La discapacidad física es aquella que provoca en los afectados problemas en sus habilidades motrices. Esta discapacidad abarca un amplio espectro de motivos, como la Parálisis Cerebral, trastornos neurológicos, accidentes de tráfico, etc.

Existen diversas asociaciones, como la “Confederación Española de Personas con Discapacidad Física y Orgánica” (COCEMFE) o la “Federación Española de Deportes de Personas con Discapacidad Física” (FEDDF), que se centran en ayudar a personas que padecen esta forma de discapacidad.

## **3 Estudios precedentes acerca de los videojuegos y las personas con discapacidad**

Multitud de estudios demuestran que el uso de los videojuegos ofrece beneficios a los seres humanos [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18]. Las personas con discapacidad también podrían obtener estos beneficios. Numerosos trabajos evidencian mejoras en las habilidades de personas ciegas, con Parálisis Cerebral, con Síndrome de Down, etc. que utilizan videojuegos. Los siguientes apartados muestran algunos de estos trabajos.

Un estudio del año 2010 de la Universidad de Chile propuso la utilización de videojuegos para mejorar las habilidades de orientación en niños ciegos. Esta obra proponía entrenamientos virtuales para que los jóvenes pudieran ser más autónomos a la hora de desenvolverse por un medio físico [9].

Siguiendo esta línea de investigación, en el año 2012 se presenta el estudio “Modelo de videojuegos para mejorar habilidades matemático-geométricas en aprendices ciegos”. En dicho estudio J. Sánchez y su grupo de investigación intentan abordar el enfoque del aprendizaje de la geometría para personas con discapacidad visual a tra-

vés del uso de videojuegos. Para ello se valen de interfaces multimodales (Audio y Háptica) con el objetivo de alcanzar este fin [10].

En el mismo año se publicó en la revista *British Medical Journal* otro conocido estudio de la Universidad de Auckland, que proponía el uso de los videojuegos para tratar de ayudar a superar la depresión en adolescentes. Este trabajo trató de comparar un tratamiento habitual con otro en el que se usaba un juego de fantasía interactivo, obteniéndose resultados prometedores. Actualmente este proyecto sigue en proceso de estudio, siendo únicamente accesible a habitantes de Nueva Zelanda [11].

La Universidad de Valencia presentó un estudio denominado “Pictogram Room” dedicado a la ayuda de niños y adultos con trastorno del espectro autista, basado en la idea de utilizar música y estructuras visuales como propuesta pedagógica [12].

Además de estos estudios, existen obras similares:

1. En relación al Autismo y la Parálisis Cerebral, se ha encontrado otro estudio de la Universidad de Alcalá, en el cual se usan recursos TIC’s para tratar con estas diversidades [13].
2. En el campo de la discapacidad visual, existe otro estudio de la Universidad de Chile en el que se aborda el desarrollo de videojuegos en plataformas móviles para mejorar la navegación de personas ciegas[14].
3. También se han revisado obras acerca de la discapacidad auditiva. Al respecto se han encontrado tres estudios. Uno de la Universidad Pierre Mendes de Francia, acerca de cómo afecta la privación auditiva en el tamaño del campo visual utilizando videojuegos [15]; otro del *Games Accessibility Special Interest Group* de la *International Game Developers Association*, en el que se trata el alcance del problema y algunas propuestas de juegos comerciales que han logrado añadir características de accesibilidad[16]; para acabar con esta tipología, un estudio brasileño en el que se aborda el uso de videojuegos en niños que padecen discapacidad auditiva[17].
4. Con un perfil más educacional, se ha localizado un estudio de la Universidad de Granada que presenta una experiencia utilizando videojuegos en el ámbito de la educación especial [18].

Estos trabajos no han sido descritos en detalle al ser menos representativos que los seleccionados.

## 4 Conclusiones

A partir del análisis de los trabajos existentes se ha llegado a la conclusión de que no se puede dar una única respuesta para solucionar los problemas de accesibilidad en los videojuegos, dado que no todas las formas de discapacidad influyen de la misma manera. Las diversas y únicas cualidades de las personas hacen que sea totalmente distinta la problemática en el uso de videojuegos para los diferentes tipos de diversidad funcional.

Además, se puede afirmar que el uso de los videojuegos reporta beneficios para las personas que presentan alguna discapacidad. Estos beneficios justifican la búsqueda de medios para mejorar el uso y disfrute para todas las personas. Ésta es una tarea compleja y solo con la colaboración de todos los implicados se puede lograr dicho objetivo.

Teniendo esto en cuenta, se puede concluir que el desarrollo de videojuegos accesibles no sólo persigue fines lúdicos sino que también puede suponer una solución terapéutica.

## 5 Líneas de trabajo futuro

Para avanzar en la dirección planteada en este trabajo, se ha detectado la conveniencia de lograr la implicación de todos los actores del proceso de desarrollo de videojuegos. La lista incluye a desarrolladores, autoridades, investigadores y personas con alguna discapacidad.

Además, también se identifican las siguientes líneas futuras:

1. Observar cómo afecta a las personas con discapacidad el uso de los distintos géneros de videojuegos existentes. Es propuesta porque no influye del mismo modo jugar a un videojuego *First-Person Shooter* (FPS) que a uno de estrategia, por ejemplo, cuando el usuario presenta problemas físicos.
2. Crear una guía de recomendaciones para desarrolladores. A partir de ella será posible construir videojuegos accesibles.

## Referencias

1. Gómez, I. M., Molina, A. J., Cabrera, R. et al.: The Possibilities of Kinect as an Access Device for People with Cerebral Palsy. 8548 (2014) 252-255
2. World Health Organization. International classification of impairments, disabilities, and handicaps: A manual of classification relating to the consequences of disease, published in accordance with resolution WHA29. 35 of the twenty-ninth world health assembly, may 1976. 1980.
3. Gil Juárez, A., & Vida Mombiela, T.: Los videojuegos. Editorial UOC (2007)
4. Gerling, K. M., Dergousoff, K. K., Mandryk, R. L.: Is Movement Better?: Comparing Sedentary and Motion-Based Game Controls for Older Adults. (2013) 133-140
5. Boutsika, E.: Kinect in Education: A Proposal for Children with Autism. *Procedia Computer Science*, 27 (2014) 123-129
6. J. A. Delgado and J. M. G. Martínez. Visión general de la accesibilidad en los videojuegos actuales. Presented at Actas Del VI Congreso Internacional Sobre Aplicación De Tecnologías De La Información y Comunicaciones Avanzadas (ATICA 2014): Universidad De Alcalá De Henares (España), 29-31 De Octubre De 2014. 2014.
7. U. Enable. Convention on the rights of persons with disabilities. Presented at By United Nations, United Nations, Available at: [www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot.pdf](http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot.pdf). Pdf (Accessed 17 January 2013). 2006.

8. World Health Organization. Global burden of mental disorders and the need for a comprehensive, coordinated response from health and social sectors at the country level. World Health Organization 2011.
9. J. Sánchez, M. Sáenz and J. M. Garrido. Usability of a multimodal video game to improve navigation skills for blind children. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)* 3(2), pp. 7. 2010.
10. J. Sánchez, M. Espinoza, M. Carrasco and J. Garrido. Modelo de videojuegos para mejorar habilidades matemático-geométricas en aprendices ciegos. Presented at *Nuevas Ideas En Informática Educativa Memorias Del XVII Congreso Internacional De Informática Educativa*, TISE. J. Sánchez, Editor, Santiago, Chile. 2012.
11. S. N. Merry, K. Stasiak, M. Shepherd, C. Frampton, T. Fleming and M. F. Lucaassen. The effectiveness of SPARX, a computerised self help intervention for adolescents seeking help for depression: Randomised controlled non-inferiority trial. *Bmj* 344pp. e2598. 2012. DOI: 10.1136/bmj.e2598 [doi].
12. G. Herrera, X. Casas, J. Sevilla, L. R. Escribano, C. P. Carpio, J. Plaza, R. Jordan and S. Le Groux. Pictogram room: Aplicación de tecnologías de interacción natural para el desarrollo del niño con autismo. *Anuario De Psicología Clínica y De La Salud= Annuary of Clinical and Health Psychology* (8), pp. 41-46. 2012.
13. E. S. Heredero and A. Oliva. Experiencias y recursos con las tics para la atención al alumnado con necesidades educativas especiales. *Acta Scientiarum.Education* 36(2), pp. 279-286. 2014.
14. J. Sánchez, L. Guerrero, M. Sáenz and H. Flores. Modelo de desarrollo de aplicaciones móviles basadas en videojuegos para la navegación de personas ciegas. *Proc.XIV Taller Internacional De Software Educativo (TISE)* pp. 177-187. 2009.
15. D. Buckley, C. Codina, P. Bhardwaj and O. Pascalis. Action video game players and deaf observers have larger goldmann visual fields. *Vision Res.* 50(5), pp. 548-556. 2010.
16. K. Bierre, J. Chetwynd, B. Ellis, D. M. Hinn, S. Ludi and T. Westin. Game not over: Accessibility issues in video games. Presented at *Proc. of the 3rd International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*. 2005.
17. R. dos Passos Canteri, L. S. Garcia, de Souza, Tanya Amara Felipe and C. E. A. Iatskiu. Video games in education of deaf children.
18. J. L. González, M. J. Cabrera and F. L. Gutiérrez. Diseño de videojuegos aplicados a la educación especial. Presented at *VIII Congreso Internacional De Interacción Persona- Ordenador (INTERACCION-2007)*. 2007.

# Aplicación Móvil para el Monitoreo de Personas con Discapacidad Visual

Gueda de Tristán<sup>1</sup>, Agustín Arcia<sup>1</sup>, Rubén Pérez<sup>1</sup> y Héctor Montes<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Panamá, Ave. Universidad Tecnológica de Panamá;

<sup>2</sup>Centro de Automática y Robótica (CSIC-UPM), España

E-mail: [gueda.carballeda@utp.ac.pa](mailto:gueda.carballeda@utp.ac.pa)

**Resumen.** En este artículo se presenta el prototipo de una aplicación móvil denominada TEUBICA, que proporciona a las personas con discapacidad visual (PcDV) la capacidad de conocer el lugar donde se encuentra, brindándole un mejor sentido de orientación en el proceso de movilización y, por lo tanto, una suficiente autonomía. Con este prototipo se pretende que las personas con discapacidad visual puedan identificar la posición en la que se encuentra y en caso de extravió o desorientación pueda enviar alertas de ayuda a la persona responsable del él/ella para que ésta pueda obtener información en tiempo real acerca de la ubicación geográfica de la PcDV, a través de su Smartphone. El sistema propuesto realiza el proceso en tiempo real, de tal manera que proporciona seguridad a las PcDV y la posibilidad de emisión de alertas, las cuales ayudan a prevenir que se extravíen, además de facilitar la orientación adecuada y la autonomía para llegar a sus destinos.

**Palabras clave:** Personas con discapacidad visual, autonomía, movilidad, ubicación geográfica, Smartphone.

## 1 Introducción

En el documento titulado Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud de la OMS de 2001, se establece a la discapacidad como un estado o condición más amplia que el resultado de una deficiencia, ya que está relacionado a factores personales, al entorno social, ambiental y cultural, percibiendo limitaciones en sus actividades y restricciones en sus participaciones [1], indicando que se debe prestar una especial atención a esta situación.

La discapacidad visual y la ceguera ocupan el primero y segundo tipo de discapacidad en el ser humano con mayor presencia en el mundo, y se definen en la actualidad por medio de cinco categorías del deterioro visual, las cuales son: discapacidad visual leve, moderada, severa y tres niveles diferentes de ceguera [2]. Estas personas con discapacidad visual, como es evidente, pierden su capacidad de interacción con el medio, por lo que agudizan otros sentidos para procesar la información del medio, sin embargo, para un buen aprendizaje, es necesario la utilización de diferentes herramientas, sistemas especiales y de personas para lograrlo con mayor eficiencia [3].

Las computadoras, la tecnología móvil e internet han estado evolucionando muy rápidamente, convirtiéndose en herramientas indispensables para el diario vivir. En la industria de la tecnología móvil están inmersas diversas compañías que proponen

diversos sistemas operativos (SO), pero es el SO Android de Google que tiene mayor aceptación entre los desarrolladores de aplicaciones [4]. Este SO posee la ventaja de ser software libre, lo que permite a un desarrollador de software tener acceso completo al sistema para diseñar e implementar cualquier tipo de aplicación, por ejemplo, la aplicación que se describe en este artículo cuyo nombre es TEUBICA, la cual proporcionará ayudas a las personas con discapacidad visual (PcDV) para reconocer la ubicación o el lugar en dónde se encuentran.

A pesar de que se dice con frecuencia en los informes económicos, sociales y políticos del Panamá, que la discapacidad visual es la segunda discapacidad que más prevalece en Panamá y que va en aumento, no existe una idea clara para lograr o mejorar la inclusión de quienes la padecen, incluyendo la ayuda en la movilidad con seguridad para las personas con discapacidad visual. En otros países, en especial en Europa, se utilizan tecnologías sofisticadas para impulsar el objetivo de una sociedad para todos, en donde se emplean diferentes tecnologías para lograrlo, incluyendo a las PcDV [5]. En Panamá no se han adoptado tales medidas.

Existen trabajos similares al que se propone en este artículo como el PYOMSystem [6], aplicación que utiliza teléfonos inteligentes, con tecnología Wi-Fi que permite identificar la posición y orientación de una persona ciega en un ambiente cerrado. Otros trabajos que involucran una tecnología incorporada para la movilidad de personas con discapacidad visual en los medios de transporte público son el OnTheBus y el App&Town, los cuales funcionan en Barcelona y Alemania [7-8]. Estas aplicaciones funcionan mediante una interfaz para PcDV y son utilizados en el metro de estos países, gracias a la impecable organización del transporte y por el apoyo de tecnologías como el GPS que se encuentra incorporado en todo el sistema de transporte.

Lo mencionado anteriormente, contrasta con la situación del transporte y del acceso a las tecnologías en Panamá, por lo que resulta interesante realizar la siguiente pregunta ¿puede la tecnología que utiliza el SO Android proporcionar seguridad en la movilidad de las personas con discapacidad visual en Panamá?

Este artículo es organizado de la siguiente manera: la descripción conceptual del sistema TEUBICA se presenta en la sección 2. En la sección 3 se describe el diseño del prototipo. Las primeras pruebas experimentales son expuestas en la sección 4 y, finalmente, las conclusiones son redactadas en la sección 5.

## 2 Descripción general del sistema

Con base en los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación como desarrolladores de software y con la experiencia en el desarrollo de otros proyectos en la plataforma Android, se propone diseñar una aplicación para el monitoreo de personas con discapacidad visual, de tal manera que la PcDV, así como la persona responsable, encargada o tutor cuenten con un dispositivo adecuado (teléfono celular con SO Android) y con la aplicación TEUBICA instalada y configurada para cada caso.

Esta aplicación en modo “*Persona con Discapacidad Visual PcDV*” tendrá la función de envío de alertas de emergencia, en el caso que la PcDV necesite ser encontrado. La alerta es enviada exclusivamente al tutor responsable. La aplicación en modo “*Tutor*” tendrá como función la detección exacta de la posición geográfica de la

persona con discapacidad visual. El tutor podrá ver sobre en un mapa la ubicación del dispositivo con el cual se haya configurado, lo cual quiere decir que sólo puede monitorear a la persona de la cual es responsable. Se aclara que otras PcDV, que estén utilizando la aplicación TEUBICA, tienen la seguridad de su intimidad.

Las características mencionadas anteriormente se consideran las funciones principales del sistema propuesto. Adicionalmente, existen otras funciones consideradas secundarias, las cuales serán objeto de desarrollo en las etapas de refinamiento del prototipo. Cabe resaltar que el código de la aplicación está estructurado para que se programen nuevas funciones en caso de que sean requeridas, lo cual demuestra que es un prototipo flexible y modular.

Inicialmente, la aplicación ha sido diseñada para ser utilizada en la región de Penonomé (una ciudad de Panamá), debido a que, inicialmente, es el área en donde se moviliza una estudiante con discapacidad visual (persona que ha inspirado este proyecto) y un lugar adecuado para la realización de las pruebas. Se pretende que los resultados sean favorables en el entorno en que se desarrolla. Por lo tanto, con las adaptaciones adecuadas, esta aplicación podrá ser de utilidad en todo el país.

La implementación de todo el sistema se realiza de tal manera que sea de fácil uso para las PcDV y las personas responsables de su cuidado. Para ello se ha diseñado y desarrollado una interfaz amigable para los dos modos de operación de la aplicación sobre el teléfono móvil con SO Android.

### **3 Descripción del Prototipo**

El objetivo de este sistema es que tanto el tutor como la PcDV cuenten con un teléfono móvil en el que se ejecute el SO Android, y tenga instalada las respectivas aplicaciones TEUBICA. Es necesario que ambos dispositivos se encuentren conectados a Internet para poder compartir información, ya sea de alertas de auxilio o una posición geográfica, por lo que, además, se requiere una conexión satelital por parte del dispositivo a localizar.

Debido a la condición de la discapacidad visual, es imposible que estas personas interactúen con una aplicación táctil de la misma manera que lo hace un usuario con capacidad visual considerada normal. Por lo tanto, la aplicación utilizada por la PcDV contiene un conjunto de mecanismo que en su mayoría se ejecutan automáticamente, como el inicio simultáneo con el SO y la conexión satelital. Esto facilita la comunicación con la aplicación tutor, ya que la aplicación de las PcDV está diseñada para responder ante cualquiera solicitud emitida por el tutor. Adicionalmente, la PcDV puede ejecutar otras acciones de manera manual, como el envío de una alerta de auxilio o una solicitud de ubicación actual. La interfaz del menú principal ha sido diseñada especialmente para PcDV, por lo que se hace un especial uso del sintetizador de voz en cada gesto ejecutado sobre la pantalla.

La aplicación utilizada por el tutor tiene la capacidad de comunicarse con la aplicación utilizada por la PcDV y realizar un seguimiento de la posición geográfica, si así se requiere. Por lo tanto, se puede realizar una monitorización de los lugares específicos a los que se desplaza una PcDV. Se ha dotado a la aplicación “tutor” de una interfaz amigable, con acceso rápido a las funciones principales. Algunas de estas

funciones se encuentran potenciadas por la tecnología GPS y la visualización de ubicaciones por medio de mapas geográficos, incluidos en el Smartphone.

Como se ha mencionado anteriormente, la esencia de este sistema radica en la comunicación entre dos aplicaciones, pero este traspaso de información no es posible realizarlo directamente de un dispositivo a otro, se requiere de un servidor web, en el cual se debe establecer una base de datos que maneje toda la información y un conjunto de *scripts* para gestionar las distintas acciones solicitadas por las aplicaciones. En el diagrama de la Fig. 1 se muestra la arquitectura general del sistema propuesto.



Fig. 1. Conceptualización del sistema propuesto.

Es necesario aclarar que se ha tomado la versión 5.0 y 5.1 del SO Android para realizar las pruebas, por lo que pueden variar los resultados en otras versiones. Además, se requieren las configuraciones previas del sintetizador de voz, permisos especiales, registros e inicio de sesión de los respectivos usuarios en el servidor web. Además, el correcto funcionamiento de las aplicaciones tiene ciertas dependencias, como el estado del clima, el área de cobertura de telefonía móvil y la velocidad de transmisión de datos por parte del proveedor de Internet.

### 3.1 Aplicación en modo “PcDV”

De cumplirse con todas las configuraciones necesarias, la PcDV no tiene que navegar por todas las demás aplicaciones para poder acceder a la aplicación propuesta en este trabajo, sólo basta con agitar el teléfono e inmediatamente se proyecta la interfaz del menú principal de la aplicación.

La interfaz del menú principal está diseñada especialmente para personas con discapacidad visual (véase la Fig. 2). Esta interfaz consta de una lista de acciones y una barra con un puntero en el lateral derecho, además de contar con notas de voz. Para poder acceder o ejecutar una acción se debe seguir los dos pasos siguientes:

1. Se debe posicionar el puntero de la barra lateral derecha sobre la acción que se desea ejecutar. El usuario puede saber en qué acción se encuentra debido a que a medida que se mueve el puntero se reproducen notas de voz.

- Una vez posicionado el puntero se debe hacer un doble toque en cualquier parte de la pantalla. De esta manera se ejecuta la acción.



**Fig. 2.** Interfaz para el modo PcDV de la aplicación.

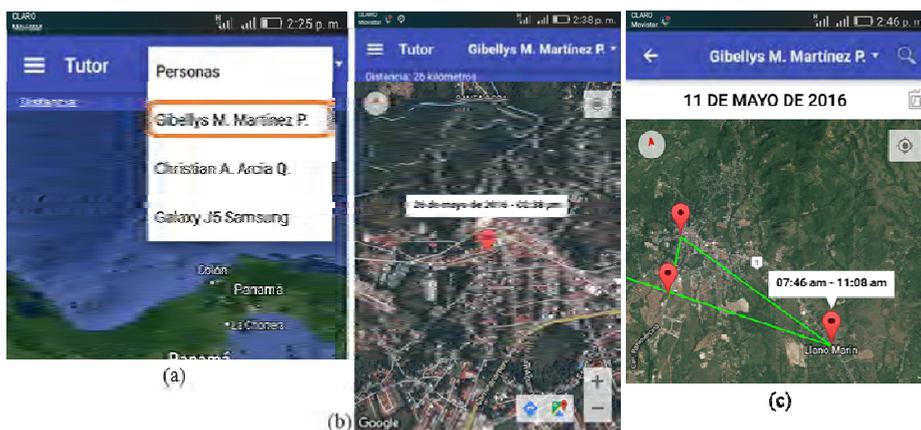
Además de las funciones mostradas en el menú principal del PcDV, la aplicación realiza procesos en segundo plano, los cuales se describen a continuación:

- **Guarda ubicaciones periódicas.** Cada hora, la aplicación enciende el GPS, realiza la conexión con los satélites, obtiene coordenadas y las guarda en el servidor. Esto permite crear un mapa de puntos en los que ha estado la persona con discapacidad visual durante un determinado día.
- **Envía la ubicación.** Cuando el tutor desea monitorear a una persona con discapacidad visual, la aplicación Tutor envía una alerta a la aplicación de la PcDV, entonces, inmediatamente se activa el procedimiento de envío de coordenadas al tutor. Todo este mecanismo funciona automáticamente, así no es necesario que la aplicación de la PcDV se encuentre en primer plano.

### 3.2 Aplicación en modo “Tutor”

El funcionamiento de la aplicación utilizada por el tutor es sumamente sencillo. Si se desea obtener la ubicación de la PcDV se debe seleccionar de la lista desplegable a la persona que se desea localizar (si es que tiene más de uno a su cargo), esperar unos segundos para obtener la ubicación y, posteriormente, observar la posición en el mapa (véase la Fig. 3).

Durante el tiempo de espera se proyecta un círculo en movimiento que indica que se está trabajando en la obtención de la ubicación de la PcDV. Cuando la aplicación del tutor detecta la ubicación de la PcDV, automáticamente la interfaz proyecta una nueva ventana que contiene el mapa con las coordenadas obtenidas y se identifica a la persona con discapacidad visual por medio de un icono de localización de color rojo (ver Fig. 3(b)). Cuando ya se tiene la ubicación, se puede mantener el sistema de localización en tiempo real hasta que el tutor decida cerrar la conexión.



**Fig. 3.** Interfaz para el modo Tutor. (a) Selección de la persona a localizar; (b) ubicación de la persona localizada sobre el mapa; (c) información de la ubicación de una PcDV en la función de recorrido diario

Por otro lado, cuando la persona con discapacidad visual envía una alerta de auxilio, el tutor recibe una notificación en su aplicación. La notificación toma el sonido configurado para llamadas y lo repite hasta ser atendido, de esta manera se asegura poder obtener la atención del tutor lo más pronto posible. A partir de ese momento el tutor tiene dos opciones ofrecidas directamente en la notificación: (i) realizar una llamada o (ii) presionar la notificación que lo redirige a la localización geográfica de la PcDV en el menú principal.

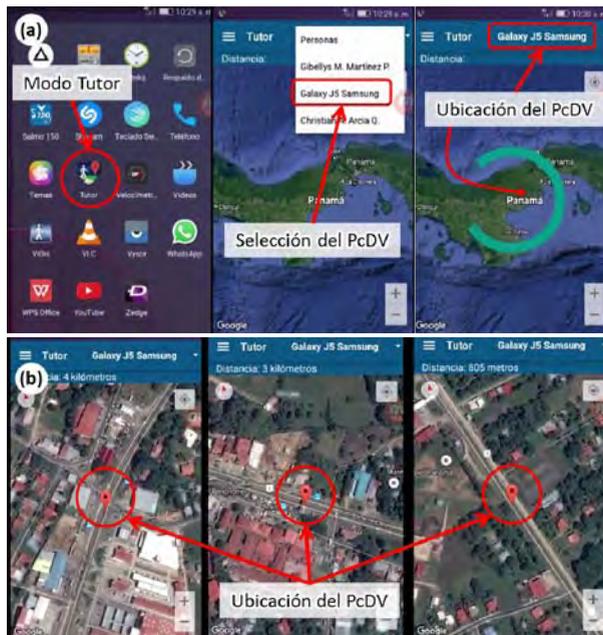
Otra de las funciones principales de la aplicación TEUBICA utilizada por el tutor, es la capacidad de revisar el recorrido diario realizado por una PcDV en una determinada fecha. Cada posición recorrida por la PcDV, genera un icono, y en él se guarda información, por ejemplo, de la hora inicial y final en la que estuvo en esa ubicación. Si la persona con discapacidad visual estuvo en un lugar determinado por muchas horas sólo se proyecta un solo icono en lugar de un icono por cada registro de ubicación. Por lo tanto, se puede observar un mapa limpio y agradable a la vista. Si la PcDV estuvo en diferentes lugares, los puntos se encuentran interconectados por medio de líneas que permiten realizar un seguimiento de acuerdo a la hora. En la Fig. 3(c) se presenta un ejemplo de tres diferentes ubicaciones de la PcDV.

## 4 Primeras pruebas experimentales

Diversas pruebas experimentales han sido realizadas para validar las acciones de la aplicación TEUBICA en ambos modos. En esta sección sólo se presentan algunas imágenes de realización de pruebas experimentales, utilizando la aplicación TEUBICA, en algunos recorridos que utiliza el transporte público en la ciudad de Penonomé, Panamá. Para ello se utilizó un automóvil que simula el recorrido del transporte público en la ciudad mencionada. Además, se contó con el apoyo de la estudiante con discapacidad visual de la Universidad Tecnológica de Panamá.



**Fig. 5.** PcDV ejecutando la acción “Ubicación Actual” en su modo de operación con la finalidad de solicitar la parada del autobús durante una simulación.



**Fig. 6.** Vistas de ejecución del modo Tutor. (a) Inicialización de modo Tutor; (b) localización del PcDV en la interfaz del modo Tutor.

En la Fig. 5 se muestra a la PcDV utilizando la aplicación TEUBICA en el modo PcDV para conocer la ubicación actual (véase la Fig. 2). En este caso, la PcDV puede solicitar la parada del autobús, con el tiempo anticipado, antes de alcanzar la parada deseada.

Con el modo Tutor se monitorea a la PcDV de la cual está a cargo. En al Fig. 6 se presenta una secuencia lógica de cómo se ejecuta, desde el tutor, la búsqueda de la localización del PcDV, y la movilización de la PcDV por las calles de la ciudad. En la Fig. 6(a) se presenta la puesta en marcha del modo Tutor de la aplicación TEUBICA y la selección de la PcDV que desea monitorear o reconocer su ubicación. La PcDV está localizada en el teléfono “Galaxy J5 Samsung” como se muestra en la Fig. 6(a). En la Fig. 6(b) se presentan las diferentes localizaciones de la PcDV en la pantalla del tutor. Por lo tanto, el tutor podrá, si así es necesario, auxiliar a la PcDV si es así que esta lo desea.

## 5 Conclusión

La aplicación móvil TEUBICA pretende ser una ayuda para las PcDV, aportando la ayuda de los tutores, encargados o responsables de ellos, ya que por medio de un monitoreo en tiempo real se puedan atender la desorientación o extravíos de las PcDV, y, al mismo tiempo, se pueda tener un mejor control sobre la ubicación y movilidad de estas personas.

La aplicación que se presenta en este artículo sólo permite conocer la ubicación geográfica de la persona con discapacidad visual en entornos exteriores y reconocer localidades de interés por donde la PcDV transita. Esto último le permite a esta persona solicitar la parada de autobús si está utilizando este servicio.

En trabajos futuros, esta aplicación se ampliará para la ayuda en la movilidad de personas con discapacidad visual en el transporte público de pasajeros en ciudades de Panamá y en la movilidad de estas personas en entornos interiores. Sin embargo, en los primeros experimentos se ha logrado reconocer que se va por buen camino, ya que se cuenta con la realimentación de una PcDV que ha utilizado la aplicación en todas las acciones que han sido diseñadas en la actualidad.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto MOVIDIS financiado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá (SENACYT) con el Contrato por Mérito N° 109-2015-4-FID14-073.

### Referencias

1. Guerra, J.A.: Situación de las personas con discapacidad en Panamá. Atlas Social de Panamá. Ministerio de Economía y Finanzas (2013)
2. Suárez, J.C.: Discapacidad visual y ceguera en adulto: Revisión del tema. Revista Medicina U.P.B., vol. 30, N° 2, pp. 170-180. (2011).
3. Dawson, N., Jeannette, A., Maldonado, M., Ramos, A.: Guía de Orientación para el Docente que atiende estudiantes con Discapacidad Visual. Instituto Panameño de Habilitación Especial (2014).
4. Ranchal, J.: Inicios, evolución y futuro del teléfono móvil. MuyCanal (31 de enero de 2014).
5. Montes, H., Chang, I., Carballeda, G., Muñoz, J., García, A., Vejarano, R., Armada, M.: MOVIDIS: first steps toward help the mobility of people with visual disability in Panama. In: Proc. RoboCity16 Open Conference on Future Trends in Robotics, Chapter 26, pp. 211-218, Madrid, España (2016).
6. Sáenz, M.A.: Sistema de Posición y Orientación Móvil para Personas Ciegas en Ambientes Cerrados. Tesis de Maestría. Universidad de Chile (2009).
7. Esteve, M.: OnTheBus. Proyecto de Fin de Carrera. Universidad Autónoma de Barcelona. (2011).
8. ONCE: Aplicación ONCE-CIDAT Metro para iPhone. Centro de Investigación, Desarrollo y Aplicación Tiflotécnica de la ONCE (CIDAT). (2012).

# Accesibilidad de los Sitios Web Desarrollados con WordPress

Stalin Figueroa Álava <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela Politécnica Superior  
Universidad de Alcalá  
28871 Alcalá de Henares (Madrid)  
E-mail: stalin.figueroa@uah.es

**Resumen.** La Accesibilidad de los Sitios Web desarrollados con WordPress, es muy beneficiosa para los usuarios con ciertas discapacidades, como problemas de visión y/o auditivos. Ya que con la ayuda de plugins con accesibilidad web, los usuarios pueden hacer uso de los beneficios que ofrecen estos plugins, tales como: contraste oscuro, contraste gris, contraste blanco, resalte de títulos y menús, navegación sin uso del ratón, escuchar por audio los textos escritos, en vez de leerlos. Así también los desarrolladores tienen muchas facilidades al poder usar plantillas certificadas por WordPress con accesibilidad web y plugins accesibles para obtener un Sitio Web accesible.

**Palabras clave:** Accesibilidad Web; Sitios Web; Desarrollo Web; WordPress; WCAG 2.0

## 1 Introducción

“La Accesibilidad indica la facilidad con la que algo puede ser usado, visitado o accedido en general por todas las personas, especialmente por aquellas que poseen algún tipo de discapacidad.

Para promover la accesibilidad se hace uso de ciertas facilidades que ayudan a salvar los obstáculos o barreras de accesibilidad del entorno, consiguiendo que estas personas realicen la misma acción que pudiera llevar a cabo una persona sin ningún tipo de discapacidad. Estas facilidades son llamadas ayudas técnicas. Entre éstas se encuentran el alfabeto Braille, la lengua de signos, las sillas de ruedas, las señales auditivas de los semáforos, etc.

Al hablar de accesibilidad web, se está haciendo referencia a un diseño web que va a permitir que estas personas puedan percibir, entender, navegar e interactuar con la web, aportando a su vez más contenidos que enriquecen la web.” [1]

Constituye un tema de gran trascendencia en la sociedad de la información en la que nos encontramos inmersos, ya que con ella se consigue no sólo respetar uno de los derechos básicos de los ciudadanos, el acceso a la información, independientemente de la deficiencia técnica o física que pueda aquejar a aquellos, sino también conseguir

una serie de beneficios auxiliares, tales como: incrementar la cuota de mercado y el alcance de la audiencia, mejorar la eficiencia, demostrar la responsabilidad social y reducir la responsabilidad legal. [2]

En informática, la accesibilidad incluye ayudas como las tipografías de alto contraste o gran tamaño, magnificadores de pantalla, lectores y revisores de pantalla, programas de reconocimiento de voz, teclados adaptados, y otros dispositivos apuntadores y de entrada de información. [3]

Esto beneficia, entre otros sectores sociales, a las personas que presentan algún grado de discapacidad, como por ejemplo:

- Discapacidades visuales: Como puede ser la ceguera, la baja visión o problemas en la percepción de colores.
- Discapacidades auditivas: Alteraciones cuantitativas de la correcta percepción de los sonidos.
- Discapacidades físicas o motrices: Aquellas que afectan a la correcta movilidad de las personas, epilepsia, dislexia, falta de memoria.

Existen millones de personas con discapacidad que no pueden utilizar la web. Actualmente, la mayoría de los sitios y los software web presentan barreras de accesibilidad, lo que dificulta o imposibilita la utilización de la web para muchas personas con discapacidad. Cuanto más software y sitios web accesibles estén disponibles, más personas con discapacidad podrán utilizar la web y contribuir de forma más eficiente. [4]

Pero la accesibilidad web no beneficia únicamente a personas con algún grado de discapacidad, sino también a otros grupos de usuarios como los siguientes:

- Usuarios de edad avanzada con dificultades producidas por el envejecimiento, el cual lleva asociado una pérdida paulatina de capacidades.
- Usuarios afectados por circunstancias derivadas del entorno como baja iluminación, ambientes ruidosos, espacio reducido, etc.
- Usuarios con insuficiencia de medios que acceden a los servicios de Internet mediante equipos y conexiones con capacidades limitadas.
- Usuarios que no dominen el idioma o con un nivel bajo de alfabetización.
- Usuarios inexpertos o que presentan inseguridad frente a la utilización de diversos dispositivos electrónicos.

Por lo tanto, se puede ver que la accesibilidad web beneficia, en general, a todos los usuarios, y más teniendo en cuenta que la web es un recurso muy importante para diferentes aspectos de la vida, tales como educación, empleo, gobierno, comercio,

sanidad, entretenimiento y muchos otros. Por lo tanto, se puede ver que es necesario que la web sea accesible, para así proporcionar un acceso equitativo e igualdad de oportunidades a las personas con discapacidad.

## 2 Objetivos

Cuando se comenzó a desarrollar software de aplicaciones, orientados a usuarios sin ningún tipo de conocimiento específico, había poca consideración hacia los usuarios, eran los usuarios los que debían adaptarse al sistema; y no el sistema a los usuarios. En la actualidad los sistemas deben ser muy amigables y accesibles, para todas las personas.

Los Objetivos de este Proyecto, se centran en conocer y aplicar los beneficios de la accesibilidad web, mediante los siguientes objetivos:

- ❖ Conocer los estándares de Accesibilidad Web
- ❖ Conocer las pautas WCAG para la Accesibilidad del Contenido Web
- ❖ Conocer los métodos de Evaluación de la Accesibilidad del Contenido Web
- ❖ Conocer algunas herramientas de Comprobación de la Accesibilidad Web
- ❖ Conocer la evaluación de la Accesibilidad Web
- ❖ Conocer las ventajas de usar WordPress para Crear Sitios Web con accesibilidad web
- ❖ Conocer temas certificados por WordPress y con accesibilidad web
- ❖ Saber cómo desarrollar con WordPress Sitios Web con accesibilidad web
- ❖ Saber evaluar la accesibilidad web de sitios web desarrollados con WordPress

## 3 Ventajas WordPress para crear Sitios Web Accesibles

WordPress ofrece facilidades a los desarrolladores, para que los sitios que se diseñan con esta herramienta cumplan con los estándares de accesibilidad web y así poder obtener Sitios Web accesibles.

Entre las facilidades o ventajas que ofrece WordPress, tenemos a disposición: temas o plantillas certificadas por WordPress con accesibilidad web; son muy minimalistas y cumplen la mayoría de los requisitos de accesibilidad web.

Otra facilidad o ventaja que ofrece WordPress, son los plugins con accesibilidad web y los plugins que cumplen las normas WAI-ARIA. También podemos usar plugins accesibles diseñados por otros programadores que colaboran con la accesibilidad web.

Entre los beneficios que ofrecen los plugins con accesibilidad web, tenemos los siguientes:

- Contraste oscuro
- Contraste gris
- Contraste blanco
- Resalte de títulos y menús
- Navegación sin uso del ratón
- Escuchar por audio los textos escritos en vez de leerlos
- Aumento y reducción del tamaño de los textos e imágenes.

WordPress tiene certificado varios temas o plantillas con accesibilidad web. Un equipo especializado de WordPress, realiza la auditoria de accesibilidad web de todos los temas o plantillas y etiqueta aquellos que superan las pruebas como: Accessibility Ready los cuales los podemos encontrar en el siguiente link: <https://wordpress.org/themes/tags/accessibility-ready/>

Los plugins accesibles, WordPress los etiqueta como: Accessibility, y los podemos encontrar en el siguiente link: <https://wordpress.org/plugins/search.php?type=term&q=accessibility>

Los plugins que cumplen con la norma wai-aria, WordPress los etiqueta como: WAI-ARIA. Los cuales los podemos encontrar en el siguiente link: <https://wordpress.org/plugins/search.php?q=WAI-ARIA&sort=>

“Para crear Sitios Web accesibles con WordPress, lo primero que debemos tener en cuenta, es que WordPress no se diferencia de cualquier otra web, por lo que las pautas y normas a seguir son exactamente las mismas. Sin embargo podemos tomar algún atajo, siguiendo los pasos siguientes y nos ahorrará trabajo:

- Utilizar un tema o plantilla WordPress accesible.
- Utilizar plugins accesibles para que nos ayuden con la accesibilidad web.
- Utilizar plugins que cumplan con la norma WAI-ARIA.
- Seguir las pautas de la accesibilidad web. [5]”

En realidad no es tan complicado si seguimos las pautas de la accesibilidad web y nos acostumbramos a ellas.

Las pautas de la accesibilidad web son recomendadas por la W3C y las podemos revisar en el siguiente link: <http://www.sidar.org/traducciones/wcag20/es/>

## **4 Evaluación de accesibilidad de un Sitio Web desarrollado con WordPress.**

Para llevar a cabo esta evaluación, se evalúa un Sitio Web desarrollado con WordPress con un tema o plantilla con accesibilidad web certificado por WordPress y con plugins certificados con accesibilidad web.

Se evalúa la accesibilidad al sitio desde varios dispositivos, los beneficios prácticos proporcionados por los plugins con accesibilidad web, y se sigue las Pautas WCAG 2.0 con nivel de cumplimiento AA.

Datos del Sitio Web a evaluar:

Nombre: IDESWEC  
Autor: Stalin Figueroa Álava  
URL: [www.swe.ideswec.com](http://www.swe.ideswec.com)  
CMS: WordPress 4.6  
Plantilla Accesible: ANJIRAI 0.0.1

#### 4.1 Acceso al Sitio Web desde varios dispositivos

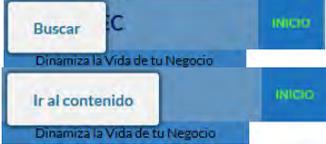
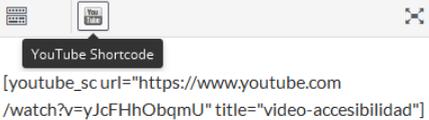
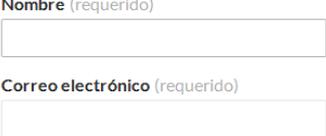
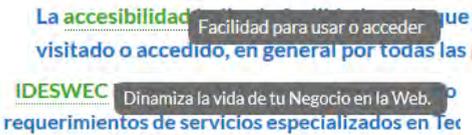
La plantilla o tema accesible Anjirai 0.0.1, con la cual se diseñó el Sitio Web, es un tema con calidad responsive, lo cual permite que la presentación del Sitio Web se adapte a cualquier pantalla de cualquier dispositivo, y se lo puede acceder y ver desde la pantalla de un móvil, de una tablet, de una laptop, y desde cualquier monitor.



Fig. 1. Acceso al Sistema desde varios dispositivos.

## 4.2 Beneficios de los plugins con accesibilidad web.

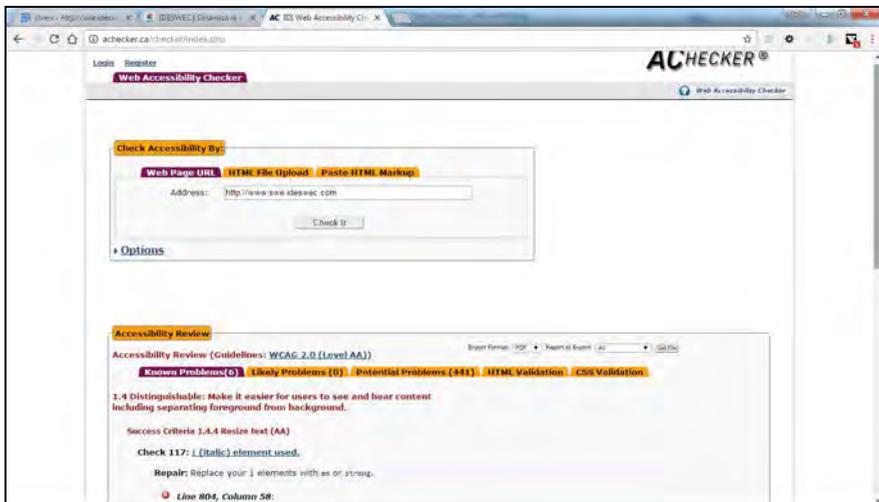
**Tabla 1.** Beneficios prácticos proporcionados por los plugins con accesibilidad web.

	PLUGINS ACCESIBLES INSTALADOS	EVIDENCIA
1	<p><b>wp-accessibility.1.5.6</b> Ayuda a mejorar la accesibilidad en su sitio de WordPress como la eliminación de atributos de título.</p>	
2	<p><b>sogo-accessibility</b> Este plugin agrega un menú de accesibilidad a un sitio de WordPress. Permite contrastes blancos, negros y grises, aumento de tamaño de la fuente y más.</p>	
3	<p><b>GSpeech</b> Convierte cualquier texto del Sitio Web en audio, solo con seleccionar y presionar play.</p>	
4	<p><b>Dropdown Menus</b> Facilita la navegación por los menús del sitio web, y por toda la página, sólo con el teclado, sin que nos haga falta usar el ratón.</p>	
5	<p><b>youtube-shortcode.1.8.5</b> Una versión de código corto (o <i>shortcode</i>) para insertar vídeos de YouTube en el sitio pero de manera accesible.</p>	
6	<p><b>Contact Form 7</b> Establece una forma predeterminada y disponible para cuando se necesite un Formulario de contacto 7.</p>	
7	<p><b>CM Tooltip Glossary</b> Crea fácilmente un glosario de los términos que se quiera mostrar una descripción.</p>	

**Tabla 2.** Beneficios prácticos proporcionados por los plugins con accesibilidad web.

	PLUGINS ACCESIBLES INSTALADOS	EVIDENCIA
8	<b>SEO - Remove H1</b>	Ayuda a quitar fácilmente la etiqueta H1 desde el editor, dentro de la administración de WordPress.
9	<b>Zoom</b> Zoom para ampliar y reducir la vista de las páginas.	
10	<b>Accessibility Widget</b> Añade una barra lateral para agrandar y reducir el tamaño del texto en su sitio WP.	
11	<b>WP Accessibility Helper</b> Barra lateral con las características básicas de accesibilidad, como cambiar el tamaño de la fuente e imágenes, el contraste y controles alt de la imagen.	
12	<b>Scroll Top</b> Añade un botón para ver la parte de arriba de la página, cuando estamos en la parte de abajo.	

### 4.3 Detectar errores de Accesibilidad Web de acuerdo a WCAG 2.0, AA Con la herramienta de corrección Automática AChecker



**Fig. 2.** El Informe de accesibilidad web con la herramienta de corrección automática AChecker, Reporta 6 problemas que no son de importancia.

## 5 Conclusiones

Después de dar por finalizado este Proyecto Trabajo Fin de Master “Accesibilidad de los Sitios Web desarrollados con WordPress”, concluyo lo siguiente:

La Accesibilidad de los Sitios Web desarrollados con WordPress, es muy beneficiosa para los usuarios con ciertas discapacidades como problemas de visión y/o auditivos, o con problemas de visión y/o auditivos por la edad avanzada.

La Accesibilidad Web la debemos aplicar desde el inicio del Diseño y Desarrollo de los Sitios Web, y así no tendríamos mayores problemas para desarrollar Sitios Web accesibles, cuanto menos si los desarrollamos con WordPress que nos facilita plantillas con accesibilidad web y también podemos contar con plugins que facilitan la accesibilidad web.

Las ventajas de la Accesibilidad Web son manifiestas como podemos ver en el desarrollo de este Trabajo de Fin de Master, y en realidad no es tan complicado si seguimos las pautas de la Accesibilidad Web y nos acostumbramos a ellas.

## Referencias

1. Dr. José Ramón Hilera González. (2014), Introducción a la accesibilidad web y diseño web accesible. Universidad de Alcalá. (consultado: julio 2016)
2. Serrano E., Moratilla A., Olmeda I., (2009), Directrices técnicas referidas a la accesibilidad web, Anales de documentación. <http://revistas.um.es/analesdoc/article/view/70361/67831> (consultado: julio 2016)
3. Wikipedia, Accesibilidad, <https://es.wikipedia.org/wiki/Accesibilidad> (consultado: julio 2016)
4. W3C, Introducción a la Accesibilidad Web, <http://www.w3c.es/Traducciones/es/WAI/intro/accessibility>(consultado:julio 2016)
5. Fernando Tellado (2014), Accesibilidad Web en WordPress <https://ayudawp.com/accesibilidad-web-en-wordpress/> (consultado: julio 2016)

## **Situación actual del uso de la tecnología como recurso de apoyo en la educación de estudiantes con discapacidad: caso Ecuador.**

Miriam Gallegos N.  
Grupo de investigación de Educación Inclusiva (GEI).  
Universidad Politécnica Salesiana  
Quito (Ecuador)  
Tfno.: 5933962800 EXT 2192  
E-mail: mgallegos@ups.edu.ec

**Resumen.** En este artículo se presentan los resultados del proyecto: *Estudio de la aplicabilidad del enfoque ecológico funcional en las instituciones educativas especiales del Ecuador: componente comunicación y tecnología*. Proyecto desarrollado por el grupo de investigación de educación Inclusiva (GEI) de la Universidad Politécnica Salesiana en el marco del curso de formación continua de Diseño Curricular desde la perspectiva ecológica funcional -una respuesta a la educación de las personas con discapacidad-, con este estudio se pretende conocer la situación actual del uso de la tecnología como recurso de apoyo en la educación de estudiantes con discapacidad en el Ecuador partiendo de las siguientes interrogantes: ¿Los docentes de educación especial son usuarios de la tecnología en su vida profesional? ¿Utilizan los docentes tecnologías de apoyo en el aula? ¿Cuentan las instituciones con conectividad a la red? Con el análisis de los datos obtenidos a partir de la aplicación de la encuesta a docentes de 14 instituciones de educación especial de todas las regiones del país, se evidencia que no se utiliza la tecnología como recurso didáctico en el aula, la mayoría de docentes no han sido capacitados en el tema de tecnología de apoyo. En las instituciones educativas el uso de la tecnología se centra en las actividades de tipo administrativo y no pedagógico, hay carencia de conectividad a la red de internet.

**Palabras clave:** discapacidad, educación, inclusión, tecnología de apoyo, aprendizaje, formación docente.

**Tabla 1: Muestra**

REGIÓN	PROVINCIA	N. ESCUELA
Costa	Los Ríos, Esmeraldas, El Oro, Santo Domingo, Guayas	7
	Pichincha, Azuay,	4
Oriente	Napo, Orellana	2
Total		13

Fuente: Grupo de investigación GEI año 2016

## 1 Introducción

En la actual sociedad del conocimiento el uso de la tecnología se convierte en un recurso que puede eliminar las barreras de acceso a información y comunicación en las personas con discapacidad,

Como lo determina la convención sobre los derechos de las personas con discapacidad en su artículo 9 “A fin de que las personas con discapacidad puedan vivir en forma independiente y participar plenamente en todos los aspectos de la vida, los Estados Partes adoptarán medidas pertinentes para asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones...” [6].

En América Latina, “se encuentra un claro rezago no sólo en las posibilidades de acceso en condiciones de equidad a dichas tecnologías, sino también en relación a sus usos pedagógicos. Al parecer, en las condiciones actuales, y de no mediar acciones a todos los niveles (político, educativo, económico), en nuestra región las TIC pasarán a ser un factor más de desigualdad que perpetúe el círculo de exclusión social y educativa en que se encuentran atrapados muchos de nuestros niños y jóvenes”[3].

Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), basado en la Encuesta de Empleo y Desempleo 2012, el analfabetismo digital del Ecuador alcanza al 62,9%, es decir 6 de cada 10 habitantes no tiene conocimientos tecnológicos.

La educación de estudiantes con discapacidad ha atravesado por diferentes momentos a lo largo de la historia, pasando del modelo clínico al modelo educativo con enfoque social [1], la superación del modelo clínico rehabilitador al modelo social conlleva un cambio de paradigma que genera resistencia en la comunidad educativa, sin embargo, es imperante que la comunidad educativa asuma un modelo pedagógico que permita a la persona con discapacidad incluirse en una sociedad invadida por la denominada “**era eco-info-bio-nao-cogno**” [7]; época que según el autor, genera una

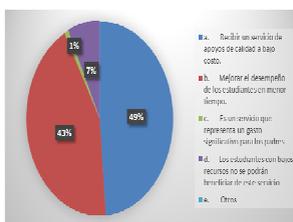
creciente confianza en el papel de las TIC en la educación y sobre todo en el aprendizaje, ya que un número creciente de personas usa el internet como primer recurso para buscar información, desde conceptos básicos hasta la noticia de última hora, lo mismo sucede con las redes sociales que incentivan las relaciones interpersonales. “Este liderazgo de la tecnología algunos autores la llaman como -nueva ecología de aprendizaje y de oportunidades sociales-” [7]. Esta nueva ecología de la educación insiste que los aprendizajes significativos no siempre se dan en el aula, muchos aprendizajes se consolidan en las actividades cotidianas, en ambientes informales como el hogar, entre otros, por lo tanto mientras más se difunda el uso de las tecnologías de información y comunicación en todos los espacios, más probable es que se desarrollen nuevas habilidades.

“Si la educación se enrumba nueva ecología de la educación, los estudiantes con discapacidad incluidos en la sistema educativo aumentaran en un 100% sus posibilidades de aprendizaje participación y logros académicos”. [7]. En este proceso la figura del profesor y su actitud hacia el uso de las tecnologías, “se convierten en un factor esencial para la inclusión de las TIC en los contextos educativos, pues a partir de una concepción positiva de los métodos activos y las ventajas del uso de herramientas versátiles y con beneficios pedagógicos, los docentes llevarán a cabo una labor de formación, dedicación de tiempo y diseño de actividades orientadas en este sentido” [7].

## 2. Resultados

Los resultados del presente estudio constituyen un primer acercamiento a la realidad de las instituciones de educación especial del Ecuador en el tema del uso de la tecnología como apoyo a la educación de estudiantes con discapacidad, esperamos que los resultados presentados motiven a los docentes conocer y aplicar la tecnología en su vida profesional. Por otro lado, los resultados constituyen un referente para las autoridades educativas para la toma de decisiones en la implementación de proyectos encaminados a dotar de infraestructura tecnológica a las instituciones de educación especial del país.

**Gráfico No. 1: El costo beneficio del uso de TICS en la educación de estudiantes con NEE permite**



**Fuente: Grupo de investigación GEI año 2016**

El 40% de docentes expresa que el uso de la tecnología en el aula, permite apoyar a los estudiantes con discapacidad a un bajo costo. El 43% considera que la tecnología permite mejorar el desempeño de los estudiantes en menor tiempo. Es decir que el 80% de los docentes encuestados manifiestan que la tecnología permite la equiparación de oportunidades en la educación de las personas con discapacidad, además facilita el acceso a la información y comunicación, es una herramienta de apoyo para el estudiante.

**Gráfico No.2: Frecuencia de uso de las TIC por parte de los docentes**



**Fuente: Grupo de investigación GEI año 2016**

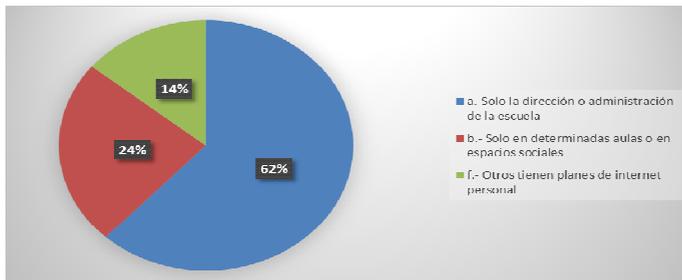
El 43% respondieron que utilizan permanentemente las tics en su vida profesional, el 43% casi siempre y 13% respondió que nunca hace uso de la tecnología, el uso de las tics por parte de los docentes están centradas en actividades administrativas, elaborar informes, en el aula se centran en la utilización de recursos audiovisuales.

**Tabla 2: Uso de programas informáticos por parte de los docentes.**

Subraye en el apartado correspondiente los programas informáticos que los profesionales de su institución utilizan	AVANZADO		BASICO		NO UTILIZA	
	N	%	N	%	N	%
Word	33	29%	69	61%	11	10%
Excel	21	18%	55	49%	37	33%
Correo electrónico	61	40%	83	54%	10	6%
Power Point	33	29%	60	53%	20	18%
Otros	51	45%	9	8%	53	47%

**Fuente: Grupo de investigación GEI año 2016**

**Gráfico No 3: Acceso a internet en las instituciones educativas**

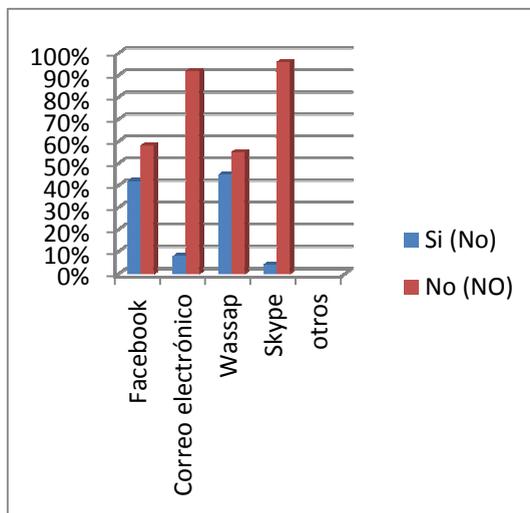


**Fuente: Grupo de investigación GEI año 2016**

El 62% de las instituciones educativas cuentan con servicio de internet destinado al desarrollo de actividades de orden administrativo. El 24% manifiesta que en ciertos espacios de la institución existe servicio de internet, generalmente la sala de informática; el 14 % de docentes accede a internet en la institución ya que cuenta con planes de internet para cubrir únicamente sus demandas personales.

Acompaña a esta carencia de acceso a internet la falta de equipamiento tecnológico, en muchos casos se observa equipos obsoletos. muchos de los equipos pasan sin funcionamiento debido a la falta de asistencia técnica o la manera tardía de atender los requerimientos técnicos.

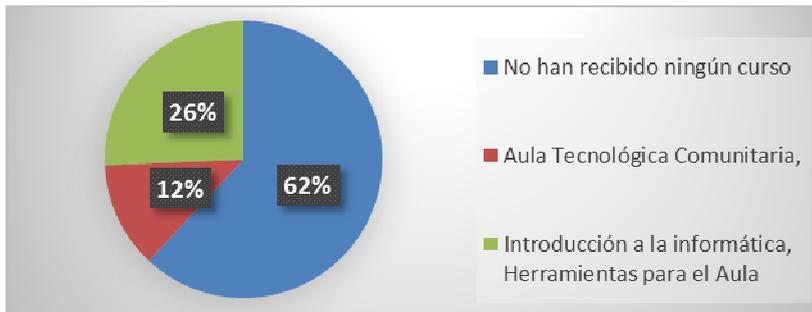
**Gráfico No 5: Uso de redes sociales como mecanismo de comunicación**



**Fuente: Grupo de investigación GEI año 2016**

El cuadro anterior nos muestra el uso de redes sociales por parte de los docentes, cabe aclarar que ningún docente las usa con fines pedagógicos.

**Gráfico No 6: Capacitación recibida por parte de los docentes en el uso de tecnología**



**Fuente: Grupo de investigación GEI año 2016**

El 62% manifiesta que no ha recibido ninguna capacitación, el 26% se ha capacitado en el uso del aula tecnológica comunitaria, el 12 % alfabetización digital-computación básica, ningún docente manifiesta haber recibido capacitación sobre el tema de tecnología de apoyo.

Se observa además que el 35% está interesado por recibir capacitaciones en: manejo de programas para favorecer los SAAC, rampas digitales, adaptación de hardware para favorecer el uso del computador en estudiantes con limitaciones físicas asociadas a otras discapacidades y creación de aplicaciones y programas didácticos con software de autor.

### 3. Conclusiones

El estudio realizado en las instituciones de educación especial del Ecuador ha permitido destacar la ausencia de políticas institucionales relativas al uso de las TIC como recurso de apoyo en la educación de las personas con discapacidad, son escasas o casi nulas las iniciativas enfocadas en promover y proveer tecnología de apoyo adaptada en las instituciones educativas.

Existe reconocimiento por parte de los docentes de las instituciones de educación especial sobre la importancia de la utilización de las TIC en la educación, de igual manera los docentes reflexionan que el uso de la tecnología logra mayores aprendizajes en menos tiempo y con menos costo, sin embargo, estas reflexiones no

forman parte de los proyectos institucionales, no se ha logrado institucionalizar el uso de las tics en las escuelas de educación, no se establecen lineamientos de las directrices nacionales para fortalecer una cultura de uso de la tecnología en el aula de educación especial. Tampoco se cuenta con directrices sobre el tema desde la autoridad nacional, por lo tanto tampoco se contempla procesos de capacitación a los docentes, ni implementación de infraestructura tecnológica. En consecuencia no se evidencia que los docentes utilicen la tecnología como recurso de apoyo en el aula ya que no conocen la existencia de software-hardware de apoyo para personas con discapacidad.

La gran mayoría de docentes menciona la enorme dificultad para utilizar la tecnología en la escuela producto de la falta de formación en el tema. Únicamente el 50% de los docentes tienen conocimientos básicos de informática (word, excel, power point, correo electrónico), conocimientos adquiridos por su propia iniciativa), por tanto es importante impulsar a que los docentes usen la tecnología en el aula, de igual manera, la mitad de docentes son capaces de navegar por Internet y manejar el correo electrónico, por lo que pueden iniciar procesos de comunicación con la familia a través de las redes sociales.

La conectividad a las redes de internet en las instituciones de educación especial se limita a actividades de tipo administrativas más no pedagógicas.

No se utiliza las redes sociales como medio de comunicación entre estudiantes, padres y docentes situación que ayudaría a diversificar los medios de comunicación entre los miembros de la comunidad educativa.

Otro punto importante a considerar es, los estudiantes con y sin discapacidad son usuarios nativos de la tecnología, la condición de discapacidad no deja de lado esta realidad, por lo tanto, es imperioso difundir su uso en la escuela, y comprender que el docente tiene limitaciones dada su condición de migrante hacia la misma.

No se aprovecha las competencias digitales que los docentes han adquirido limitando su práctica docente desconociendo la ventaja del uso de la tecnología en el aula, sus fines didácticos y las posibilidades de interacción y aprendizaje.

En los diálogos establecidos con los docentes muchos no están familiarizados con las leyes vigentes y desconocen los postulados de la Convención de los Derechos de las personas con Discapacidad.

#### **4. Recomendaciones**

Según la Convención de los derechos de las personas con discapacidad [6], los Estados deben proveer las asignaciones presupuestarias necesarias para el desarrollo y asequibilidad de las TIC para personas con discapacidad.

Concentrar mayores esfuerzos en la formación de profesores y profesionales que puedan utilizar las herramientas TIC a favor de los estudiantes con discapacidad.

Se recomienda la promoción y difusión de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad a los docentes de las instituciones de educación especial para que los docentes cumplan con sus postulados y se garantice los derechos de esta población eliminando las barreras de acceso a la información y al conocimiento a través del uso de las TIC.

Incorporar la formación en TIC dentro de los planes curriculares de las instituciones de educación especial del país

## 5. Bibliografía

1. Castellano, R. Sánchez, R. (2011). Laptop, Andamiaje para la educación Especial... Guía práctica, computadoras móviles en el currículo. UNESCO: Montevideo; Uruguay.
2. Coll, C. (2007). TIC y prácticas educativas: realidades y expectativas. Ponencia magistral presentada en la XXII Semana Monográfica de Educación, Fundación Santillana, Madrid, España. Disponible en <http://www.oei.es/tic/santillana/coll.pdf>
3. Díaz, F. (2010). Las TIC en la educación y los retos que enfrentan los docentes. UNAM: México
4. Recuperado de: <http://www.oei.es/historico/metas2021/expertos02.htm>
5. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2012) Encuesta de Empleo y Desempleo 2012
6. Organización de las Naciones Unidas (2006). Convención de los Derechos de las Personas con discapacidad
7. Romaní, C. Moravec, C. (2011). Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación. Colección Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. España
8. Sáez, J. (2010). Utilización de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje, valorando la incidencia real de las tecnologías en la práctica docente. Revista Docencia e Investigación. Recuperado de:
9. <http://www.uclm.es/variros/revistas/docenciaeinvestigacion/pdf/numero10/7.pdf>
10. UPS, U. P. (11 de 09 de 2016). Grupo de Investigación Educación Inclusiva (GEI). Obtenido de <http://www.ups.edu.ec/gei>

# El uso de las TIC como recurso didáctico de apoyo a los estudiantes con discapacidad del Instituto Fiscal de Discapacidad Matriz de la ciudad de Quito, año lectivo 2015 - 2016

Alberto Duchi<sup>1</sup>, José Luis Aguayo<sup>2</sup>

Ingeniería de Sistemas  
Universidad Politécnica Salesiana  
s/n Rumichaca (Quito)  
Tfno: 023962800

E-mail: <sup>1</sup>aduchi@ups.edu.ec, <sup>2</sup>jaguayo@ups.edu.ec

**Resumen.-** Este artículo hace referencia a los resultados de la experiencia del Grupo de investigación de Educación Inclusiva (GEI) y el departamento de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana en la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el Instituto Fiscal de Discapacidad Matriz (INSFIDIM) una institución educativa que atiende a niños y jóvenes con discapacidades. El trabajo comprendió en capacitar a los docentes en el uso de herramientas multimedia que les permita elaborar sus materiales para el proceso de enseñanza dirigido a estudiantes con discapacidad. Se adaptó uno de sus libros como libro multimedia y se lo puso a consideración de los docentes y estudiantes. Los resultados mostraron una mejoría en la atención y predisposición estudiantil.

**Palabras clave:** Jóvenes con discapacidades, aprendizaje, Accesibilidad Universal.

## 1. Introducción

El autor (Martín-Laborda, 2016) afirmó, que las TIC pueden ser un elemento de suma importancia en la mejora de la calidad de vida, de la normalización e integración social y laboral de las personas con discapacidad. Entonces, las tecnologías de la comunicación y la información (TIC) son instrumentos que permiten el tratamiento, producción y transmisión de la información, en la actualidad estas herramientas permiten mejorar los procesos de educación y comunicación de estudiantes con discapacidad (Entonado, 2001). Es decir, el uso de las TIC han abierto nuevas posibilidades de comunicación y pueden ofrecer a los niños y jóvenes herramientas cognitivas para el desarrollo de competencias que permitan ayudar a los estudiantes con discapacidad a participar con igualdad de condiciones en la experiencia del aprendizaje,

mejorar la creatividad y fortalecer su autoestima para la construcción de su conocimiento (Anónimo, Laboratorio de innovación educativa, 2012).

En el escenario para esta investigación se ha considerado la individualidad y potencialidad que tiene cada niño o joven, de manera que la acción a adoptar permita alcanzar el objetivo de la educación integral, con la finalidad que los docentes del instituto donde se trabajó, logren generar sus recursos y que ellos contribuyan a preparar a los estudiantes para el aprendizaje a lo largo de su vida (Anónimo, Aprendizaje a lo largo de la Vida, 2016). Por esto es fundamental que los docentes incursionen y/o fortalezcan el manejo de las TIC como herramientas de apoyo en su gestión académica, es decir, buscar nuevas estrategias de enseñanza y modos de aprendizaje (CRESPO, 2011).

En este sentido, el uso de las TIC como instrumentos de enseñanza permitirán desarrollar nuevas competencias a los docentes, que les darán la capacidad para usar herramientas apoyadas en software y/o hardware como material de apoyo para sus necesidades en las aulas; y así, fortalecer la educación para lograr la adquisición de habilidades de independencia personal y social de los estudiantes en función de la experticia de los educadores en el área (Varios autores, 2016).

Como lo expresaron en la convención sobre los derechos de las personas con discapacidad (Naciones Unidas, 2016), los derechos humanos son de carácter universal, pertenecen a todos los seres humanos, incluyendo a las personas con discapacidad, las cuales deben gozar de derechos específicos acordes a su condición sin ningún tipo de discriminación que les garantice el acceso a las mismas oportunidades que al resto de los otros individuos de la sociedad.

El Ecuador cuenta con el plan de desarrollo del Buen Vivir impulsado por el gobierno del Eco. Rafael Correa (SENPLADES, 2013) y este modelo de desarrollo busca incluir a toda la sociedad garantizando sus derechos en especial el de las personas con discapacidad, las cuales poseen los mismos derechos económicos, sociales y culturales que el resto de individuos, además; por medio de las políticas públicas impulsadas por el gobierno se busca fomentar la participación de las personas con discapacidad en actividades de la sociedad e incidencia política.

El Ministerio de Educación del Ecuador en su acuerdo ministerial 0295-13 (Augusto Espinosa, 2013) expidió la Normativa referente a la atención a los estudiantes con necesidades educativas especiales en establecimientos de educación ordinaria o en instituciones educativas especializadas, evidenciando el impulso del estado ecuatoriano hacia un sistema educativo inclusivo para niños y jóvenes con discapacidad con la finalidad de integrarlos a la educación general siempre y cuando esto sea posible, y en los casos en que no lo es, la educación será impartida por institutos especializados para los estudiantes con discapacidad, donde los planteles deben contar con los recursos humanos, materiales y técnicos acorde a sus necesidades para potenciar al máximo su desarrollo e inclusión social-laboral de los educandos.

## 2. Accesibilidad de las TIC como instrumento de apoyo en la enseñanza de estudiantes con discapacidad.

“La accesibilidad, se habla de accesibilidad integral y de “Diseño para Todos o Diseño Universal” (Fundación ONCE, 2011). Esta nueva concepción orienta la accesibilidad al principio de igualdad de oportunidades y la desvincula de la discapacidad. En este contexto, las ayudas técnicas aparecen como un complemento del “Diseño para Todos”, ya que permiten superar las limitaciones funcionales de las personas con discapacidad”. Hoy en día, cuando se habla de las TIC como instrumento de apoyo a la accesibilidad, se debe considerar principio de igualdad de oportunidades o Diseño para Todos<sup>1</sup> (diseño universal) (Daniel Zappalá, 2011), es decir, desarrollar ayudas técnicas que permiten superar las limitaciones funcionales de las personas con discapacidad teniendo en cuenta las necesidades y capacidades que tienen. Un buen diseño para todos otorgar un mayor protagonismo de las personas con discapacidad posibilitando su integración en las actividades académicas y de la vida diaria.



Fig. 1. Diseño universal (Daniel Zappalá, 2011)

Los aportes de esta concepción sumados a las características que tiene cada alumno con discapacidad y los criterios profesionales de los docentes pueden hacer una innovación metodológica y establecer soluciones acordes a las dinámicas propias de cada entorno en la medida de lo posible.

Debido a la importancia que tienen las TIC en el ámbito de la educación y para visualizar mejor los instrumentos de apoyo que fortalezcan las competencias de los estudiantes con discapacidad se usó el modelo de intervención M-free (Roxana Castellano, 2016), para lo cual se siguen varias fases, partiendo de un diagnóstico inicial y/o se evalúan los niveles de competencias de los estudiantes e identifica la propuesta curricular apropiada con el fin de analizar y/o proponer que herramienta o instrumento de apoyo es adecuado para apoyar en el desarrollo de sus habilidades y posteriormente realizar la retroalimentación de la propuesta.

<sup>1</sup> El diseño universal no hace distinción entre las personas, sino que busca la adecuación para todos.

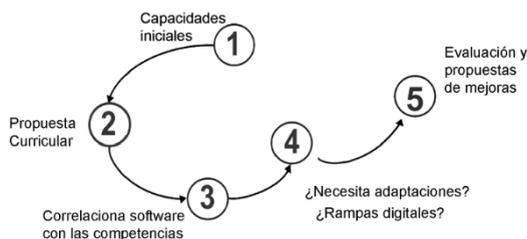


Fig. 2. Fases del Modelo de intervención M-free (Roxana Castellano, 2016)

### 3. Las TIC como instrumentos de apoyo en INSFIDIM

INSFIDIM es una institución educativa para personas con discapacidades que atiende a “niños y jóvenes entre 0 y 18 años de edad cronológica los cuales se encuentran ubicados por funcionalidad en grados, niveles y talleres de formación” (Insfidim, 2016). Los docentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas junto con el Grupo de Investigación de Educación Inclusiva (GEI) de la Universidad Politécnica Salesiana, realizó un trabajo de apoyo dirigido a los docentes del INSFIDIM en el uso de la tecnología para facilitar el acceso al conocimiento e información de los estudiantes con discapacidad.

El INSFIDIN cuenta con un laboratorio de computación el cual está equipado con: acceso a internet, diez computadoras de escritorio con características básicas, y un proyector, estos equipos los docentes antes solo los utilizaban para: presentar a los estudiantes cuentos, películas, videos o programas on-line de la web con los que se apoyaban para captar la atención de los educandos. En el aula de clases no usaban las TIC, los materiales con los que se apoyaban eran libros, y fichas manuales; por lo que allí se realizó la intervención, presentándoles la posibilidad de que sus materiales de estudio bibliográfico se podían reeditar o mejorar usando herramientas multimedia. La propuesta provocó el interés de los docentes ya que se les daba la posibilidad de elaborar su propio material para mejorar los procesos de lectura y escritura de los estudiantes.

Es así, como los docentes de la UPS, junto con la participación y apoyo de los docentes del INSFIDIM iniciaron un proceso con la finalidad de usar las TIC, como instrumentos de apoyo en la educación de los estudiantes con discapacidad para lo cual primeramente, por medio de la observación y conversación con los docentes se conoció la realidad y/o entorno de cómo se desarrollan las actividades educativas dentro del aula de trabajo; donde se pudo evidenciar, que en un mismo espacio físico o aula existen diferentes tipos y/o grados de discapacidad que el docente debe atender; es decir, en el aula evaluada se encontraron estudiantes con deficiencia visual e intelectual, con los cuales los docentes interactúan al mismo tiempo. La Lcda. Delia Chicaiza Tubón comentó que a cada estudiante se le brinda atención personalizada considerando su grado y tipo de discapacidad; para lo cual se requiere de diferentes materiales de apoyo para su aprendizaje y tiempo.

Como resultado de la observación y el conversatorio con los docentes, se determinaron sus necesidades y en base a sus demandas se les propuso las herramientas

tecnológicas, para las cuales se los capacitaría. Siendo dos las herramientas de software sugeridas por su facilidad de utilización: Edilim y Hot Potatoes. Este proceso consistió en reunir al personal docente en un aula adecuada con equipos portátiles y un proyector para dar a conocer las bondades de estas herramientas que les permitirán desarrollar sus propuestas pedagógicas y adaptarlas a su material didáctico existente con elementos multimedia, para ayudar a los estudiantes con discapacidad a captar su atención y aumentar su motivación; apoyando al cuidado de la singularidad y particularidad propia de cada alumno.

Para el desarrollo de esta actividad se partió en primer lugar del conocimiento que tienen los docentes de las capacidades y competencias de sus estudiantes, luego se consideró propuesta curricular que disponen en la institución y se determinó la herramienta que les permita realizar sus propuestas. Cada docente realizó y adaptó el material que utiliza a un entorno multimedia para finalmente evaluar su propuesta desarrollada, como lo indican las fases del modelo de intervención M-FREE.

Por esta razón fue considerado realizar un prototipo del uso de las TIC, con contenidos dinámicos, utilizando las herramientas presentadas en la capacitación, tomando como referencia uno de los libros “Fonimanía cuaderno de aprestamiento”, el cual fue llevado a un entorno web; con el fin de, mejorar el proceso de enseñanza y de aprendizaje. Considerando, que un aplicativo sumado al computador puede ser de gran ayuda para propiciar espacios accesibles a las personas con discapacidad, con una propuesta en la que los alumnos logren desarrollar habilidades y competencias. Las pruebas iniciales del aplicativo se las realizó con dos estudiantes, posteriormente dos docentes, quienes revisaron y dieron a conocer sus criterios para mejorar el entorno presentado, que permitió reformular ideas que no se consideraron en el inicio y que fueron consideradas en el aplicativo entregado como producto definitivo.

La elaboración de este prototipo multimedia permitió un mejor uso de los computadores existentes en el instituto y brindó la posibilidad de utilizar significativamente las TIC en el proceso de enseñanza, abriendo nuevos caminos que les permita mejorar las posibilidades de acceso a la tecnología, disminuir la brecha digital y romper la barrera de acceso al conocimiento. Para que esta propuesta se lleve con éxito, el docente es un eje fundamental y protagonista del proceso de inclusión de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Esta propuesta impactó positivamente a los docentes del instituto motivándolos a crear sus propios aplicativos que apoyen sus labores cotidianas con los estudiantes. Finalmente, se evidenció que los estudiantes acogieron el material propuesto ya que se logró captar su atención, lo que permitirá un mejor clima de aprendizaje en el aula de clase.

#### **4. Conclusiones**

Las principales conclusiones son las siguientes:

El diseño de programas intuitivos y simples por parte del docente le permitirá reorganizar la información para presentarla de mejor manera a los estudiantes por su facilidad de utilización y comprensión.

Con el uso de las TIC como instrumentos de apoyo para el docente en el proceso de educación en el instituto se ofrecerá a niños y jóvenes con discapacidad, herramientas para estimular su desarrollo cognitivo, competencias y que puedan participar con igualdad de condiciones en la experiencia de aprendizaje y mejorar la creatividad y fortalecer su autoestima.

Las TIC permiten crear productos multimedia que atrapen la atención de los estudiantes, incluso con discapacidad, mejorando las condiciones para el aprendizaje.

La capacitación de los docentes en TIC brinda oportunidades para que creen sus propios materiales, plenos de la creatividad propia del profesor.

## 5. Recomendaciones

Las recomendaciones a lo observado son:

Realizar continua y periódicamente talleres de formación en TIC para los docentes con la finalidad de que puedan elaborar y utilizar las herramientas informáticas a favor de los estudiantes con discapacidad.

Promover convenios con universidades para la realización de proyectos de grados para que se desarrollen programas que respondan a las necesidades de las personas con discapacidad.

## 6. Referencias

1. Anónimo. (2012). *Laboratorio de innovación educativa*. Obtenido de APRENDIZAJE COOPERATIVO:  
[http://www.madrid.org/dat\\_capital/upe/impresos\\_pdf/AprendizajeCooperativo2012.pdf](http://www.madrid.org/dat_capital/upe/impresos_pdf/AprendizajeCooperativo2012.pdf)
2. Anónimo. (2016). *Aprendizaje a lo largo de la Vida*. Obtenido de [http://uil.unesco.org/fileadmin/multimedia/uil/confintea/pdf/Forma\\_t\\_of\\_the\\_structure\\_of\\_the\\_glossary.pdf](http://uil.unesco.org/fileadmin/multimedia/uil/confintea/pdf/Forma_t_of_the_structure_of_the_glossary.pdf)
3. Augusto Espinosa. (08 de 2013). *ACUERDO\_295-13, MINISTERIO DE EDUCACIÓN*. Obtenido de [http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/08/ACUERDO\\_295-13.pdf](http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/08/ACUERDO_295-13.pdf)
4. Bravo, L. E. (08 de 03 de 2016). *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de <http://www.umng.edu.co/documents/63968/76126/11.pdf>

5. CRESPO, Á. G. (octubre de 2011). *Accesibilidad audiovisual*. Obtenido de Educación Especial e Inclusión Educativa Accesibilidad e Inclusión Educativa:  
<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/viii-jornadas-educacion-especial-montevideo.pdf>
6. Daniel Zappalá, A. K. (2011). *Inclusión de TIC en escuelas para alumnos con discapacidad intelectual*. Obtenido de  
<http://escritorioeducacionespecial.educ.ar/datos/recursos/pdf/m-intelectuales-1-40.pdf>
7. Entonado, F. B. (2001). *SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN Y EDUCACIÓN*. Obtenido de  
<http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/obsciberprome/blanquez.pdf>
8. FREE, F. (06 de 04 de 2015). *Fundación FREE Iberoamericana para la cooperación en educación especial y tecnología adaptiva*. Obtenido de Experto en "TIC y discapacidad" Aspectos más importantes del modelo de intermediación M-FREE:  
<https://www.youtube.com/watch?v=nnxcaxnbs34>
9. Fundación ONCE. (2011). *Accesibilidad Universal y diseño para todos. Arquitectura y Urbanismo*. Obtenido de  
[www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0578035.pdf](http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0578035.pdf)
10. In.No.Va. (25 de 02 de 2016). *Red Infod*. Obtenido de  
<http://red.infod.edu.ar/blog/wp-content/uploads/2015/11/feria-de-cs-nacional-final13-1.pdf>
11. *Insfidim*. (2016). Obtenido de  
<http://insfidim.jimdo.com/educarecuador/>
12. Martín-Laborda, R. (25 de 08 de 2016). Obtenido de  
<http://giovannipf.260mb.net/tecnologiaenlaeducacion.pdf?i=1>
13. Martín-Laborda, R. (07 de 09 de 2016). Obtenido de  
<http://giovannipf.260mb.net/tecnologiaenlaeducacion.pdf?i=1>

14. MOLINA, K; CUEVAS, F. . (07 de 03 de 2016). *Organización de estados Iberoamericanos OEI*. Obtenido de [www.oei.es/congreso2014/memoriactei/1202.pdf](http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/1202.pdf)
15. Naciones Unidas. (2016). *CONVENCIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD*. Obtenido de <http://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>
16. Roxana Castellano, R. S. (27 de 08 de 2016). Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002120/212091s.pdf>
17. SENPLADES. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*. Obtenido de <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>
18. TurAcces. (08 de 09 de 2016). Obtenido de <http://turacces.ibv.org/formacion/ique-es-la-accesibilidad-integral.html>
19. University, V. -V. (08 de 03 de 2016). *Slideshare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/vicentllopis/el-valor-de-las-tic-en-educacion-especial-17097317>
20. UPS, U. P. (11 de 09 de 2016). *Grupo de Investigación Educación Inclusiva (GEI)*. Obtenido de <http://www.ups.edu.ec/gei>
21. Varios autores. (2016). *INFORME SOBRE TENDENCIAS SOCIALES Y EDUCATIVAS EN AMÉRICA LATINA 2014*. Obtenido de TIC Y FORMACIÓN DOCENTE: FORMACIÓN INICIAL: [http://www.siteal.iipe-oei.org/sites/default/files/siteal\\_informe\\_2014\\_politicas\\_tic.pdf](http://www.siteal.iipe-oei.org/sites/default/files/siteal_informe_2014_politicas_tic.pdf)

# Accesibilidad web en las instituciones de salud de la ciudad de Cuenca. Análisis preliminar

Milton Campoverde Molina<sup>1</sup>, Jenny Vizñay Durán<sup>2</sup>, Diego Reyes Espinosa<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Unidad Académica de Tecnologías de la Información y la Comunicación, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca – Ecuador.

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico Superior de las Choapas - México.

<sup>1</sup>mcampoverde@ucacue.edu.ec

<sup>2</sup>jviznay@ucacue.edu.ec

<sup>3</sup>dreyesespinosa@gmail.com

**Resumen.** El presente artículo realiza el análisis de accesibilidad de los portales web de siete hospitales, cinco clínicas y tres centros médicos de la ciudad de Cuenca – Ecuador con la herramienta automática TAW Online y las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web 2.0 con un nivel de conformidad A sobre las tecnologías HTML y CSS.

**Palabras clave:** Accesibilidad Web, Clínicas, Discapacidad, Hospitales, WCAG 2.0.

## 1. Introducción

Según la OMS en su informe mundial sobre la discapacidad 2011 [1] estima que más de mil millones de personas viven con algún tipo de discapacidad; o sea, alrededor del 15% de la población mundial (según las estimaciones de la población mundial en 2010). Esta cifra es superior a las estimaciones previas de la Organización Mundial de la Salud, correspondientes a los años 1970, que eran de aproximadamente un 10%.

Según la Encuesta Mundial de Salud [1], cerca de 785 millones de personas (15,6%) de 15 años y más viven con una discapacidad, mientras que el proyecto sobre la Carga Mundial de Morbilidad estima una cifra próxima a los 975 millones (19,4%). La Encuesta Mundial de Salud señala que, del total estimado de personas con discapacidad, 110 millones (2,2%) tienen dificultades muy significativas de funcionamiento, mientras que la Carga Mundial de Morbilidad cifra en 190 millones (3,8%) las personas con una “discapacidad grave” (el equivalente a la discapacidad asociada a afecciones tales como la tetraplejía, depresión grave o ceguera). Solo la Carga Mundial de Morbilidad mide las discapacidades infantiles (0-14 años), con una estimación de 95 millones de niños (5,1%), 13 millones de los cuales (0,7%) tienen “discapacidad grave”.

En base a las estadísticas elaboradas por el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) [2] [3] con información de las personas registradas con discapacidad en el Ministerio de Salud Pública se establece una comparación que determina su incremento en un año (tabla 1):

**Tabla 1.** Estadísticas CONADIS [2] [3].

MES - AÑO	PERSONAS DISCAPACIDAD	PERSONAS DISCAPACIDAD
	ECUADOR	AZUAY
Agosto 2015	401.538	27.713
Octubre 2016	415.500	28.173
<b>Incremento en un año</b>	<b>13.962</b>	<b>460</b>

Se determina que las 4 provincias [3] con mayor índice de personas con discapacidad en el Ecuador son Guayas, Pichincha, Manabí y Azuay respectivamente. La población de estudio para este análisis es la provincia del Azuay que tiene 28.173 personas con discapacidad, de las cuales 18.969 viven en la ciudad de Cuenca que es el 67,32% de la población azuaya desglosada de la siguiente forma: auditiva (7,39%), física (34,43%), intelectual (12,80%), lenguaje (0,64%), psicosocial (mental) (3,05%), visual (9,01%). Razón por la cual se considera a esta población como representativa para el desarrollo de esta investigación.

El CONADIS [4] en su principio de accesibilidad establece que “se garantiza el acceso de las personas con discapacidad al entorno físico, al transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones abiertos al público o de uso público, tanto en zonas urbanas como rurales; así como, la eliminación de obstáculos que dificulten el goce y ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad, y se facilitará las condiciones necesarias para procurar el mayor grado de autonomía en sus vidas cotidianas”, el mismo que está enmarcado en el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013- 2017 [5] y en su segundo objetivo que es “Auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social y territorial en la diversidad”; además en el Art. 65 de la Ley Orgánica de Discapacidades [6] se expresa la “Atención prioritaria en portales web”, las instituciones públicas y privadas que prestan servicios públicos, incluirán en sus portales web, un enlace de acceso para las personas con discapacidad, de manera que accedan a información y atención especializada y prioritaria, en los términos que establezca el reglamento.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización del Ecuador [7] publica el 28 de enero de 2014 en el Registro Oficial N° 171 la aprobación de la norma NTE INEN-ISO/IEC 40500 “Tecnología de la información - Directrices de accesibilidad para el contenido web del W3C (WCAG) 2.0 (ISO/IEC 40500:2012, IDT)” y el 10 de febrero de 2016 el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288 “Accesibilidad para el contenido web” el mismo que entró en vigor el 8 de agosto de 2016 y establece:

- 1) Aplica a los contenidos web publicados en los sitios web del sector público y privado que presten servicios públicos.
- 2) Se debe satisfacer por completo el nivel de conformidad AA, establecido en la Norma NTE INEN-ISO/IEC 40500, Esta norma es una traducción exacta de WCAG 2.0.

- 3) Por último, se incluyen dos disposiciones transitorias sobre el plazo para cumplir con el reglamento y la norma:
- TRANSITORIA PRIMERA. Los propietarios de los sitios web a los que se aplica este reglamento técnico tendrán un plazo de 2 años para adecuar sus sitios web existentes al momento de entrar en vigencia el reglamento de acuerdo al nivel de conformidad A, de la norma NTE INEN vigente. El 8 de agosto de 2018, todos los sitios web ecuatorianos que presten un servicio público deben ser accesibles WCAG2.0 nivel A.
  - TRANSITORIA SEGUNDA. Los propietarios de los sitios web a los que se aplica este reglamento técnico tendrán un plazo de 4 años para adecuar sus sitios web existentes al momento de entrar en vigencia el reglamento de acuerdo al nivel de conformidad AA. de la norma INEN vigente. El 8 de agosto de 2020, todos los sitios web ecuatorianos que presten un servicio público deben ser accesibles WCAG 2.0 nivel AA.

La adopción de esta norma [8], emite una amplia gama de recomendaciones para eliminar barreras de accesibilidad web y su aplicación permitirá que cualquier usuario interactúe con la información disponible en los sitios web.

Además el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288 “Accesibilidad para el Contenido Web” [9] emite un Régimen de Sanciones.-El propietario del sitio web que incumpla con lo establecido en este Reglamento Técnico recibirá las sanciones previstas en la Ley No. 2007 -76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, Ley Orgánica de Comunicación y demás leyes vigentes.

En busca del cumplimiento de esta normativa el CONADIS a través del Observatorio Ecuatoriano de Accesibilidad Web [10] presenta los resultados de accesibilidad web de 14 instituciones del sector público y entre ellas la del Ministerio de Salud Pública y del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) (tabla 2).

**Tabla 2.** Estadísticas CONADIS 03-06-2016 [10].

INSTITUCIONES DE SALUD	PÁGINAS EVALUADAS	PUNTUACIÓN
Ministerio de Salud Pública	10	7.8
Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social	2	3.9

En razón de que todos los sitios web ecuatorianos que presten un servicio público deben ser accesibles WCAG 2.0 con un nivel de conformidad A [7] hasta el 8 de agosto de 2018, se realiza un análisis preliminar de los sitios web de los hospitales, clínicas y centros médicos de la ciudad de Cuenca y haciendo referencia también a uno de los objetivos planteados en el proyecto Cuenca ciudad Digital de la Municipalidad de Cuenca [11] que es *Potenciar los servicios públicos a través del uso de las TIC's*, el mismo que se encuentra en ejecución, en donde se establece que el 96% de la población cantonal tiene telefonía celular, y el 75% de la población tiene conexión a internet; el escenario actual de este proyecto son las personas con capacidades especiales, los adultos mayores y personas sin conocimiento en lo digital. Para el cumplimiento de sus objetivos la municipalidad ha emprendido una campaña de capacitación considerando el conocimiento digital como un factor determinante para el desarrollo de la innovación y de la adaptación social, los talleres digitales que está dictando la Municipalidad

de Cuenca son de forma gratuita, los mismos que están en función de mejorar la calidad de vida de las personas.

Ester Serna Berná [12] Desarrolladora Web y Consultora en Accesibilidad Web determina que “Todas las personas sufrirán algún tipo de discapacidad transitoria o permanente en algún momento de su vida. Una de ellas es la relacionada con el envejecimiento, normalmente problemas relacionados con la discapacidad visual, la discapacidad auditiva y la discapacidad física”.

Considerando todos los puntos tratados en los párrafos anteriores, esta investigación plantea como objetivo determinar el nivel de accesibilidad de los portales web de los hospitales, clínicas y centros médicos de la ciudad de Cuenca, a través del análisis de cumplimiento de las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0 con un Nivel de Conformidad A.

### 3. Materiales y Métodos

Se parte del proyecto de investigación científica “La Accesibilidad Web como una estrategia de inclusión social de niños, adolescentes, jóvenes y adultos mayores con discapacidad”, realizado por docentes investigadores, estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca, un pasante del Instituto Tecnológico Superior de las Choapas – México y proyectos de vinculación con la colectividad a través de la municipalidad de Cuenca, dictando cursos de capacitación en alfabetización digital a adultos mayores y jóvenes.

El Ministerio de Salud Pública es el ente que ejerce la rectoría, regulación, planificación, coordinación, control y gestión de la Salud Pública, garantizando el derecho a la Salud a la población Ecuatoriana, es por ello que para la recolección de información se ha solicitado a este Ministerio el listado de hospitales, clínicas, centros médicos y otros pertenecientes a la provincia del Azuay, cantón Cuenca, a este grupo corresponden la DIRECCIÓN DISTRITAL DE SALUD N° 01D01 y la DIRECCIÓN DISTRITAL DE SALUD N° 01D02.

A partir de este listado de 63 instituciones de salud, se ha tomado como muestra 15 instituciones para este análisis, clasificadas en 7 hospitales (H), 5 clínicas (C) y 3 centros médicos (CM) (tabla 3).

Los nombres de algunos hospitales, clínicas y centros médicos son extensos, así que se ha procedido a asignarles una abreviatura que permita identificar más fácilmente su nombre.

**Tabla 3.** Páginas web analizadas.

ABREVIATURA S	HOSPITALES, CLÍNICAS Y CENTROS MÉDICOS	URL PORTAL WEB	TIPO
<b>HOSVCM</b>	Hospital Regional Vicente Corral Moscoso	<a href="http://hvcm.gob.ec/">http://hvcm.gob.ec/</a>	H
<b>HOSMC</b>	Hospital Municipal De Cuenca	<a href="http://www.hospitalmunicipalcuenca.gob.ec/">http://www.hospitalmunicipalcuenca.gob.ec/</a>	H
<b>HOSDELRIO</b>	Hospital Universitario Del	<a href="http://www.hospitaldelrio.com.ec/">http://www.hospitaldelrio.com.ec/</a>	H

Río			
<b>SANTAINES</b>	Hospital Santa Inés	<a href="http://www.sisantaines.com/">http://www.sisantaines.com/</a>	H
<b>SANTAANA</b>	Clínica Santa Ana	<a href="http://www.clinicasantaanasa.com/">http://www.clinicasantaanasa.com/</a>	C
<b>12 PASOS</b>	Clínica 12 Pasos	<a href="http://www.clinica12pasos.com/">http://www.clinica12pasos.com/</a>	C
<b>UROCLINIC</b>	Clínica De Urología "UROCLINIC"	<a href="http://www.uroclinic.com.ec/">http://www.uroclinic.com.ec/</a>	C
<b>SOLCA</b>	Instituto Del Cáncer SOLCA Cuenca	<a href="http://www.institutodelcancer.med.ec/">http://www.institutodelcancer.med.ec/</a>	H
<b>FUNHOGAR</b>	Fundación Hogar Del Ecuador	<a href="http://www.funhogar.org/">http://www.funhogar.org/</a>	CM
<b>APROFE</b>	Asociación Pro Bienestar De La Familia Ecuatoriana APROFE	<a href="http://www.aprofe.org.ec">http://www.aprofe.org.ec</a>	C
<b>VIDASANA</b>	Clínica VIDASANA	<a href="http://vidasana.ec/">http://vidasana.ec/</a>	H
<b>REDMEDICA</b>	Red medica servicios de salud	<a href="http://www.redmedica.com.ec/#">http://www.redmedica.com.ec/#</a>	C
<b>MSP</b>	Ministerio de Salud Publi- ca	<a href="http://www.salud.gob.ec">http://www.salud.gob.ec</a>	CM
<b>CRUZROJA</b>	Cruz Roja Ecuatoriana	<a href="http://www.cruzrojazaguay.org/">http://www.cruzrojazaguay.org/</a>	CM
<b>MONTESINAI</b>	Corporación Medica Monte Sinai	<a href="http://www.hospitalmontesinai.org/">http://www.hospitalmontesinai.org/</a>	H

### 3.1. Análisis WCAG 2.0 en Todas las Páginas.

Las herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad web [13] son programas de software o servicios en línea, que realizan una inspección automática para ayudar a determinar si un portal web satisface las guías de accesibilidad web, TAW [14] valida automáticamente la accesibilidad de la página y señala los puntos a revisar manualmente.

Aplicando TAW Online sobre las tecnologías HTML y CSS de los portales web de los hospitales, clínicas y centros médicos se determinó los problemas, advertencias y puntos no revisados del análisis de las WCAG 2.0 con un nivel de conformidad A por cada uno de sus principios: Perceptible (P), Operable (O), Comprensible (C), Robusto (R) (tabla 4).

**Tabla 4.** Análisis WCAG 2.0 páginas Hospitales, Clínicas y Centros Médicos de Cuenca.

HOSPITALES, CLÍNICAS Y CENTROS MÉDICOS	PÁGINAS ANALIZADAS	NÚMERO DE ERRORES POR CRITERIO			
		P	O	C	R
<b>HOSVCM</b>	5	222	149	44	563
<b>HMC</b>	5	160	82	33	2384
<b>HOSDELRIO</b>	5	186	136	26	4314
<b>SANTAINES</b>	4	143	91	22	7208
<b>SANTAANA</b>	5	135	107	35	4371
<b>12 PASOS</b>	5	236	144	35	49

<b>UROCLINIC</b>	5	337	82	47	181
<b>SOLCA</b>	5	283	128	17	2460
<b>FUNHOGAR</b>	5	107	85	25	155
<b>APROFE</b>	2	252	88	32	386
<b>VIDASANA</b>	5	577	164	23	14
<b>REDMEDICA</b>	5	331	136	61	43
<b>MSP</b>	6	103	162	41	2092
<b>CRUZROJA</b>	5	34	75	55	292
<b>MONTESINAI</b>	5	151	48	16	1238
<b>TOTAL:</b>	72	3257	1677	512	25750
<b>Promedio errores / página</b>		45,2	0,5	0,3	50,3

El promedio de errores por página (tabla 4), determina que hay un número significativo de errores del principio Robusto (R) 50,3; seguido por el principio Perceptible (P) 45,2. Los errores detectados son en el procesamiento, nombre, función y valor, alternativas textuales en todo el contenido no textual, información y relaciones, secuencia, características sensoriales, uso del color, contraste (mínimo), redimensionamiento del texto, texto en las Imágenes.

### 3.2. Análisis WCAG 2.0 en la página Home o de Inicio

Es importante verificar el nivel de cumplimiento de las directrices del estándar WCAG 2.0 de accesibilidad web de las páginas de inicio o home de los hospitales, clínicas y centros médicos, teniendo en cuenta que estas páginas permite a los usuarios desplazarse dentro de los demás sitios del portal web, los resultados obtenidos del análisis (tabla 5) por cada uno de los principios: Perceptible (P), Operable (O), Comprensible (C), Robusto (R).

**Tabla 5.** Análisis WCAG 2.0 páginas Home.

<b>HOSPITALES, CLÍNICAS Y CENTROS MÉDICOS</b>	<b>NÚMERO DE ERRORES POR CRITERIO</b>			
	<b>P</b>	<b>O</b>	<b>C</b>	<b>R</b>
<b>HOSVCM</b>	67	29	6	110
<b>HOSMC</b>	53	22	6	471
<b>HOSDELRIO</b>	67	57	5	1085
<b>SANTAINES</b>	49	33	5	1631
<b>SANTAANA</b>	51	29	7	875
<b>12PASOS</b>	51	29	6	7
<b>UROCLINIC</b>	78	16	6	38

<b>SOLCA</b>	75	38	2	493
<b>FUNHOGAR</b>	15	14	3	30
<b>APROFE</b>	64	16	10	95
<b>VIDASANA</b>	118	29	3	4
<b>REDMEDICA</b>	66	28	6	95
<b>MSP</b>	28	45	8	307
<b>CRUZROJA</b>	4	8	3	35
<b>MONTESINAI</b>	29	45	8	307
<b>Promedio</b>	54	29	6	372

Se puede ver que el principio robusto (R) muestra la mayor cantidad de errores con un 81,00% lo que demuestra que hay que maximizar la compatibilidad con las aplicaciones de usuario actuales y futuras, incluyendo las ayudas técnicas.

#### 4. Resultados

De las 72 páginas analizadas ninguna cumple con las directrices de las WCAG 2.0 con un nivel de conformidad A por lo tanto los portales web de los hospitales, clínicas y centros médicos de la ciudad de Cuenca no son accesibles.

La mayor cantidad de errores se encuentran en el contenido debido a que las páginas web analizadas no son lo suficientemente robustas para ser interpretados de forma fiable por una amplia variedad de agentes de usuario, incluyendo las ayudas técnicas (procesamiento, nombre, función y valor), además se debe proporcionar alternativas textuales en todo el contenido no textual (Formularios, Imágenes, Navegación), Información y relaciones (Formularios, Estructura Semántica, Presentación), Secuencia con significado (Presentación), Características sensoriales (Presentación), Uso del color (Presentación), Contraste (Mínimo) (Presentación), Redimensionamiento del texto (Presentación), Imágenes de texto (Imágenes).

Sin embargo, en base a los resultados se determina que el 90% son advertencias que se deben revisar en el diseño y contenido de las páginas web; el 7% son problemas que se deben corregir de acuerdo a los criterios de cumplimiento (éxito) de la WCAG 2.0 y el 3% son puntos no verificados que requieren de un análisis manual completo para su cumplimiento.

Esto da una primera impresión de la estructura y diseño de los sitios web, considerando que los resultados son preliminares, para que los resultados sean fiables y completos se deben realizar pruebas manuales con expertos.

#### 5. Conclusiones

Se requiere corregir errores en todos los portales web de los hospitales, clínicas y centros médicos analizados. Por el nivel y el número de errores reportados, algunas

instituciones de salud les resulta más factible rediseñar sus portales web, a fin de cumplir con las directrices de accesibilidad web y otras puedan mejorar el cumplimiento de las pautas de accesibilidad web, con un arduo trabajo de revisión y corrección de su código fuente y contenido.

## Referencias

- [1] Banco Mundial, “Resumen Informe mundial sobre la discapacidad” Revista Educación, volumen 218, número 219, p. 27, 2011.
- [2] CONADIS. (Agosto de 2015). Estadística Personas con Discapacidad. Recuperado el 18 de 10 de 2016, de Estadística CONADIS: [http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/estadistica\\_conadis.pdf](http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/estadistica_conadis.pdf).
- [3] CONADIS. (Octubre de 2016). Información Estadística de Personas con Discapacidad. Recuperado el 18 de Octubre de 2016, de Estadística CONADIS: <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>.
- [4] CONADIS, Normas Jurídicas en Discapacidad Ecuador. p. 364, 2014.
- [5] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017, ISBN: 978-9942-07-448-5, p. 602, 2013.
- [6] Asamblea Nacional República del Ecuador, “Ley Orgánica de Discapacidades” Registro Oficial N° 796, p. 28, 2012.
- [7] Luján-Mora, S. (s.f.). Accesibilidad Web. Recuperado el 18 de 10 de 2016, de Accesibilidad Web: Ecuador: <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=ecuador>.
- [8] Secretaría Nacional de la Administración Pública, “Boletín de prensa accesibilidad web en ecuador”, Boletín 029, p. 2, 2014.
- [9] Servicio Ecuatoriano de Normalización, “Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 288 *Accesibilidad para el contenido web*”, p. 6, 2016.
- [10] CONADIS. (3 de Junio de 2016). Observatorio Ecuatoriano de Accesibilidad Web. Recuperado el 17 de 10 de 2016, de Observatorio Ecuatoriano de Accesibilidad Web. Categoría Instituciones Públicas Generales: <http://faustov.esy.es/oia/sitios/0/1>
- [11] Ilustre Municipalidad de Cuenca, Proyecto "Cuenca Ciudad Digital", p. 15, 2016.
- [12] Serna-Berná, E. (s.f.). Aprende Accesibilidad Web paso a paso. Recuperado el 17 de 10 de 2016, de Discapacidad en la Web: <https://www.udemy.com/aprende-accesibilidad-web-paso-a-paso/learn/v4/t/lecture/1943262?start=30>
- [13] Navarrete R., Luján-Mora S., “Accesibilidad web en las universidades del ecuador. Análisis preliminar,” Revista Politécnica, volumen. 33, número 1, p. 156-163, ISSN: 1390-0129, 2014.
- [14] Acosta-Vargas P., Luján-Mora S., Salvador-Ullauri, L. “Evaluación de la accesibilidad de las páginas web de las universidades ecuatorianas” Revista Congreso de Ciencia y Tecnología, Volumen 11, p. 181-187, ISSN: 1390-4663, 2016.

# Estudio del diseño accesible de software mediante DSL orientado a patrones

Francisco J. Estrada, Salvador Otón  
Escuela Politécnica Superior  
Universidad de Alcalá  
Alcalá de Henares, España  
E-mail: fjestrad@outlook.com, salvador.oton@uah.es

**Abstract.** El mundo de la informática es un nicho laboral para los discapacitados visuales. Con ayudas técnicas, pueden desempeñar su labor tan bien como cualquiera. Uno de los ámbitos que está cobrando más relevancia es el diseño del software, guiado en muchos casos por modelos gráficos de UML.

**Aunque existen herramientas que permiten consultar y editar estos modelos por parte de desarrolladores invidentes, se ha detectado un problema de abstracción en el proceso: deben comprender los elementos individuales para entender el conjunto, cuando el objetivo de estos diagramas es precisamente el opuesto.**

En base a esto, vamos a explorar la posibilidad de utilizar patrones de diseño como lenguaje de más alto nivel para el diseño de sistemas de software. Estos ofrecen la ventaja de englobar en un solo término varias propiedades de un sistema, por lo que son un buen candidato para resolver la cuestión.

**Keywords:** UML, accesibilidad, discapacidad visual, patrones de diseño, DSL.

## 1 Introducción

La accesibilidad es un requisito importante para todo desarrollo de software. El ámbito digital tiene cada vez más impacto en nuestras vidas. Si no aseguramos que todos puedan utilizar las ventajas que ofrece, estaremos ahondando en la brecha digital y en la exclusión de las personas discapacitadas de la sociedad.

En concreto, el mercado del desarrollo de software puede ser un nicho fundamental de trabajo para las personas invidentes. Con las ayudas técnicas necesarias, pueden desempeñar su labor tan bien como cualquiera.

No obstante, cada vez toma más importancia el diseño del software sobre la fase de implementación. Este se lleva a cabo mediante modelos y diagramas que se representan gráficamente [1], lo que puede suponer una barrera de entrada para las personas invidentes. La imposibilidad de participar en este paso del desarrollo, implicaría para ellos menos posibilidades de desarrollo profesional [2].

Un análisis sistemático de las herramientas más utilizadas en este campo, ha demostrado que prácticamente ninguna de ellas cumple con las características necesarias para poder ser utilizadas por un desarrollador invidente [3].

Por fortuna, desde hace años se intenta dar solución a este problema con distintos planteamientos [4-6]. Sin embargo, ninguno de ellos llega a cubrir todas las necesidades que un desarrollador podría esperar [2].

Recientemente, algunas herramientas aspiran a cumplir con los requisitos necesarios para garantizar una accesibilidad completa del diseño UML [2, 4, 7, 8]. En algunos casos, las herramientas solo son prototipos y en otro se trata de funciones en versión alfa. La única que provee actualmente un alto grado de accesibilidad y puede considerarse una herramienta robusta, es UML 2 [8].

Sin embargo, todas ellas presentan un problema de abstracción en la presentación del contenido. Es necesario comprender los elementos individuales para el entendimiento del modelo en su conjunto. Esto es lo opuesto a lo que se pretende al utilizar modelos para diseñar el software.

## 1.1 Objetivo

Analizar los avances en el campo del diseño de software accesible que se han producido en los últimos años, desde la publicación de nuestro anterior trabajo [2].

Mostrar el problema de abstracción que supone la aproximación utilizada hasta la fecha, con unas u otras variantes, en función de la herramienta.

Estudiar el uso de patrones de diseño [9] como alternativa a los modelos UML tradicionales para el diseño de software accesible a través de un lenguaje específico de dominio (DSL) [10].

## 1.2 Beneficios

Los beneficios que podría tener el estudio que hemos realizado son dos, uno enfocado al campo de la accesibilidad y otro al del diseño software en general.

En primer lugar, si logramos resolver el problema de la falta de abstracción en las herramientas accesibles que existen, podremos dar por resuelta la cuestión de la accesibilidad en el diseño de software.

En segundo lugar, un diseño de software basado en patrones aceleraría el proceso de diseño para todos los desarrolladores, no sólo para aquellos con una discapacidad visual. Pensemos en la posibilidad de crear varias clases con sus respectivas relaciones entre sí, con una sola sentencia.

## 2 Estado del arte

### 2.1 Herramientas accesibles

En este apartado vamos a analizar únicamente aquellas herramientas que no fueron analizadas en nuestro anterior trabajo o que han sufrido cambios sustanciales desde entonces [2].

PlantUML [4] es una herramienta que ya analizamos en el trabajo anterior. Consiste en un intérprete de un DSL que genera diagramas a partir de un archivo de código fuente. Los diagramas se crean como imágenes, de modo que su consulta posterior o manipulación es complicada. Además, no permite el intercambio de información con otras herramientas mediante el estándar XMI [11]. El cambio más relevante desde el anterior análisis es precisamente éste, ya que ha empezado a incluir la exportación de archivos en este formato como característica alfa.

AWMo [7] y UDYAT [2] son dos herramientas con un enfoque similar. La idea es traducir los modelos UML a un formato textual mediante una interfaz web. AWMo, además, ofrece una interfaz gráfica donde un desarrollador sin discapacidad visual puede consultar el diagrama a la vez que lo hace uno invidente. Ninguna de las dos se encuentran actualmente disponibles al público, por lo que podemos considerarlas como prototipos o propuestas de solución.

UML2 [8] es un plugin para Eclipse basado en el Eclipse Modeling Framework (EMF) [12]. Aunque no busca la accesibilidad como objetivo, ofrece la posibilidad de consultar y editar la información del diagrama con una interfaz en forma de árbol, lo que posibilita su consulta y edición por una persona invidente. Permite trabajar con ficheros XMI y tiene la ventaja de estar integrado en Eclipse, lo que nos da la posibilidad de aprovechar todas las herramientas que ofrece.

### 2.2 La falta de abstracción

Aunque las herramientas expuestas anteriormente podrían llegar a cumplir los requisitos para considerarlas accesibles, esto es, poder consultar y editar los modelos, y compartirlos con otros desarrolladores, todas presentan un problema en común: la falta de abstracción.

En el caso de PlantUML, su modelo de generar diagramas a partir de un archivo de texto, hace que el desarrollador tenga que leer todo el fichero para entender qué elementos componen el modelo y cómo se relacionan entre sí.

Con las otras tres herramientas ocurre algo similar. Aunque no utilizan el mismo paradigma secuencial, ya que uno puede saltar de un elemento a otro sin mucho problema, necesita explorarlos prácticamente todos para hacerse una idea de cómo se estructuran, se relacionan y se comportan.

En otras palabras, uno de los objetivos principales, que era facilitar la comprensión de un software, se pierde en gran medida en cuanto los modelos adquieren cierto tamaño.

## 2.3 Patrones de diseño

Los patrones de diseño son soluciones tipo a problemas que se presentan de manera recurrente [9]. De este modo, cuando se habla de un patrón de diseño concreto, estamos estableciendo el ámbito del problema y los elementos que entran en juego para resolverlo. Con un solo término, podemos dar una buena cantidad de información.

Es justo lo contrario a lo que encontrábamos con las herramientas accesibles analizadas. En este caso, partimos de una idea abstracta para comprender los distintos elementos que la conforman, cómo se relacionan entre ellos y cuál debe ser su comportamiento.

Este es el motivo de que se plantee el uso de un DSL orientado a patrones para el diseño de software accesible.

## 2.4 Lenguajes específicos de dominio

Los lenguajes específicos de dominio (DSL) son aquellos cuyo léxico, sintaxis y semántica están enfocados a un dominio concreto [10].

Existen dos tipos principales de DSL: los internos, que se valen de las características de un lenguaje de propósito general para crear el DSL e interpretarlo, y los externos, que poseen un léxico y sintaxis totalmente ajenas a cualquier lenguaje existente [10].

# 3 Contribución

## 3.1 Detalles de la idea

La propuesta que tenemos es crear un DSL textual orientado a patrones. Esto haría que el lenguaje fuese completamente accesible con una herramienta de apoyo, además de proveer la abstracción necesaria para el proceso cognitivo gracias a los patrones.

Una vez diseñado el lenguaje, el siguiente paso sería interoperar con otras herramientas ya existentes. Como el estándar actual es el UML, lo más adecuado sería compilar nuestros modelos expresados mediante el DSL a archivos en formato XMI que puedan interpretar cualquiera de las herramientas comunes. Hecho esto, tendríamos de un buen número de opciones para generar código fuente a partir de estos archivos.

Igualmente importante es la necesidad de transformar los archivos XMI a ficheros expresados en nuestro DSL para poder trabajar con sistemas previamente existentes.

## 3.2 Problemas encontrados

Utilizar patrones como base para el diseño ofrece la posibilidad de abstraer la información y expresar más datos con un solo término. Sin embargo, los patrones son

soluciones tipo a ciertos problemas. Si nuestro sistema no presenta dichos inconvenientes, no podremos aplicarlos.

Además, estamos pasando de definir clases, interfaces, asociaciones... en UML, a definir patrones en los que, como mucho, nombramos las clases que intervienen. Esto hace que perdamos granularidad. Ganar fluidez a la hora de definir el sistema y comprenderlo no sirve de nada si a cambio perdemos la posibilidad de definir los detalles más pequeños. Si añadimos más información a la hora de declarar los patrones, entonces estaremos enturbiando el lenguaje y será más difícil de comprender.

Por último, convertir un modelo UML a nuestro DSL no resulta una tarea trivial. Pensemos que la única información con la que contamos son los elementos del diagrama y cómo se relacionan entre sí. Podríamos inferir ciertas estructuras propias de algunos patrones, pero esto no nos garantiza que se correspondan con dicho patrón. Es más, hay algunos patrones que presentan una estructura idéntica, como el estrategia y el estado, pero conceptualmente son diferentes.

### 3.3 Soluciones propuestas

Para resolver las dos primeras cuestiones, se propone un lenguaje híbrido en el que se puedan declarar patrones directamente, pero también relaciones, clases, e interfaces, con sus respectivos miembros. Este lenguaje sería parecido al que propone PlantUML, con algunas modificaciones léxicas y sintácticas para acomodarlo a nuestras necesidades.

Para evitar que esto haga farragoso y poco legible el código, dividiremos en tres áreas de código los ficheros: el área de patrones, el área de relaciones y el área de clases, interfaces, etc. Utilizaremos este orden concreto para tener la información más abstracta y de más alto nivel en primer lugar, descendiendo poco a poco hacia los detalles. Así, evitamos que el usuario tenga que leer el fichero completo para entender su estructura y funcionamiento de manera genérica.

En cuanto a convertir el UML de los ficheros XMI a nuestro DSL, podríamos optar por establecer una nomenclatura específica o la inclusión de metainformación en los elementos XMI para luego poder extraerla e interpretarla. Aunque esta sería una solución válida para los nuevos modelos generados, requiere un trabajo previo a la hora de trabajar con modelos ya existentes. Debido a lo costoso que sería, la solución que proponemos sólo sería realmente viable para los nuevos desarrollos, dejando al margen los antiguos.

### 3.4 Prototipo

Para ilustrar la idea mejor, hemos decidido implementar un prototipo de compilador para nuestro DSL. Este solo es capaz de interpretar los patrones de creación, pero es suficiente para hacerse una idea del potencial y de los inconvenientes que puede tener este planteamiento.

Para la implementación se ha utilizado Scala [13]. Este lenguaje provee una librería con la que es sencillo crear un DSL externo que se acomode a nuestras

necesidades. Además, hemos utilizado las propias librerías de UML2 [8] para transformar los ficheros de nuestro DSL en archivos XMI que contengan los elementos UML definidos.

El código fuente del prototipo puede encontrarse en el siguiente enlace para su análisis y ejecución:

<https://github.com/kaiba78987/Pattern-Oriented-Modeling-Language>

## 4 Conclusiones

Hemos visto que el uso de patrones como herramienta para el diseño presenta algunos inconvenientes a los que podemos dar solución en mayor o menor medida.

Aunque podemos ganar granularidad con la inclusión de un lenguaje complejo, aunque bien ordenado que nos dé acceso a los detalles, los patrones no dejan de ser soluciones tipo que hay que adaptar en cada caso al problema concreto. En este contexto, puede que el lenguaje no sea suficientemente flexible y, de serlo, puede que entonces sea demasiado complejo y farragoso.

Por otra parte, no se puede garantizar la retrocompatibilidad con los desarrollos previos al uso del DSL. De esta forma, no estaríamos cubriendo uno de los requisitos indispensables para considerar la herramienta accesible: que el desarrollador pueda intercambiar información con su entorno.

Podemos decir, por tanto, que aunque la idea es útil y viable hasta cierto punto, presenta una serie de inconvenientes que la convierten en poco práctica. Mientras dichos inconvenientes no sean resueltos, no se podrá considerar una alternativa seria para el diseño de software.

## 5 - Referencias

- [1] OMG, "UML," vol. 2016, 1997.
- [2] Estrada Martínez, F.J., Otón Tortosa, S. and Universidad de Alcalá Escuela Politécnica Superior, "Herramienta web de diseño UML accesible," 2014.
- [3] Luque, L., Veriscimo, E.S., Pereira, G.C. and Filgueiras, L.V.L., "Can we work together? on the inclusion of blind people in UML model-based tasks," 2014, .
- [4] PlantUML, "PlantUML," vol. 2016, .
- [5] King, A., Blenkhorn, P., Crombie, D., Dijkstra, S., Evans, G. and Wood, J., "Presenting UML software engineering diagrams to blind people," BERLIN: SPRINGER-VERLAG BERLIN, 2004, pp. 522-529.
- [6] Loitsch, C. and Weber, G., "Viable haptic UML for blind people," pp. 509-516, 2012.
- [7] Del Nero Grillo, F. and De Mattos Fortes, Renata Pontin, "Accessible modeling on the web: A case study," *Procedia Computer Science*, vol. 27, pp. 460-470, 2014.
- [8] The Eclipse Foundation, "Eclipse Modeling - MDT - Home," vol. 2016, 2016.
- [9] Tedeschi, N., "¿Qué es un Patrón de Diseño?" vol. 2016, 2016.
- [10] Ghosh, D., *DSLs in action*, Greenwich, Conn: Manning, 2010, .
- [11] OMG, "XMI," vol. 2016, 1997.

- [12] Steinberg, D., Budinsky, F., Merks, E. and Paternostro, M., EMF: eclipse modeling framework, Pearson Education, 2008, .
- [13] École Polytechnique Fédérale de Lausanne, "The Scala Programming Language," vol. 2016, 2002.

# Desarrollo dirigido por modelos para la gestión de la accesibilidad: revisión sistemática de la literatura

Karla Ordoñez

Máster en Ingeniería de Software para la web  
Universidad de Alcalá  
E-Mail: kfordonez@gmail.com

**Resumen.** La accesibilidad es un problema que está presente en las tecnologías de la información, que muchas veces puede ser difícil de conseguir, puesto que en la actualidad existe una falta de métodos de desarrollo de software y, herramientas de apoyo accesibles, además que existe una escasa formación de profesionales de software en temas de accesibilidad. El Desarrollo Dirigido por Modelos (MDD) ha ganado la atención de la comunidad de desarrollo de software accesible debido a su capacidad de generación de código a partir de modelos. Por lo tanto, en el presente trabajo se ha llevado a cabo una revisión sistemática, con el fin de investigar y analizar los estudios relacionados con el desarrollo de software accesible dirigido por modelos, el estudio de los estándares directamente relacionados con la accesibilidad de software y un análisis de las diferentes propuestas existentes.

**Palabras clave:** accesibilidad, desarrollo dirigido por modelos, mdd, mda, mde, revisión sistemática de la literatura.

## 1 Introducción

Existen en la actualidad algunas pautas de accesibilidad establecidas por la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) del W3C, que proporcionan los requisitos necesarios para que cualquier persona incluyendo las que poseen algún tipo de discapacidad puedan acceder de forma fácil y rápida a las TIC, más concretamente a las aplicaciones, información y servicios ofrecidos a través de Internet. Sin embargo estas directrices generalmente no son aplicadas en todas las fases del ciclo de vida de desarrollo. Es esencial tener en cuenta que para que una aplicación sea exitosa no es suficiente con satisfacer todos los requisitos funcionales que se esperan de ella. La facilidad o dificultad que los usuarios experimenten con este tipo de sistemas determinará en gran medida el éxito o fracaso de las mismas (Fernández Martínez et al. 2009). Es por ello, que la accesibilidad debe ser considerada en todas las etapas del proceso de construcción de las aplicaciones tanto en el diseño como el desarrollo, puesto que es un factor relevante que hay que tomar en cuenta al momento de evaluar la calidad de un software. Una alternativa interesante que podría lidiar con los desafíos actuales de las aplicaciones accesibles, es el enfoque del Desarrollo Dirigido por Modelos o MDD y en particular la aproximación concreta que sigue este enfoque denominado “Arquitectura Dirigida por modelos (MDA)”. Este es un enfoque útil

puesto que permite la generación automática de código a través de la transformación de modelos, con lo cual se pueden explotar algunas características como: la portabilidad, interoperabilidad, facilidad de mantenimiento y reutilización (Bittar et al. 2010).

Dada la importancia que existe en considerar la accesibilidad en el desarrollo de software dirigido por modelos, en el presente trabajo se llevó a cabo una revisión sistemática sobre el tema, con el fin de descubrir cómo se gestiona la accesibilidad en el contexto de MDD, a través de la solución de preguntas de investigación.

## 2 Método

El método de investigación utilizado en el presente estudio sigue las directrices de (Kitchenham et al. 2007), además que se ha tomado en cuenta el proceso sugerido por (Biolchini et al. 2005) y (Santiago et al. 2012). Este método se llevó a cabo con el fin de evaluar e interpretar la información disponible más relevante con relación a las preguntas de investigación planteadas. Esta sección, se enfoca en la etapa de planificación que implica la definición de los objetivos de la investigación y la forma en que la revisión se llevó a cabo.

El primer paso que se llevó a cabo en la etapa de planificación es definir el objetivo principal de la revisión sistemática, que es: investigar y analizar la gestión de la accesibilidad en el contexto de MDD. A fin de lograr este objetivo, se establecieron un conjunto de preguntas de investigación (RQ): RQ1. ¿Cómo se sugiere que la accesibilidad sea considerada en el contexto de desarrollo dirigido por modelos?, RQ2. ¿Existen propuestas metodológicas que sugieran incluir la accesibilidad en el desarrollo dirigido por modelos?, RQ3. ¿Existen herramientas o frameworks que proporcionen apoyo tecnológico para la integración de la accesibilidad en el contexto de MDD?, RQ4. ¿Cuáles son las ventajas que ofrece el desarrollo de software accesible dirigido por modelos?, y RQ5. ¿Cuáles son las limitaciones existentes en el contexto de desarrollo de software accesible dirigido por modelos?

Las bibliotecas digitales utilizadas para llevar a cabo el proceso de búsqueda de esta revisión fueron: ACM Digital Library, CiteSeerX, IEEEExplore, Google Scholar, ISI Web of Knowledge, Science Direct, SpringerLink y Scopus. Cada una de estas bibliotecas digitales utiliza su propia sintaxis, es por ello que la cadena de consulta establecida para esta revisión se ha adaptado para cada motor de búsqueda. En general, se utilizó la siguiente cadena de consulta: Accessibility AND (mda or mdsd or mdd or mde or “model driven”).

Se toman en cuenta artículos que cumplan con los siguientes criterios de inclusión: desde el año 2007, que además su resumen nos lleve a concluir que el propósito principal del estudio es la gestión de la accesibilidad en el desarrollo dirigido por modelos o a su vez que su título o que las palabras clave incluyan “accesibilidad” y “Desarrollo dirigido por modelos”. Y son considerados los siguientes criterios de exclusión tales como: los estudios que reconocen el desarrollo basado en modelos de aplicaciones accesibles como una posible tarea, pero no proporcionan la técnica para ponerla en práctica; o los estudios relativos al desarrollo web accesible que no consideran un enfoque basado en modelos.

Una vez que se ha seleccionado una serie de estudios que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión, se da inicio a la evaluación de la calidad de la investigación

presentada en cada estudio, estableciendo un puntaje a ciertas preguntas de evaluación relacionadas con: la calidad de los objetivos, conclusiones y la investigación.

Para la presente revisión fueron recopilados algunos datos básicos para identificar cada estudio, y con el fin de llevar a cabo un análisis a profundidad de los estudios propuestos, se decidió extraer ciertos datos de los estudios primarios tales como: tipo de software, campo de estudio, tipo de metamodelo, lenguaje de modelado, metodología MDD, herramientas o tecnologías de apoyo, implementación en caso de estudio y evaluar si los estudios consideran la accesibilidad en los modelos propuestos. Para simplificar el análisis de estos datos, los estudios primarios se colocaron en pequeños grupos de estudios (GPS), los mismos que contiene aquellos estudios que tienen uno o más autores en común y sus ideas están relacionadas.

Para mejorar el análisis de los GPS en relación con el contexto del área de investigación, se procedió a evaluar cada GPS con un determinado puntaje en relación a preguntas de evaluación GPS (GA) relacionadas con: el análisis de la accesibilidad, la metodología de MDD, implementación, framework y tecnologías de apoyo.

### 3 Resultados

Ejecutando la consulta en los motores de búsquedas, se obtuvo un total de 10.577 resultados, de los cuales solamente 82 cumplieron con todos los criterios de inclusión establecidos. Luego, eliminando los duplicados se seleccionaron los relevantes de acuerdo con los criterios de exclusión. Como resultado, sólo 35 de ellos se convirtieron en estudios principales para esta revisión sistemática. La Tabla 1 contiene la lista completa de los estudios principales agrupados de acuerdo a las características que tienen en común en cuanto a los autores y las ideas propuestas.

**Tabla 1.** Estudios Principales

ID	Referencia	ID	Referencia
GPS1	(Power et al. 2009)	GPS11	(González-García et al. 2010)
GPS2	(Ackermann et al. 2012)	GPS11	(González-García et al. 2015)
GPS3	(Bittar et al. 2010)	GPS11	(González-García et al. 2014)
GPS3	(Bittar et al. 2010)	GPS12	(Moreno et al. 2008)
GPS4	(Antonelli et al. 2015b)	GPS12	(López-Jaquero et al. 2014)
GPS4	(Antonelli et al. 2015a)	GPS12	(Moreno et al. 2013)
GPS5	(Watanabe et al. 2010)	GPS12	(Moreno López et al. 2010)
GPS6	(Bittar et al. 2009)	GPS13	(Desruelle et al. 2016)
GPS7	(Ballis et al. 2011)	GPS14	(Yazdi et al. 2011)
GPS8	(Zouhaier et al. 2014b)	GPS15	(Jeschke et al. 2007)
GPS8	(Zouhaier et al. 2015)	GPS15	(Vieritz et al. 2007)
GPS8	(Zouhaier et al. 2014a)	GPS16	(Jeschke et al. 2008)
GPS9	(Jemni et al. 2014)	GPS16	(Göhner et al. 2008)
GPS9	(Laabidi et al. 2010)	GPS16	(Vieritz et al. 2011)
GPS9	(Hebiri et al. 2010)	GPS17	(Vieritz et al. 2014)
GPS10	(Cota et al. 2014)	GPS17	(Vieritz et al. 2013)
GPS11	(González-García et al. 2013)	GPS18	(Jeschke et al. 2009)
GPS11	(González et al. 2012)		

Una vez identificados los estudios primarios, se procedió a evaluar la calidad de los mismos de acuerdo a las preguntas de evaluación definidas en la Sección 2.4. En los resultados se pudo identificar que las mejores propuestas son 4 (GPS3, GPS4, GPS9 y GPS12) que alcanzaron el máximo puntaje de 5 puntos, mientras que ocho GPS alcanzaron un puntaje igual o menor a 3.5. A la vista de estos resultados, se puede concluir que la calidad de la investigación presentada por los estudios

evaluados es bueno ya que pocos estudios obtuvieron un puntaje de 0 en las preguntas establecidas.

Con respecto a los datos que fueron definidos en el apartado 2.5. Los datos extraídos nos permite afirmar los principales temas que han sido abordados en los estudios tales como: tipo de software (web, escritorio, móvil), campo de estudio (e-learning, RIA, agentes), metamodelo (general o específico), lenguaje de modelado, metodología de MDD, herramientas y tecnologías de apoyo, implementación en caso de estudio.

Para evaluar la calidad de cada uno de los GPS, se estableció un determinado puntaje de acuerdo a cada una de las preguntas de evaluación, descritas en la Sección 2.5.1. En los resultados se pudo constatar que 4 de los GPS obtuvieron una puntuación inferior a 2,5 puntos, dos llegaron a 5.5 sobre 6. Los GPS que obtuvieron la puntuación más alta son GPS11 y GPS12 con un puntaje de 5,5, y son los que poseen la información necesaria para comprender el desarrollo de software accesible basado por modelos. Por el contrario, el GPS6 obtuvo la puntuación más baja, puesto que no realiza un análisis de la accesibilidad en el contexto de MDD, además de no poner en práctica la metodología propuesta en un caso de estudio. Con respecto al año de publicación de los estudios se puede mencionar que entre el 2010 y 2014 fueron los años más productivos (7 y 6 estudios primarios, respectivamente). En general, publicaciones de alto nivel se han publicado más recientemente, lo cual permite concluir que el área ha atraído probablemente más interés en el transcurso de los últimos años.

## 4 Discusión

En la presente sección, se da respuesta a las preguntas de investigación planteadas en Sección 2.1.

**RQ1.** Los grupos de estudios GPS1, GPS9 Y GPS15, sugieren adaptar interfaces de usuario a partir de las características del dispositivo donde se presenta la información, y de las preferencias o necesidades del usuario con o sin discapacidad usando un enfoque de MDD. Otra de las propuestas sugieren garantizar una buena estructura del contenido de las WIKIS y para que sus páginas web sean accesibles, el GPS3 propone un enfoque de Desarrollo Dirigido por Modelos (MDD) que soporte la creación de modelos gráficos de los espacios de nombres o namespace para generar el código wiki estructurado. Por su parte la propuesta del grupo de estudio GPS11, se enfoca en el desarrollo de un editor gráfico basado en modelos para el diseño de reproductores multimedia accesibles. GPS13 menciona un proyecto interesante de computación en la nube conocida como Webinos que incorpora un enfoque de desarrollo dirigido por modelos, con el propósito de desaparecer los límites físicos de un dispositivo. A su vez GPS4 se ha enfocado en un solo elemento como son los menús de los sitios web para hacerlos accesibles con un enfoque basado en modelos. Los grupos de estudio GPS17 Y GPS18, han considerado que, la notación gráfica basada en UML de los modelos de interfaz de usuario utilizada con frecuencia en el proceso de desarrollo de software no es naturalmente accesible, por lo tanto han propuesto el uso de HUTN como una notación de modelado basada en texto.

**RQ2.** La metodología que propone el GPS3, está relacionada con la creación de menús web accesibles basado en un enfoque de desarrollo dirigido por modelos, en

donde se implementa el metamodelo llamado AMenu. Otra de las metodologías propuesta se basa en OOWS en donde se incorporan características de accesibilidad, la propuesta es conocida como AWA del grupo de estudio GPS12. Por su parte GPS7 sugiere el uso de la metodología RUX-Método para el diseño de interfaces de usuario accesibles para aplicaciones RIA. El grupo de estudio GPS5 también propone incorporar características de accesibilidad a las aplicaciones desarrolladas mediante la metodología MDD WebML. A su vez el enfoque que propone GPS18 combina las ventajas de la metodología UWE con el apoyo de las interfaces de usuario accesible. Se podría también considerer como una propuesta metodología a BeLearning-Process, la presentada por el grupo de estudio GPS15. El proceso de BeLearning demuestra la integración de los modelos mentales en el proceso de diseño de entornos de aprendizaje en línea accesibles, a través de un enfoque basado en modelos.

**RQ3.** El grupo de estudio GPS5 propone el uso del lenguaje y la metodología WebML para que sea implementada bajo la herramienta WebRatio 5. A su vez el GPS7 propone el uso de RUX-Método como metodología, y para terminar su proceso de especificación de la interfaz final de usuario, con la generación de código, sugiere utilizar la herramienta RUX-Tool. Así mismo GPS10 propone el uso de NDT-Suite para la implementación de la metodología de MDD llamada NDT (Navigational Development Techniques). También existen ciertos estudios que sugieran la implementación de los modelos en herramientas y framework de uso general, sin importar la metodología de MDD utilizada. Como es el caso del grupo de estudio GPS3 que menciona Eclipse Modeling Framework (EMF). De igual forma GPS13 en su enfoque sugiere el uso del framework JSF (Java Server Faces). GPS1 también sugiere el uso del Framework Epsilon. Por otra parte algunos grupos de estudios primarios proponen el uso de un metamodelo con características previamente definidas. Tal es el caso del GPS4 que sugiere el uso del meta-modelo AMenu (Accesible Menú), que para realizarlo se han utilizado herramientas como Xtext23, Xtend2 y para su uso se ha creado la aplicación AccessibleMenu Generador (AMEG). Por su parte GPS13 menciona AWA-metamodelo, que fue desarrollado mediante EMF (Eclipse Modelado framework) y para su uso se han creado la aplicación AWA-MetamodelEditor.

**RQ4.** La accesibilidad no sólo asegura el acceso, sino que también contribuye a muchos beneficios, tales como un mantenimiento ágil, con escalabilidad a nuevas líneas de negocio, y un mejor posicionamiento en los motores de búsqueda. Entre otras ventajas también podemos destacar la mejora de la productividad por la generación automática de código, permitiendo con ello el reuso/ reimplementación en otras tecnologías. Así mismo mejora la comprensión del sistema a desarrollar, ya que es posible modelar gráficamente los conceptos y aplicar las transformaciones de modelo a código, para de esta manera generar la estructura de las aplicaciones de forma organizada y eficaz. Es importante además mencionar que el enfoque de desarrollo de software basado en modelos facilita el desarrollo de aplicaciones accesibles a los desarrolladores de software, ya que no necesitan una experiencia detallada en temas de accesibilidad.

**RQ5.** El desarrollo de software accesible dirigido por modelos, en un inicio, puede implicar alguna de las siguientes dificultades: previsiones de costes, el análisis de un método de MDD adecuado a seguir para incluir criterios de accesibilidad en el proceso, conocimiento del como incluir accesibilidad en el modelado, con sus

herramientas de apoyo y la modificación de los roles de trabajo en el equipo de desarrollo.

## 5 Conclusiones

La mayoría de propuestas concuerdan que la accesibilidad en las aplicaciones mejoran el nivel de vida de muchas personas que aprenden a través de internet, en especial para las personas que por alguna condición personal o del entorno no pueden acceder a la información que necesita de una manera fácil y rápida. Es por ello que un considerable número de estudios se enfocan en el desarrollo de aplicaciones web accesibles, basándose en la popular Iniciativa de Accesibilidad Web, conocida como WAI (Web Accessibility Initiative) de la W3C. Algunos de los enfoques han propuesto metamodelos específicos, que dificultan ser implementados en diferentes ámbitos. Mientras que otros enfoques proponen metamodelos genéricos, que brindan la facilidad para ser adaptados en diferentes campos de estudio. Es importante el uso de Notaciones basadas en texto como HUTN, y herramientas como TextUML, que permiten establecer modelos de texto, y con ello se permite la accesibilidad de los modelos. Pese a que los resultados obtenidos han sido bastante significativos, no todos los estudios han implementado su propuesta en un caso de estudio, lo que impide evaluar su funcionamiento y efectividad. Existen propuestas metodológicas que sugieren la creación de extensiones de los métodos de desarrollo dirigido por modelos existentes, donde se incluyan características de accesibilidad dentro de su proceso.

## Referencias

1. ACKERMANN, P., C.A. VELASCO and C. POWER. Developing a semantic user and device modeling framework that supports UI adaptability of web 2.0 applications for people with special needs. *Anonymous W4A 2012 - International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*, 2012.
2. ANTONELLI, H.L. and Fortes, Renata Pontin de Mattos. A support for developers implement the accessibility guidelines regarding to web menus. *Anonymous Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*, 2015a.
3. ANTONELLI, H.L., SILVA, E.A.N.d. and FORTES, R.P.M., 2015b. A Model-driven Development for Creating Accessible Web Menus. *Procedia Computer Science*, vol. 67, pp. 95-104.
4. BALLIS, D., KUTSIA, T., LINAJE, M., LOZANO-TELLO, A., PEREZ-TOLEDANO, M.A., PRECIADO, J.C., RODRIGUEZ-ECHEVERRIA, R. and SANCHEZ-FIGUEROA, F., 2011. Automated Specification and Verification of Web Systems Providing RIA user interfaces with accessibility properties. *Journal of Symbolic Computation*, 46(2), 207-217.
5. BIOLCHINI, J., MIAN, P.G., NATALI, A.C.C. and TRAVASSOS, G.H., 2005. Systematic review in software engineering. *System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, Technical Report ES*, vol. 679, no. 05, pp. 45.
6. BITTAR, T.J., L.L. LOBATO, D.F. NETO and R.P. DE MATTOS FORTES. Support for collaboration in wikis using graphical modeling to achieve improvements in information architecture and accessibility. *Anonymous Proceedings of the SBSC 2010 - 7th Brazilian Symposium on Collaborative Systems*, 2010.
7. BITTAR, T.J., FORTES, R.P.M., LOBATO, L.L. and WATANABE, W.M., 2009. *Web communication and interaction modeling using model-driven development*. ACM.

8. BITTAR, T.J., LOBATO, L.L., FORTES, R.P.M. and NETO, D.F., 2010. *Accessible organizational elements in wikis with model-driven development*. São Carlos, São Paulo, Brazil: ACM
9. COTA, M.P., BARROSO, J., FERREIRA, S.B.L., FONSECA, B., MIKROPOULOS, T., PAREDES, H., GARCÍA-BORGOÑÓN, L., BARCELONA, M.A., GARCÍA-GARCÍA, J.A. and ESCALONA, M.J., 2014. Software Process Accessibility in Practice: A Case Study. *Procedia Computer Science*, 2014, vol. 27, pp. 292-301.
10. DESRUELLE, H., ISENBERG, S., BOTSİKAS, A., VERGORI, P. and GIELEN, F., 2016. Accessible user interface support for multi-device ubiquitous applications: architectural modifiability considerations. *Universal Access in the Information Society*, vol. 15, no. 1, pp. 5-19. Springer. ISSN 1615-5297.
11. FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, A., ABRAHÃO GONZALES, S. and INSFRAN PELOZO, E., 2009. *WUEP: Un Proceso de Evaluación de Usabilidad Web Integrado en el Desarrollo de Software Dirigido por Modelos*. Universidad Politécnica de Valencia (UPV).
12. GÖHNER, P., S. KUNZ, S. JESCHKE, H. VIERITZ and O. PFEIFFER. Integrated accessibility models of user interfaces for IT and automation systems. *21st International Conference on Computer Applications in Industry and Engineering, CAINE 2008*, 2008.
13. GONZÁLEZ, M., MORENO, L. and MARTÍNEZ, P., 2012. An Approach to user Interface Design of an Accessible user Agent. *Procedia Computer Science*, 2012, vol. 14, pp. 254-262.
14. GONZÁLEZ-GARCÍA, M., MORENO, L. and MARTÍNEZ, P., 2010. *Integration of Accessibility Requirements in the Design of Multimedia User Agents Interface*. Universidad Carlos III De Madrid.
15. GONZÁLEZ-GARCÍA, M., MORENO, L., MARTÍNEZ, P., MIÑÓN, R. and ABASCAL, J., 2013. A Model-Based Graphical Editor to Design Accessible Media Players. *Journal of Universal Computer Science*, vol. 19, pp. 2656--2676.
16. GONZÁLEZ-GARCÍA, M., MORENO, L. and MARTÍNEZ, P., 2015. *A Model-Based Tool to develop an Accessible Media Player*. Lisbon, Portugal.
17. GONZÁLEZ-GARCÍA, M., MORENO, L. and MARTÍNEZ, P., 2014. *Adaptation rules for Accessible Media Player Interface*. Puerto de la Cruz, Tenerife, Spain: ACM.
18. HEBIRI, H., M. LAABIDI and M. JEMNI. User Centered Model to Provide Accessible e-Learning Systems. *2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2010.
19. JEMNI, M., LAABIDI, M. and JEMNI BEN AYED, L., 2014. Accessible E-learning for Students with Disabilities: From the Design to the Implementation. In: R. HUANG, Kinshuk and N. CHEN eds., *The New Development of Technology Enhanced Learning: Concept, Research and Best Practices* Berlin, pp. 53-74. Springer.
20. JESCHKE, S., H. VIERITZ and O. PFEIFFER. Developing Accessible Applications with User-Centered Architecture. *2008. ICIS 08. Seventh IEEE/ACIS International Conference on*, 2008.
21. JESCHKE, S., PFEIFFER, O. and VIERITZ, H., 2009. *Using web accessibility patterns for web application development*. Honolulu, Hawaii.
22. JESCHKE, S. and VIERITZ, H., 2007. Accessibility and Model-Based Web Application Development for eLearning Environments. In: M. ISKANDER ed., *Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment, and Engineering Education* Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 439-444.
23. KITCHENHAM, B. and CHARTERS, S., 2007. *Guidelines For Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. Keele University and Durham University Joint Report, 2007.

24. LAABIDI, M. and M. JEMNI. Personalizing Accessibility to E-Learning Environments. *Anonymous 2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2010.
25. LÓPEZ-JAQUERO, V., VANDERDONCKT, J., MIÑÓN, R., MORENO, L., MARTÍNEZ, P. and ABASCAL, J., 2014. An approach to the integration of accessibility requirements into a user interface development method. *Science of Computer Programming*, 15 June 2014, vol. 86, pp. 58-73.
26. MORENO LÓPEZ, L. and MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, P., 2010. *AWA, Marco metodológico específico en el dominio de la accesibilidad para el desarrollo de aplicaciones web*. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID.
27. MORENO, L., MARTÍNEZ, P. and RUIZ, B., 2008. A MDD Approach for Modelling Web Accessibility.
28. MORENO, L., VALVERDE, F., MARTÍNEZ, P. and PASTOR, O., 2013. SUPPORTING NAVIGATION ACCESSIBILITY REQUIREMENTS IN WEB ENGINEERING METHODS. *Journal of Web Engineering*, vol. 12, no. 2013-07.
29. POWER, C. and R. PAIGE. Content Personalization for Inclusive Education through Model-Driven Engineering. *5th International Conference, UAHCI 2009, July 19-24, 2009. Proceedings, Part III*, 2009.
30. SANTIAGO, I., JIMÉNEZ, A., VARA, J.M., DE CASTRO, V., BOLLATI, V.A. and MARCOS, E., 2012. Model-Driven Engineering as a new landscape for traceability management: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, vol. 54, no. 12, pp. 1340-1356.
31. VIERITZ, H., O. PFEIFFER and S. JESCHKE. BELEARNING: Designing accessible eLearning applications. *Anonymous 2007 37th Annual Frontiers In Education Conference - Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports*, 2007.
32. VIERITZ, H., SCHILBERG, D. and JESCHKE, S., 2014. Early Accessibility Evaluation in Web Application Development. In: S. JESCHKE, I. ISENHARDT, F. HEES and K. HENNING eds., *Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2013/2014* Cham: Springer International Publishing, pp. 757-764.
33. VIERITZ, H., SCHILBERG, D. and JESCHKE, S., 2013. User Interface Modelling for Accessible Web Applications with the Unified Modelling Language. *Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2011/2012* Berlin, pp. 939-951 springer.
34. VIERITZ, H., YAZDI, F., SCHILBERG, D., GÖHNER, P. and JESCHKE, S., 2011. User-Centered Design of Accessible Web and Automation Systems. *7th Conference of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society, USAB 2011, Graz, Austria, November 25-26, 2011*, pp. 367-378.
35. WATANABE, W.M., D.F. NETO, T.J. BITTAR and R.P.M. FORTES. WCAG conformance approach based on Model-Driven Development and WebML. *Anonymous SIGDOC 2010 - Proceedings of the 28th ACM International Conference on Design of Communication*, 2010.
36. YAZDI, F., VIERITZ, H., JAZDI, N., SCHILBERG, D., GÖHNER, P. and JESCHKE, S., 2011. A Concept for User-Centered Development of Accessible User Interfaces for Industrial Automation Systems and Web Applications. *UAHCI 2011, July 9-14, 2011, Proceedings, Part IV* Berlin, pp. 301-310.
37. ZOUHAIER, L., BENDALY HLAOUI, Y. and JEMNI BEN AYED, L., 2015. A Model Driven Approach for Improving the Generation of Accessible User Interfaces.
38. ZOUHAIER, L., Y. BENDALY HLAOUI and L. JEMNI BEN AYED. Generating Accessible Multimodal User Interfaces Using MDA-Based Adaptation Approach *COMPSAC, 2014 IEEE*.
39. ZOUHAIER, L., BENDALY, Y. and JEMNI, L., 2014b. A MDA-based Approach for Enabling Accessibility Adaptation of User Interface for Disabled People.

# Un modelo de enseñanza bilingüe a docentes para la enseñanza a estudiantes con discapacidad auditiva: una propuesta de capacitación virtual

Alma de los Ángeles Cruz Juárez <sup>1</sup>

Gerardo Contreras Vega <sup>2</sup>, Juan Carlos Pérez Arriaga <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Idiomas, <sup>2</sup>Facultad de Estadística e Informática.

Universidad Veracruzana

Xalapa-Veracruz. México

E-mail: acruz@uv.mx<sup>1</sup>, gcontreras@uv.mx<sup>2</sup>, juaperez@uv.mx<sup>3</sup>

**Resumen:** El presente trabajo tiene como objetivo, exponer algunas reflexiones sobre la propuesta de capacitación virtual a personal docente de la Universidad Veracruzana, acerca del manejo de un modelo educativo bilingüe para personas sordas. Dicho modelo es una propuesta pedagógica que conjugue diferentes condiciones y factores asociados al aprendizaje de dos lenguas, la primera la Lengua de Señas Mexicana (LSM) y la segunda el Español de acuerdo a las potencialidades del sordo. Se fundamenta, en testimonios de estudiantes sordos que manifiestan la necesidad de acceder a una enseñanza con orientación bilingüe que posibilite ingresar, permanecer y egresar del proceso educativo; además retoma ordenamientos jurídicos que respaldan los derechos de las personas con discapacidad tanto a nivel internacional, nacional, estatal y los propios de la Instituciones de Educación Superior (IES). Esta oferta de capacitación se impartirá a través de la plataforma virtual EMINUS, el cual es un sistema de administración de ambientes flexibles de aprendizaje.

**Palabras clave:** Lengua de Señas Mexicana, Persona Sorda, Modelo Bilingüe, Inclusión Educativa, Derechos Humanos.

## 1 Introducción

La oferta educativa cada vez mayor de la Universidad Veracruzana para el ingreso de estudiantes con discapacidad, específicamente en este caso el sordo, obliga a pensar en estrategias innovadoras, en espacios que favorezcan la inclusión con las estructuras pedagógicas necesarias, como sería el caso de la capacitación virtual a docentes, para lograr que el proceso enseñanza y aprendizaje sea posible en un contexto de respeto y reconocimiento a la diversidad, soportado en la legislación internacional, nacional, estatal y la propia de la Instituciones de Educación Superior en México (IES).

Lo anterior se justifica en los ordenamientos jurídicos que establecen la importancia de la Lengua de Señas en la inclusión de las personas con discapacidad, en este caso las personas sordas; como es el caso de la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (2008) la cual realiza una serie de definiciones de conceptos referidos a la comunicación y los medios para su logro, como son las siguientes definiciones:

“La comunicación incluirá los lenguajes, la visualización de textos, el Braille, la comunicación táctil, los macrotipos, los dispositivos multimedia de fácil acceso, así como el lenguaje escrito, los sistemas auditivos, el lenguaje sencillo, los medios de voz digitalizada y otros modos, medios y formatos aumentativos o alternativos de comunicación, incluida la tecnología de la información y las comunicaciones de fácil acceso” [1].

Por Lenguaje “se entenderá tanto el lenguaje oral como la lengua de señas y otras formas de comunicación no verbal”[1].

La accesibilidad señalada en el artículo 9, refiere que con la finalidad de que las personas con discapacidad puedan vivir en forma independiente, los Estados Parte adoptarán medidas pertinentes para asegurar el acceso de este sector en igualdad de condiciones con los demás a los diferentes entornos. “Estas medidas que incluirán la identificación y eliminación de obstáculos, barreras de acceso, se aplicarán entre otras, ofrecer formas de asistencia humana o animal e intermediarios, incluidos guías, lectores e intérpretes profesionales de la lengua de señas, para facilitar el acceso a edificios y otras instalaciones abiertas al público” [1].

Mientras que el artículo 21 que corresponde a la libertad de expresión y de opinión y acceso a la información, menciona que se deberá “Aceptar y facilitar la utilización de la lengua de señas, el Braille, los modos, medios, y formatos aumentativos y alternativos de comunicación y todos los demás modos, medios y formatos de comunicación accesibles que elijan las personas con discapacidad en sus relaciones oficiales. Y finalmente el artículo 24 de la educación alude a “Facilitar el aprendizaje de la lengua de señas y la promoción de la identidad lingüística de las personas sordas” [1].

En nuestro país México, la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad de igual manera, retoma la importancia de la comunicación en grupos vulnerables como lo es la comunidad sorda y refiere el valor de la lengua de señas como su medio de comunicación argumentando que “Se entenderá el lenguaje escrito, oral y la lengua de señas mexicana, la visualización de textos, sistema Braille, la comunicación táctil, los macro tipos, los dispositivos multimedia escritos o auditivos de fácil acceso, el lenguaje sencillo, los medios de voz digitalizada y otros modos, medios, sistemas y formatos aumentativos o alternativos de comunicación, incluida la tecnología de la información y las comunicaciones de fácil acceso” [2]. Así mismo, refleja la necesidad de “proporcionar a los estudiantes con discapacidad materiales y ayudas técnicas que apoyen su rendimiento académico, procurando equipar los planteles y centros educativos con libros en braille, materiales didácticos, apoyo de intérpretes de lengua de señas mexicana o especialistas en sistema braille, equipos computarizados con tecnología para personas ciegas y todos aquellos apoyos que se identifiquen como necesarios para brindar una

educación con calidad” [2] y que “los medios de comunicación implementarán el uso de tecnología y, en su caso, de intérpretes de la Lengua de Señas Mexicana, que permitan a la comunidad de sordos las facilidades de comunicación y el acceso al contenido de su programación”[2].

Otro de los ordenamientos jurídicos es la ley número 822 para la integración de las personas con discapacidad del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, la cual justifica la importancia de la Lengua de Señas Mexicana al mencionar que se debe “Promover el acceso de la población con discapacidad auditiva y visual a la educación pública, obligatoria y bilingüe, que comprenda la enseñanza del idioma español y, en su caso, la lengua de señas mexicana y el sistema Braille, así como el uso suplementario de lenguas indígenas, cuando las circunstancias lo requieran;” [3] además de “Diseñar e implementar programas de formación y certificación de intérpretes, estenógrafos del español y demás personal especializado en la difusión y uso conjunto del español y la lengua de señas mexicana” [3]; y “Adoptar las medidas pertinentes para emplear a maestros, incluidos los que tengan discapacidad, competentes en el uso de lengua de señas mexicana o sistema Braille, para formar y capacitar a profesionales y personal que labore en el Sistema Educativo” [3].

Dentro del contexto específico de las instituciones de educación superior mexicanas (IES), la Declaración de Yucatán sobre los derechos de las Personas con Discapacidad en las Universidades señala:

“Es necesario reconocer la universalidad, indivisibilidad, progresividad, interdependencia e interrelación, de todos los derechos humanos y libertades fundamentales, así como la necesidad de garantizar que las personas con discapacidad en las universidades los ejerzan plenamente y sin discriminación” [4]. “Es totalmente relevante considerar, para que las personas con discapacidad puedan gozar plenamente de todos los derechos humanos y las libertades fundamentales, la importancia de la accesibilidad en un sentido amplio, a los servicios, al entorno físico, especialmente al uso y disfrute de las instalaciones universitarias, así como su participación en los aspectos sociales, económicos y culturales, desde luego en la educación” [4].

Correspondiente al contexto universitario, específicamente el caso de la Universidad Veracruzana, se aborda un apartado que trata el tema de la discapacidad, dicho apartado se encuentra plasmado el estatuto de los alumnos de la misma Universidad Veracruzana, el cual fue agregado en el año de 2008 como lo es el artículo 168, II Bis 26, de los derechos de los alumnos en el que a la letra dice “En caso de contar con alguna discapacidad, recibir la atención y apoyos académicos para realizar las actividades propias a su calidad de alumno. Para tal efecto las autoridades y funcionarios de la Universidad Veracruzana adoptarán, de acuerdo a la disponibilidad presupuestal, las medidas pertinentes para que las entidades académicas cuenten con material educativo, así como infraestructura y tecnología que les permitan hacer efectivo el derecho a la educación sobre la base de la igualdad de oportunidades” [5].

En este sentido, la preocupación de cómo abordar un proceso inclusivo para la formación de alumnos sordos, mediante la capacitación de los docentes, y que reúnan los elementos que habrán de conformar un modelo educativo orientado a su inclusión que

considere además la participación de alumnos oyentes, profesores, familiares y la comunidad universitaria en general, ha suscitado un gran debate que ha impulsado a plantear y replantear iniciativas como la que aquí se expone.

La propuesta de un modelo bilingüe virtual, sustentado en la Lengua de Señas Mexicana como primer lengua, surge con el fin de generar un análisis de los procesos de inclusión de las personas sordas a la educación, a la vida universitaria, que va desde la sensibilización de toda la comunidad oyente, hasta la transformación de proyectos educativos institucionales, es decir, pretende contribuir a la construcción de un sistema educativo más equilibrado y justo, orientado a mejorar la calidad de vida y el desarrollo educativo de las personas sordas, ofreciendo propuestas concretas e innovadoras, que ayuden a la construcción de alternativas inclusivas respecto de la educación de los alumnos sordos, sobre la base del respeto a su identidad.

El modelo se propone no a partir de la perspectiva de la deficiencia o discapacidad, sino más orientado al rol social de la escuela en cualquiera de los niveles, fundamentado en el enfoque de inclusión educativa y derechos humanos, y será instrumentado a través de la plataforma de EMINUS de la Universidad Veracruzana con la participación del grupo académico especializado en este tema.

EMINUS es un “sistema de administración de ambientes flexibles de aprendizaje, que permite presentar y distribuir contenidos educativos, brindando la posibilidad de contar con un Campus digital para la comunicación y colaboración sin límite de tiempo y distancia” [6], es decir una plataforma virtual desarrollada por la Universidad Veracruzana que cuenta con los elementos suficientes para el desarrollo de este proyecto.

Esta propuesta se sustenta en testimonios de estudiantes sordos de la Universidad Veracruzana quienes han mencionado “Que se busquen formas de enseñanza por medio de la capacitación a maestros utilizando las plataformas virtuales más accesibles, para que manejen los conocimientos necesarios para la enseñanza a estudiantes sordos mediante el uso de lengua de señas como nuestro primera lengua [...] Los estudiantes que entramos a la Universidad necesitamos apoyo como en que nos enseñen a escribir, no que nos den a copiar ni que nos den las cosas sino que nos ayuden a investigar a aprender un poquito más [...] Se necesitan intérpretes que no estén ocupados, porque los intérpretes siempre tienen otras cosas que hacer, un intérprete que este un día uno y al otro día otro, que nos puedan apoyar con eso, para que no estemos solos [...] En la universidad, en la UV los maestros me enseñaban con clasificadores de señas, eso estaba muy bien, ellos trataban de usar los clasificadores, me gustaba, había diferentes, otros no usaban señas y hablaban nada más y era más difícil esa parte [...] Sentí muy poco rechazo, eran amables, yo los respetaba, analizaba la situación de los maestros, pero los respetaba, había algunos que sí me enseñaban, otros no, pero eran amables, y como veían que yo era sordo, pues se apartaban de mí, era su decisión yo los respeto y pues no importa” [7].

Dichos argumentos fueron realizados en relación a la necesidad de tener intérpretes en lengua de señas mexicana que funjan como ayuda en el proceso de aprendizaje.

Lo anterior da muestra de la necesidad impostergable en la aplicación de proyectos y propuestas de mejora en el ámbito de la educación superior dirigidos a la inclusión de las personas sordas, quienes en su mayoría han pasado por procesos educativos de

aprendizaje fragmentados, en los que su mejor medio de comunicación ha sido mediante una escritura básica y el intercambio de información a través de movimientos gestuales y mímicos que logran hacer una mediana comunicación, comprensión y entendimiento entre el profesor, el estudiante sordo y sus compañeros oyentes.

## 2 Acerca del modelo bilingüe

La búsqueda de los métodos de enseñanza accesibles para personas sordas han sido impulsadas principalmente en las últimas décadas que plasman una filosofía de enseñanza bilingüe en la cual la lengua de señas, lenguaje de las personas sordas, sea considerado como el medio principal de comunicación para la enseñanza y aprendizaje, sobre todo considerando los grandes aportes de Mahshine (1995), citado en el documento Orientaciones para la atención educativa de alumnos sordos que cursan la Educación Básica, desde el Modelo Educativo Bilingüe-Bicultural a través del Programa de Fortalecimiento de la Educación Especial y de la Integración Educativa de la Secretaría de Educación Básica, quien ha revisado otros modelos en Suecia, Dinamarca y Estados Unidos donde se documenta el dominio de la Lengua de Señas como primera lengua, concluyendo que este es un factor determinante para la adquisición de una segunda lengua, como sería en este caso el Español [8].

Por otro lado Svartholm (2004) citado por el mismo documento ejemplifica el caso de Suecia, que demuestra que este modelo ha dado buenos resultados en escuelas para sordos donde estos estudiantes han terminado la educación básica en porcentajes considerables, haciéndolo con el mismo nivel de comprensión de lectura que sus compañeros oyentes. Estos investigadores afirman que el resultado de los programas bilingües han reportado que se promueve el desarrollo del lenguaje, las competencias académicas y los beneficios cognitivos [9].

Por otra parte Fernández (2008), recomienda que para la implementación de un modelo bilingüe se deben revisar factores históricos y sociales así como las propias condiciones de las instituciones educativas donde se van a realizar, es decir, conocer las realidades educativas y culturales, y los recursos materiales que se disponen [10].

## 3 Metodología de la propuesta

**Etapa 1.** Diagnóstico de necesidades de enseñanza, el cual se realizará mediante la incorporación de estudiantes con discapacidad auditiva para conocer sus requerimientos en el contexto de la educación superior.

**Etapa 2.** Planeación de los contenidos temáticos de acuerdo a los resultados del diagnóstico, que evidencien la necesidad de conocer la cultura del sordo e incorporarla en los planes de estudio de las diferentes licenciaturas mediante un modelo de enseñanza bilingüe, siendo la lengua de señas mexicana el principal medio de comunicación para la enseñanza-aprendizaje.

**Etapa 3.** Capacitación a docentes en el uso de la Lengua de Señas Mexicana, como elemento para diseñar conjuntamente un modelo educativo orientado a la inclusión de estudiantes sordos.

**Etapa 4.** Evaluación de los docentes con respecto al dominio de los contenidos a través de estudiantes sordos, los cuales recibirán una clase donde se utilizará la lengua de señas para exponer los contenidos en una clase muestra.

**Etapa 5.** Conformación del modelo de enseñanza bilingüe, con personal especializado en el tema, docentes capacitados y estudiantes sordos.

## 4 Conclusión

El desarrollo e implementación de un modelo de enseñanza bilingüe a docentes para la enseñanza a estudiantes con discapacidad auditiva, contribuirá a sensibilizar a las comunidades universitarias para dimensionar la importancia de la transformación de proyectos educativos con pertinencia social, enfocados a subsanar problemas sociales como es el caso de la falta de acceso de las personas sordas a las instituciones de educación superior. Agradecemos a la Universidad Veracruzana por las facilidades proporcionadas para la realización de este trabajo.

## Referencias

1. ONU. (mayo de 2008). United Nations. Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. Obtenido de: <http://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>
2. Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos. (17 de diciembre de 2015). Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad. México: Diario Oficial de la Federación.
3. Órgano de Gobierno del Estado de Veracruz. (26 de febrero de 2010). Ley número 822 para la integración de las personas con discapacidad del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Xalapa-Enríquez, Veracruz, México: Gaceta Oficial.
4. Universidad Nacional Autónoma de México. (2 de julio de 2008). Declaración de Yucatán sobre los Derechos para las Personas con Discapacidad en las Universidades. Mérida, Yucatán, México.
5. Universidad Veracruzana. (4 de junio de 2009). Universidad. Obtenido de Legislación: <http://www.uv.mx/legislacion/files/2015/12/ACUERDO-04-06-2009.pdf>
6. Universidad Veracruzana. Sistema de Educación Distribuida EMINUS. Obtenido de <http://www.uv.mx/dgti/servicios-de-ti/eminus/>
7. Entrevista a estudiantes Universitarios Sordos de la Universidad Veracruzana, Facultad de Artes, Xalapa, Ver. México (21 de septiembre de 2016)
8. Mahshine, S. N. (1995), Educating Deaf Children Bilingually, Gallaudet University. Obtenido del documento Orientaciones para la Atención educativa de alumnos obtenido de [http://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/doctos/2Academicos/6Libro\\_Orientaciones.pdf](http://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/doctos/2Academicos/6Libro_Orientaciones.pdf)
9. Svartholm, Kristina (2004), "¿Cómo leer a los niños sordos?" Conclusiones de la conferencia, Buenos Aires, Sociedad Argentina de Pediatría. Obtenido de

[http://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/doctos/2Academicos/6Libro\\_Orientaciones.pdf](http://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/doctos/2Academicos/6Libro_Orientaciones.pdf)

10. Fernández Viader, María (2008), “Modelos actuales de educación bilingüe para los sordos en España”, en Revista Psicolingüística Aplicada, núm. 3, vol. VIII, España

# Experiencia de evaluación de accesibilidad móvil

Juan Aguado-Delgado<sup>1</sup>, Cristian Timbi-Sisalima<sup>2</sup>, José-María Gutiérrez-Martínez<sup>1</sup>,  
José R. Hilera<sup>1</sup>, Ana Castillo-Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Computación  
Escuela Politécnica Superior - Universidad de Alcalá  
28871 Alcalá de Henares (Madrid)

E-mail: j.aguado@edu.uah.es, {josem.gutierrez, jose.hilera, ana.castillo}@uah.es

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia  
Universidad Politécnica Salesiana (UPS)  
Cuenca – Ecuador  
E-mail: ctimbi@ups.edu.ec

**Resumen.** Este artículo presenta el proceso de evaluación de la accesibilidad de una aplicación móvil y su posterior mejora, siguiendo una guía del CEAPAT-IMSERSO basada en la aplicación de la normativa UNE 139802:2009 y en las recomendaciones de los Sistemas Operativos para móviles (Android, Blackberry OS, iOS y Windows). Con el caso de estudio planteado se pretende validar el método de evaluación propuesto, analizando los resultados alcanzados y resumiendo los principales problemas de accesibilidad detectados.

**Palabras clave:** Accesibilidad, Dispositivo móvil, Evaluación.

## 1 Introducción

En una sociedad en la que el uso de los dispositivos móviles ha aumentado enormemente [1], tanto a nivel laboral como personal, es necesario tomar conciencia de los problemas reales de accesibilidad que pueden encontrar los usuarios con diversidad funcional. Estos usuarios tienen a su disposición ayudas técnicas, que facilitan el acceso y la interacción con los contenidos de los dispositivos móviles compensando las limitaciones funcionales producidas por los distintos tipos de discapacidad [2], pero para que sean efectivas es imprescindible que las aplicaciones móviles (apps) sean accesibles. Por esta razón es tan importante llevar a cabo una evaluación formal de las aplicaciones móviles y revelar todos los problemas de accesibilidad posibles.

El objetivo de este estudio es la evaluación manual del nivel de accesibilidad de una aplicación móvil real, siguiendo una metodología específica basada en los recursos aportados por una guía del CEAPAT-IMSERSO [3], la elaboración de un informe de auditoría de accesibilidad de dicha aplicación y la posterior mejora de la misma. Así, se pretende demostrar la solvencia del método de evaluación y mejora propuesto, el cual no requiere herramientas de análisis automáticas durante el proceso.

El documento presenta la siguiente estructura: en el apartado 2 se explica la metodología seguida; en el apartado 3 se resume el proceso de evaluación desempeñado, concretando las tareas y resultados de cada paso de la metodología; en el apartado 4 se exponen brevemente los principales problemas de accesibilidad detectados y cómo se resolvieron; finalmente, en el apartado 5 se plasman las conclusiones del estudio.

## 2 Metodología seguida

La metodología aplicada para determinar el grado de accesibilidad de la aplicación móvil ha sido definida ad hoc a partir de los recursos dispuestos en la guía anteriormente mencionada [3], donde se brindan (entre otras cosas) principios básicos para el diseño de aplicaciones móviles accesibles, requisitos de desarrollo de aplicaciones móviles accesibles y una lista de comprobación de la accesibilidad de las aplicaciones móviles. Estos elementos permiten incrementar la accesibilidad de cualquier aplicación móvil, independientemente de la tecnología de base para la que haya sido desarrollada (Android, Blackberry OS, iOS y Windows), y/o analizarla mediante un proceso de auto-evaluación o a través de una evaluación externa.

Con dicha metodología se puede trabajar sobre la aplicación móvil objetivo en su totalidad (incluyendo todos los flujos de ejecución posibles) o hacerlo únicamente considerando un conjunto limitado con los escenarios más representativos (aquellos que permiten valorar todas las formas de interacción con la aplicación).

La metodología se compone de los siguientes pasos:

- Paso 1. Revelar las carencias de diseño de la aplicación a partir de los “Principios básicos para el diseño de Apps accesibles” (apartado 4 de la guía), valorando el cumplimiento de cada principio, justificando si el principio no es aplicable, se satisface o no se satisface. Para que un principio se cumpla debe de satisfacerse en todos los componentes y vistas de la aplicación (o de los escenarios seleccionados). Así, si presenta problemas en un sólo lugar ya no se puede considerar como principio cumplido.
- Paso 2. Analizar del mismo modo todos y cada uno de los “Requisitos para hacer una aplicación accesible” (visibles en el apartado 6.5 de la guía). Dada la gran redundancia existente entre principios y requisitos, se pueden justificar algunos requisitos referenciando directamente los principios equivalentes. En este punto concreto el desarrollador tiene a disposición un documento con el análisis completo de principios de diseño y requisitos de desarrollo, en el que se evalúa el cumplimiento y aplicabilidad de cada uno de ellos.
- Paso 3. Tomando como guía las carencias detectadas, plasmadas en el documento de análisis, ya sería posible mejorar la aplicación objetivo.
- Paso 4. Por último, se pueden chequear todos los items de la lista de comprobación del apartado 7.1 (Verificación de requisitos) sobre la aplicación modificada, para conocer el nivel de accesibilidad del SW final tras las mejoras.

Por tanto, considerando todo lo anterior, el desarrollador tendría: un documento en el que se identifican las carencias de accesibilidad en base a los principios y requi-

sitos, la aplicación original, la aplicación mejorada tras solventar los problemas evidenciados y un documento donde se revisan los componentes de la lista de comprobación.

Además, se podría aplicar esta metodología de manera reiterada para completar un proceso de mejora continua sobre la aplicación objetivo.

### 3 Proceso de evaluación

La aplicación móvil seleccionada para la evaluación de accesibilidad es “Banco Alcalá”, desarrollada para el SO Android 5.1.1 por uno de los autores para poner a prueba la metodología de evaluación planteada. Dada la amplitud y características de esta aplicación móvil, se ha decidido revisar la totalidad de la misma.

Una vez fijado el objetivo, se han definido los medios técnicos y métodos a usar:

- Los recursos definidos en la guía de referencia [3]: principios básicos para el diseño de aplicaciones móviles accesibles, requisitos de desarrollo de aplicaciones móviles accesibles y lista de comprobación de la accesibilidad de las aplicaciones móviles.
- La metodología establecida en el apartado anterior, considerando todos sus pasos en orden secuencial.
- La herramienta de análisis *The Colour Contrast Analyser* (CCA), que permite detectar la relación de contraste entre el fondo de los elementos significativos y el texto visible de éstos, necesario para evaluar el cumplimiento de algunos principios y/o requisitos.
- Las tecnologías de apoyo presentes en el SO de la aplicación objetivo (lector de pantalla *Talkback*, modo de textos grandes, etc.).

#### 3.1 Paso 1. Revelar las carencias de accesibilidad del diseño de la aplicación

Una vez establecidos los escenarios de prueba, que pueden involucrar todos los flujos de ejecución de la aplicación (como ha sucedido en el caso particular de la evaluación acometida en este estudio), es posible evidenciar los fallos de accesibilidad que presentan. Así, a partir de los 84 epígrafes integrados en el conjunto “Principios básicos para el diseño de Apps accesibles” (apartado 4 de guía de referencia [3]), el evaluador es capaz de valorar el nivel de accesibilidad de la aplicación móvil desde el punto de vista del diseño, analizando el cumplimiento de cada principio y ofreciendo una justificación suficiente acerca de si éste no es aplicable, se satisface o no se satisface (los tres posibles resultados de valoración).

Si un principio implica características o aspectos que no están presentes en la aplicación se considera que es “No aplicable”, como sucede, por ejemplo, en los epígrafes del principio “4.3.7 Subtitulado” si no existen vídeos en la aplicación evaluada.

En cada uno de los principios aplicables (con sus correspondientes epígrafes o consideraciones específicas) es necesario que se satisfagan la totalidad de conceptos involucrados en todos los controles y contenidos de la aplicación (o de los escenarios seleccionados) para que pueda considerarse como principio cumplido. En caso con-

trario éste no se satisface, incluso aunque sólo se incumpla en un único elemento de toda la aplicación.

Hay que aclarar que, aunque los principios utilizados a los que se hace referencia (adaptados parcialmente de la norma UNE 139802:2009 [4]) fueron ideados para ser contemplados durante la fase de diseño, se ha demostrado que también pueden ser empleados una vez se ha finalizado el desarrollo de las aplicaciones móviles para detectar errores de accesibilidad relacionados con su diseño.

Al terminar este primer paso, el evaluador cuenta con un documento donde se detallan los motivos de la aplicabilidad y el cumplimiento de cada principio de diseño, con lo que es posible empezar a conocer el nivel de accesibilidad de la aplicación móvil y saber por qué es accesible/no accesible según dichos criterios, lo que permite además revelar formas de mejorarla.

### **3.2 Paso 2. Analizar los requisitos para hacer una aplicación accesible**

Tras haber evaluado los principios de diseño, en el segundo paso hay que analizar del mismo modo (no aplicable, se satisface o no se satisface) todos y cada uno de los 23 epígrafes de los “Requisitos para hacer una aplicación accesible” (contenidos en el apartado 6.5 de la guía utilizada [3]). De esta manera se pueden detectar más carencias de accesibilidad presentes en la aplicación objetivo, en este caso relacionadas con aspectos propios del desarrollo en vez de únicamente con conceptos de diseño.

En este punto del proceso de evaluación la cantidad de trabajo se reduce considerablemente debido a que algunos requisitos son recurrentes con respecto a los principios de diseño, de modo que se pueden justificar ciertos requisitos a partir de las explicaciones ofrecidas para los principios equivalentes.

También en esta ocasión los requisitos (recomendaciones de los SSOO) han sido pensados para ser utilizados durante el desarrollo de las aplicaciones móviles, pero es posible emplearlos una vez se han generado para detectar fallos de accesibilidad.

A partir de las labores acometidas en este segundo paso se pueden complementar los resultados plasmados en el documento confeccionado en la primera etapa por el evaluador (con los resultados relativos a los principios de diseño), detallando los motivos de la aplicabilidad y el cumplimiento de todos los requisitos de desarrollo. Así, este documento de análisis completo permite conocer el nivel de accesibilidad de la aplicación móvil y saber por qué es accesible/no accesible según los principios y requisitos contemplados, revelando posibles mejoras.

### **3.3 Paso 3. Mejorar la aplicación objetivo**

Con las carencias de accesibilidad evidenciadas en el documento de análisis generado, se ejecutan las acciones necesarias para mejorar la aplicación móvil evaluada.

Para ello sólo hay que tener en cuenta las sugerencias planteadas en los diferentes principios y requisitos, de modo que estos elementos sirven tanto para detectar los problemas de accesibilidad como para subsanarlos (independientemente del SO para el que haya sido desarrollada la aplicación móvil). No obstante, es probable que los fallos más complejos requieran de un trabajo adicional a la hora de corregirlos.

### 3.4 Paso 4. Chequear lista de comprobación de accesibilidad

En el último paso, tras haber mejorado la aplicación móvil en la medida de lo posible, debe comprobarse hasta qué punto se han hecho avances en materia de accesibilidad.

Para lograrlo hay que chequear el cumplimiento de los 12 ítems de la lista de comprobación del apartado “7.1 Verificación de requisitos” de la guía [3]. De esa forma se puede conocer el nivel de accesibilidad del SW final tras las modificaciones.

Además de acometer una primera comprobación, se recomienda activar cada uno de los servicios de accesibilidad del SO para el que se ha desarrollado la aplicación móvil y llevar a cabo comprobaciones adicionales para garantizar que su funcionamiento es correcto con cada uno de ellos activos, considerando nuevamente aquellos elementos del listado de verificación que sean oportunos.

Como se indicó en apartados anteriores, sería posible repetir el proceso de evaluación y mejora de manera iterativa para alcanzar un nivel de accesibilidad óptimo en la aplicación objetivo, ya que tras la primera iteración pueden quedar fallos por corregir.

## 4 Resultados

La aplicación analizada no satisface la totalidad de principios y requisitos utilizados, presentando en algunos casos barreras evidentes para la interacción con los controles y componentes de la misma.



**Figura 1.** Pantalla principal de aplicación objetivo

Además, tras examinar todos los flujos de ejecución en la evaluación, se han detectado fallos de accesibilidad bloqueantes, observables en aquellas situaciones en las que no se ofrece ninguna versión alternativa al método de uso original para desempeñar las acciones oportunas por otros medios.

En el transcurso del análisis, siguiendo los pasos de la metodología descrita, se han obtenido los siguientes resultados:

1. **PRINCIPIOS NO SATISFECHOS (20 de un total de 84 [24%]):**
  - **Recomendaciones generales (10 fallidos de un total de 36 [28%])**

- 1.1.5.Etiquetas de iconos
  - 1.2.1.Interfaz flexible y personalizable
  - 1.2.3.Personalizar la apariencia de los elementos
  - 1.2.4.Apariencia del cursor
  - 1.2.5.Importación y exportación de preferencias
  - 1.3.6.Copiar y pegar
  - 1.3.7.Autocompletar
  - 1.3.8.Persistencia de avisos relevantes
  - 1.3.13.Controles temporales
  - 1.4.9.Tablas
  - **Entradas (4 fallidos de un total de 21 [19%])**
    - 2.2.1.Ubicación del foco
    - 2.2.3.Función volver
    - 2.3.2.Atajos
    - 2.4.1.Alternativa al dispositivo apuntador
  - **Salidas (2 fallidos de un total de 22 [9%])**
    - 3.3.2.Tamaño y color
    - 3.4.3.Personalización de los colores de la interfaz
  - **Soporte al usuario (4 fallidos de un total de 5 [80%])**
    - 4.1.1.Redacción clara y sencilla
    - 4.1.2.Sistema de ayuda
    - 4.1.3.Formatos alternativos
    - 4.1.4.Información sobre la accesibilidad
2. REQUISITOS NO SATISFECHOS (8 de un total de 26 [31%]):
- 1.1.Descripción de controles no textuales
  - 1.2.Recomendaciones para la creación de etiquetas
  - 1.4.Recomendaciones para la creación de instrucciones (Hint) en campos de texto
  - 2.2.Localización del foco
  - 3.5.Tablas
  - 5.1.Proporcionar mensajes claros y concisos
  - 5.2.Tamaño del texto
  - 5.3.Posición de la etiqueta visible
3. CORRECCIONES APLICADAS SOBRE APP (6 modificaciones):
- Se ha añadido una descripción (con propiedad contentDescription) a una imagen sin contenido textual.
- ```

<ImageView
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:id="@+id/imageView"
    android:background="@drawable/servicios"
    android:contentDescription="@string/des_img_servicios" />
    
```

**Figura 2.** Corrección de descripción (contentDescription) sobre imagen sin contenido textual

- Se han revisado los textos y se ha mejorado su redacción usando etiquetas más simples.
- Se han redactado unas instrucciones (Hint) de campos de texto más descriptivas y se han finalizado con un punto.

- ➔ Se han modificado los mensajes y se ha aumentado el tiempo de presentación de aquellos que son temporales.
- ➔ Se han cambiado las unidades de dimensión del texto a sp (anteriormente como dp) para que se presente correctamente al aumentar su tamaño.

```
<dimen name="txt_7sp">7sp</dimen>
<dimen name="txt_12sp">12sp</dimen>
<dimen name="txt_13sp">13sp</dimen>
<dimen name="txt_14sp">14sp</dimen>
<dimen name="txt_15sp">15sp</dimen>
<dimen name="txt_16sp">16sp</dimen>
<dimen name="txt_18sp">18sp</dimen>
<dimen name="txt_20sp">20sp</dimen>
<dimen name="txt_26sp">26sp</dimen>
```

**Figura 3.** Corrección de unidades de dimensión del texto (cambian de dp a sp)

- ➔ Se han asociado las etiquetas con los campos de texto correspondientes (usando la propiedad labelFor).

```
<TextView
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Valor a retirar"
    android:id="@+id/lblValorTransaccion"
    style="@style/etiqueta_transaccion"
    android:labelFor="@id/txtValor"
    android:layout_gravity="center_horizontal" />

<EditText
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:inputType="numberDecimal"
    android:id="@+id/txtValor"
    android:drawableLeft="@drawable/ic_money"
    android:hint="Ej: 123,55"
    style="@style/edittext_white"/>
```

**Figura 4.** Corrección para asociar etiquetas a campos de texto (con propiedad labelFor)

4. ITEMS DE LISTA DE COMPROBACIÓN NO SATISFECHOS [TRAS CORRECCIONES] (1 de un total de 12 [8%]):

- ➔ *Gestos con lector de pantalla activado*

A raíz de la revisión se han detectado numerosos problemas de accesibilidad. A continuación se presentan los más representativos:

- Existencia de iconos significativos sin etiquetas asociadas.
- La aplicación no dispone de funcionalidades para personalizar la interfaz.
- No es posible personalizar el cursor de texto.
- No se incorpora la funcionalidad de importación/exportación de preferencias.
- El texto no editable no puede ser copiado.
- La aplicación no cuenta con la funcionalidad de autocompletar los campos de texto.
- Los mensajes desaparecen después de unos segundos sin requerir confirmación del usuario.
- Las notificaciones de error y las confirmaciones de acciones se desvanecen.
- No existe sistema de ayuda.
- Una tabla con scroll horizontal no es deslizable con el gesto habitual.

## 5 Conclusiones

De los principios fallados (20), el 50% se encuentran en la categoría de recomendaciones generales (10), otro 20% en la sección de entradas (4), un 10% en salidas (2) y el 20% restante en el apartado de soporte al usuario (4). Considerando estas cifras, la mayor parte de los errores de interacción se corresponden con carencias presentes en controles de todo tipo, con una presencia inferior en los elementos de entrada y aún menor en los controles de salida. Además se ha detectado un déficit importante en lo que al soporte al usuario se refiere, puesto que un 80% de los epígrafes involucrados en dicha categoría han sido violados.

Respecto a los requisitos, los 8 fallos existentes están muy relacionados con el etiquetado de los componentes y las instrucciones/mensajes que se ofrecen al usuario, además de algunos inconvenientes observados en el foco, en el uso de las tablas y en la gestión del tamaño de los textos.

Por tanto, se puede concluir que la aplicación móvil evaluada, en su estado inicial, presentaba deficiencias de accesibilidad suficientes como para que los usuarios con diversidad funcional encontrasen una gran cantidad de problemas al hacer uso de ella. Sin embargo, tras aplicar las 6 correcciones mencionadas, únicamente se han detectado fallos en un 8% de los ítems de la lista de comprobación, con una mejoría notable del nivel de accesibilidad de la aplicación móvil objetivo.

Este trabajo demuestra que es posible acometer una evaluación formal de la accesibilidad de una aplicación móvil y mejorarla de manera reseñable sin tener que recurrir a herramientas de evaluación automáticas, tomando como guía la metodología descrita para garantizar la completitud durante el proceso de revisión y obtener unos resultados precisos y fiables.

## Referencias

1. Ríos R., García E., García-Cabot A., de-Marcos L., Oton S., Gutierrez-Martinez J., Martínez-Herraiz J., Gutierrez-de-Mesa J., Barchino R., Bar-Magen J.: Accesibilidad en smartphones para el acceso a contenidos e-learning. (2012).
2. Grande R., Pereira M.A., Pereira J., Pazos A.: Accesibilidad de las personas mayores a las tecnologías de la información y la comunicación: Situación actual en España. (2008).
3. Gil González S.: Cómo hacer “Apps” accesibles. CEAPAT-IMSERSO, Madrid (España) (2013).
4. Norma UNE 139802:2009 - requisitos de accesibilidad del software. , 1-100 (2009).

## Biblioteca virtual para personas con discapacidad

María José Baima<sup>1</sup>, Pablo Courault<sup>1</sup>, José Luis del Barco<sup>1</sup>,  
Cecilia Lammertyn<sup>1</sup>, Agustín Longoni<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Bibliotecas,  
Universidad Nacional del Litoral.  
Pje. Martínez 2652 - S3002AAB Santa Fe - Argentina  
e-mail: [p-bibliotecas@unl.edu.ar](mailto:p-bibliotecas@unl.edu.ar)

**Resumen.** Se presenta la Biblioteca parlante para personas con discapacidad, la misma ha sido desarrollada por la Asociación Civil “Mirame Bien” en conjunto con la Universidad Nacional del Litoral.

Sus usuarios pueden acceder a los mismos libros que las bibliotecas de la universidad ofrecen en su versión en tinta. Contiene una versión completa de los mismos, con sus contenidos visuales adaptados y transformados en audiolibros en formato mp3, obtenidos por voz sintética.

**Palabras clave:** Accesibilidad, Audiolibros, Personas con Discapacidad, Biblioteca Virtual, Tratado de Marrakech.

### 1 Introducción

Ante el advenimiento de las nuevas tecnologías, muchas de las antiguas barreras y limitaciones del acceso al conocimiento han comenzado a derrumbarse.

Al puerto del necesario sistema Braille y la gran labor de los locutores en la producción de libros parlantes, arribó —con creciente aceptación— la tecnología de la digitalización, para cooperar con la problemática de la discapacidad en la educación.

Conforme a la Ley de Educación Superior de la República Argentina —que procura la inclusión de todos dentro de sus políticas educacionales—, la Asociación Civil “Mirame Bien”<sup>1</sup>, en conjunto con la Universidad Nacional del Litoral (UNL) a través de sus programas de Bibliotecas y UNL Accesible, desarrolla la Biblioteca parlante para personas con discapacidad: un repositorio digital con material en formato de audio, obtenido por voz sintética; que aspira a contener toda la bibliografía obligatoria para cumplimentar las materias de las carreras que se dictan en nuestra casa de estudios.

Está gestionada con el asesoramiento de equipos técnicos aportados por la UNL, formados por profesionales de la informática, del diseño accesible, la bibliotecología, pedagogía y especialistas en cada una de las materias para realizar las adaptaciones necesarias.

---

<sup>1</sup> Personería Jurídica Res. IGJ 861/2011 Prov. Santa Fe, <http://miramebien.org.ar>

## 2 Metodología

### 2.1 Etapas de formación de la biblioteca

En primer término se realizó un riguroso trabajo de planificación, priorizando las carreras con mayor matrícula de alumnado con discapacidad, como así también aquellas que han registrado antecedentes.

Posteriormente se trabajó en la obtención de las licencias del software necesario, en establecer las normas de calidad y procedimientos para la adaptación del material bibliográfico, y la edición del audiolibro. Aquí contamos con el asesoramiento de la Editora Nacional Braille y Libro Parlante<sup>2</sup> (Argentina).

En el ánimo de no superponer esfuerzos se realizó además un relevamiento de los audiolibros producidos en otras instituciones a nivel nacional (Argentina).

### 2.2 Aspectos técnicos

Esta audioteca está disponible a través de un sitio web que se ajusta a los estándares de accesibilidad [1]: para ello se han agregado enlaces para navegar por bloque de contenidos, se han adaptado los formularios, se ha verificado el contraste de color entre la tipografía y el fondo, y se han eliminado todos los elementos que no han sido utilizados.

La biblioteca está desarrollada con el software de código abierto DSpace [2] (sistema de administración de contenidos digitales), con los metadatos codificados según Dublin Core [3] respetando las pautas del Sistema Nacional de Repositorios Digitales (Argentina) [4]. Esta biblioteca permite que cualquier buscador, utilizando el protocolo OAI-PMH<sup>3</sup>, realice la cosecha de sus metadatos.

### 2.3 Proceso de construcción del audiolibro

El proceso puede resumirse en los siguientes pasos (fig.1):

1. Se selecciona una obra impresa y se procede a escanearla. Como criterio de selección se ha considerado el material bibliográfico recomendado para cada cátedra, como así también las sugerencias que los usuarios hacen llegar a nuestro buzón [sugerencias@miramebien.org.ar](mailto:sugerencias@miramebien.org.ar).

---

<sup>2</sup> Organismo del Ministerio de Desarrollo Social de la Nación.

<sup>3</sup> Seleccionamos el protocolo OAI-PMH (Open Archives Initiative-Protocol Metadata Harvesting), ya que es una herramienta de interoperabilidad para el intercambio de información, <http://www.openarchives.org/pmh>

2. Para proceder al escaneo se considera el estado de preservación de los libros: en el caso de los ejemplares antiguos se utiliza un escáner manual con base en “V”, mientras que para los libros con encuadernación rústica se emplea el escáner con alimentador automático.
3. Una vez obtenidas las imágenes digitales del libro, son procesadas por un software para reconocimiento de caracteres (OCR)<sup>4</sup> que convierte el texto digitalizado en un archivo de texto editable. Para una mayor eficiencia en este proceso se procura que la resolución de las imágenes sea apropiada para mejorar el reconocimiento de caracteres pequeños o tipografías que por su morfología resulten confusas.
4. No obstante, pueden producirse fallas en la identificación, por lo que es preciso realizar posteriormente una corrección humana; es decir, cotejar el texto editable con el original.
5. Se procede a reubicar las notas y la numeración de páginas, se describen los contenidos visuales, se pronuncian los vocablos en lengua extranjera y se realiza cualquier otra adaptación necesaria para la comprensión del audio.
6. Se efectúa luego la traslación del texto a voz. Para ello se utiliza un software conversor<sup>5</sup>, empleando las voces Loquendo [5] (voces sintéticas-naturales, que logran una lectura muy próxima a la humana gracias a la entonación y los matices que posee).
7. Finalmente, para su publicación, se generan dos versiones del audiolibro en formato mp3 [6]: una dividida en capítulos o volúmenes de aproximadamente 15 minutos, y otra versión completa. Además, cabe destacar que a cada audio se le aplica un proceso de normalización de volumen, para evitar picos de sonido.



Fig. 1. Diagrama de flujo de trabajo.

## 3 Conclusiones

### 3.1 Estrategias y expectativas

Actualmente se buscan acuerdos con universidades, instituciones, empresas, etc. que acompañen el desarrollo de la Biblioteca parlante.

<sup>4</sup> OCR (Optical Character Recognition). Se emplea el desarrollado por ABBYY 3, <http://latam.abbyy.com/>

<sup>5</sup> Se emplea el TextAloud mp3, <http://www.nextup.com/>

Con la entrada en vigencia del tratado de Marrakech<sup>6</sup> (30/9/2016), se espera poder hacer extensivo este trabajo, y generar vínculos de cooperación también con otros países.

### 3.2 Evaluación y resultados

Considerando la implementación de este proyecto hemos comprobado que se han obtenido resultados positivos al momento de integrar al alumno con discapacidad. Atendiendo las demandas de nuestra propia comunidad educativa, se ha dado un nuevo impulso a nuestra tarea pedagógica brindando valioso material, útil para el aprendizaje de los estudiantes.

Mediante entrevistas personales se ha comprobado que la calidad de los audios cumplen satisfactoriamente las expectativas de los usuarios.

En lo que respecta a la accesibilidad web, se ha podido adaptar y mejorar la plataforma DSpace de código abierto para que se ajuste a los estándares. Los audios se encuentran disponibles en dos opciones de descarga contemplando una eventual deficiencia en los servicios de conectividad.

En el caso de los recursos accesibles se ha generado un manual de procedimientos, que permite sistematizar de manera específica los procesos de adaptación. Éste se encuentra en constante revisión y enriquecimiento.

La Biblioteca parlante se encuentra habilitada en la siguiente dirección <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/bibliotecaparlante>. Es importante destacar que pueden acceder no sólo las personas con discapacidad (cualquiera sea que no admita la lectura convencional) que estudien en la Universidad Nacional del Litoral (Argentina), sino también todas aquellas que acrediten su discapacidad<sup>7</sup> ante la Asociación Civil “Mirame Bien”.

## Referencias

1. Web Accessibility Initiative (WAI) - World Wide Web Consortium (W3C), <http://www.w3.org/WAI/>  
Guía de Accesibilidad para Sitios Web del Sector Público Nacional - Argentina - Anexo 1, [http://www.jefatura.gob.ar/archivos/servicios\\_al\\_ciudadano/Guia%20Accesibilidad\\_1-0.pdf](http://www.jefatura.gob.ar/archivos/servicios_al_ciudadano/Guia%20Accesibilidad_1-0.pdf)
2. <http://www.dspace.org/>
3. Modelo de metadatos elaborado y auspiciado por la DCMI (Dublin Core Metadata Initiative), <http://dublincore.org/>

---

<sup>6</sup> Tratado de Marrakech (2013). Este tratado forma parte de un cuerpo de tratados internacionales sobre derecho de autor administrados por la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual). Su principal objetivo es crear un conjunto de limitaciones y excepciones obligatorias en beneficio de las personas ciegas, con discapacidad visual o con otras dificultades para acceder al texto impreso, <http://www.wipo.int/treaties/es/ip/marrakesh/>

<sup>7</sup> La acreditación de la discapacidad puede variar de acuerdo a los países y la discapacidad que posea la persona.

4. El Sistema Nacional de Repositorios Digitales (SNRD) es una iniciativa del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación Argentina conjuntamente con el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICYT) a través de sus representantes en el Consejo Asesor de la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología, <http://repositorios.mincyt.gob.ar/>
5. <http://www.nuance.es/>
6. <http://mp3licensing.com/>

# Políticas institucionales sobre accesibilidad en la educación superior apoyada en entornos virtuales

Alicia Beatriz López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Mar del Plata  
Mar del Plata – Buenos Aires – Argentina  
E-mail: alicia.lopez@educ.ar

**Resumen.** Al suscribir la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, los Estados Partes se comprometieron a revisar sus políticas públicas y el marco jurídico que las expresa. En este marco, la accesibilidad deviene en Política de Estado: es una cuestión de derechos humanos y un atributo de calidad del diseño para evitar la discriminación por razones de discapacidad. En la gestión académica, las políticas institucionales atraviesan el diseño curricular de las carreras ofrecidas, los planes de trabajo del equipo docente, sus prácticas y las tecnologías mediadoras de los aprendizajes. En cada una de ellas se esconden barreras que perturban o impiden completar los estudios superiores. En este artículo se presenta el proyecto de tesis de Maestría en Gestión Universitaria. Recupera aprendizajes y hallazgos de trabajos anteriores, en particular, el Proyecto ESVI-AL, financiado por el Programa Alfa 3 de la Unión Europea y los radicados en el GICEC.

**Palabras clave:** Gestión universitaria, accesibilidad académica, educación superior virtual, accesibilidad.

## 1 Contexto de la accesibilidad académica en la educación superior

Al reconocerse como una sociedad del conocimiento, el derecho a la educación amplía su alcance a más personas y a niveles educativos más altos[1]. Por otra parte, el desarrollo tecnológico acompaña este proceso de masificación de la educación, permitiendo nuevas modalidades con sus consecuentes desafíos. La educación superior virtual se perfila como una respuesta interesante gracias a la variedad de dispositivos y la disponibilidad cada vez mayor de conexión a Internet[2]. De cursos totalmente en línea a otros con distinta proporción de presencialidad, casi no hay oferta académica del nivel que no incluya alguna instancia de virtualidad.

Por otra parte, los entornos virtuales presentan barreras a la accesibilidad para las personas con comunicación, comprensión o movilidad reducidas. Entendida como un conjunto de características de un entorno, servicio o producto, la accesibilidad debería

permitir el uso equivalente en condiciones de seguridad, confort e igualdad para todas las personas, y en particular, aquellas que presentan alguna discapacidad[3].

La accesibilidad es una política pública en la Argentina, donde la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad[4] tiene jerarquía constitucional desde 2014[5]. Con anterioridad, la Ley de Educación Superior modificada en 2002[6, 7] manifiesta su preocupación por el acceso a la educación superior de estudiantes con discapacidad, investigar sobre esta cuestión y desarrollar estrategias y tecnologías que propicien la inclusión en la sociedad equiparando oportunidades. El Consejo Interuniversitario Nacional aprobó el Programa Integral de Accesibilidad para las Universidades Públicas[8]. Si bien se lograron avances significativos respecto del acceso físico, se observa un área de vacancia en lo que a accesibilidad académica se refiere.

En la gestión académica, las políticas institucionales atraviesan el diseño curricular de las carreras ofrecidas, los planes de trabajo docentes, sus prácticas y las tecnologías mediadoras de los aprendizajes. En cada una de ellas se ocultan barreras que perturban o impiden completar los estudios superiores[9].

Por su impacto, las aulas virtuales y los repositorios digitales son clave para acceder a la información y al conocimiento en la educación superior del siglo 21. Pero también lo es el servicio que la universidad presta para hacer los ajustes razonables a los materiales educativos que utilizarán los alumnos con discapacidad, sea en formato analógico como digital. En la figura 1 se ilustran la relación entre los factores determinantes de la accesibilidad académica.



**Fig. 1.** Relación entre los factores determinantes de la accesibilidad académica

Para acreditar la Maestría en Gestión Universitaria se debe aprobar el Trabajo Final de Maestría Profesional. Este consiste “en un proyecto, un estudio de casos (...) o

*trabajos similares que dan cuenta de una aplicación innovadora o producción personal que, sostenida en marcos teóricos, evidencian casos reales (...) acompañadas de un informe escrito que sistematiza el avance realizado a lo largo del trabajo”[10]. En este artículo se presenta el proyecto de la tesis de maestría.*

## **2 Antecedentes de la investigación**

El Proyecto ESVI-AL fue una iniciativa del Programa Alfa 3 de la Unión Europea para mejorar la accesibilidad de la educación superior virtual[11]. Involucró a universidades europeas y latinoamericanas como así también a socios institucionales estratégicos. Se ofrecieron cursos y talleres virtuales y semipresenciales a docentes universitarios latinoamericanos entre 2013 y 2015. La experiencia se sistematizó en distintos documentos[12, 13], surgieron otras líneas de investigación y se amplió la oferta formativa, atendiendo nuevas demandas.

A partir de 2014, el Grupo de Investigaciones sobre Conocimiento, Educación y Comunicación de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Mar del Plata (GICEC – FH – UNMDP) se conforma un equipo multidisciplinario y plurinacional. Uno de los objetivos del proyecto de investigación “De políticas, derechos y textos en diálogo”[14] fue indagar sobre las prácticas docentes en clave de accesibilidad[15]. Se ofrecieron cursos y talleres sobre diseño de recursos educativos digitales accesibles y el rol de las bibliotecas accesibles en el desarrollo de la comunidad en que están insertas[16].

En una cultura eminentemente visual, el desafío es mejorar la accesibilidad de la oferta educativa virtual que incluya específicamente a las personas con discapacidad visual. La Unión Latinoamericana de Ciegos (ULAC) fue uno de los socios institucionales del proyecto ESVI-AL y sus aportes permitieron desarmar prejuicios y estereotipos que afectan a la población con discapacidad visual, sean ciegos totales o personas con baja visión[17].

Del trabajo conjunto con la Universidad Piloto de Colombia se avanzó sobre las características y necesidades específicas de los estudiantes con discapacidad auditiva. Los diversos talleres y cursos ofrecidos en institutos de formación docente permitieron descubrir las barreras ocultas que, bajo determinadas condiciones de salud, no permiten acceder a la información y al conocimiento en equidad de oportunidades[18].

De la participación en el proyecto “Recursos Educativos Abiertos y Metodologías Activas” dirigido por Adriana Favieri, se consideró valorar la accesibilidad de los Recursos Educativos Abiertos (REA) como aspecto relevante para enriquecer las prácticas docentes universitarias[19].

En la figura 2 se presenta el recorrido que realizó la autora. De los hallazgos y aprendizajes logrados en este itinerario se retoma el problema de la gestión de la accesibilidad en las instituciones de educación superior. El foco de la atención está en las experiencias notables que reflejen la implementación de políticas institucionales favorecedoras de la accesibilidad académica con apoyo en los entornos virtuales



**Fig. 2.** Relación temporal de los antecedentes de la investigación

El contexto de la accesibilidad en la educación superior, enriquecido con los hallazgos y aprendizajes en diversos trabajos previos, permitirá sistematizar experiencias y construir un marco de referencia coherente.

### 3 El marco de referencia

Desde que se abordara el problema de la accesibilidad en la educación superior virtual, se fue construyendo un marco de referencia para los aspectos técnicos y tecnológicos muy rico. También se observan avances en los aspectos políticos y jurídicos tanto en el orden internacional como nacional. Existen marcos teóricos muy valiosos para promover la educación inclusiva y en particular, en el nivel superior.

No obstante, el concepto “accesibilidad académica” aún se encuentra en construcción<sup>8</sup>. Las aproximaciones que se realizaron hasta el momento no logran la precisión necesaria para reducir al máximo la polisemia y el alcance suficiente para contar con una definición operativa. Uno de los desafíos de la tesis es avanzar con la construcción de este concepto.

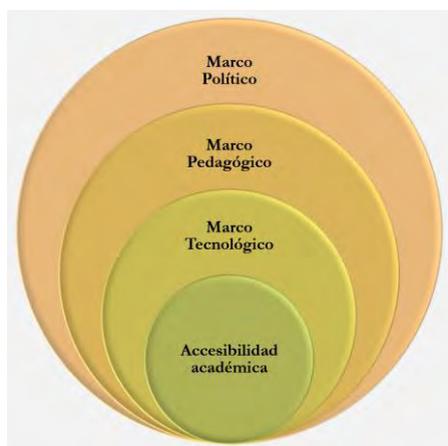
Bajo la perspectiva de la educación inclusiva, la enseñanza y todos los procesos que la facilitan están centrados en el estudiante. El diseño curricular concentra sus esfuerzos en el perfil del graduado, el plan de trabajo del equipo docente se organiza de modo tal que el estudiante logre los conocimientos y capacidades necesarias para su perfil y toda la comunidad participa activamente y desde cada uno de sus roles para acompañar el ingreso, sostener la permanencia y garantizar el egreso de profesionales de alta calidad. Aquí es necesario trabajar para reducir la ambigüedad y la polisemia de términos como “educación inclusiva”, “política de Estado”, “política pública”, “política institucional”, “enseñanza centrada en el alumno”, “rendimiento académico”, “perfil del graduado”, “prácticas sostenedoras de la permanencia en el nivel”, “discriminación”, “exclusión”, “segregación”, “integración”, “inclusión”, “discapacidad”, entre las más urgentes.

Cada universidad cuenta con un juego de documentos donde plasma sus políticas institucionales con distinto nivel de alcance y detalle. Dado que el ámbito de esta tesis es la Universidad Nacional de Mar del Plata, se adoptarán los vigentes en ella. El Plan de Estudios es el documento que explicita el diseño curricular de la oferta académica. Define el perfil del egresado y el itinerario formativo necesario para acreditar los

conocimientos o competencias necesarias. Es mucho más que el simple listado de contenidos mínimos, red de asignaturas correlativas o descripción de las incumbencias profesionales. El Plan de Trabajo del Equipo Docente es el documento por el cual la cátedra planifica, selecciona y organiza los contenidos a enseñar y los recursos educativos a utilizar. También se informa cómo serán evaluados los aprendizajes de los alumnos. Por lo que es posible vislumbrar el posicionamiento pedagógico sin avasallar la libertad de cátedra.

Las tecnologías reflejan (con diferente nitidez) tanto las políticas institucionales como el posicionamiento pedagógico de cada cátedra. Los criterios con que son seleccionadas y puestas a disposición de la comunidad universitaria, la posición que ocupan en el proceso de enseñanza y aprendizaje y el grado de apropiación de los distintos actores ofrecen indicios sobre el rol de la tecnología para facilitar el acceso a la información y al conocimiento.

La figura 3 expone la idea de “capas de accesibilidad” para explicar los diferentes niveles de decisión relativas a la accesibilidad en la educación superior.



**Fig. 3.** Capas de accesibilidad.

El modelo de capas aquí presentado es un organizador del relevamiento documental y el diseño de los instrumentos.

## 4 Aspectos metodológicos

Al abordar la cuestión de la accesibilidad en la educación superior, es posible observar un patrón emergente tipo espiral “queja – protesta – propuesta”. Ante una situación de dificultad, las quejas son señales de alerta para identificar síntomas. Si se las pasa por alto, se convierten en protestas. Según la magnitud y alcance, en la institución se activa un proceso decisorio. Al ser un área de vacancia, las soluciones surgen del ensayo y error.

Valorar lo bueno que otros hicieron, conocer lo que se está haciendo y recuperar la memoria sobre las experiencias innovadoras que pueden ser revisadas a la luz del tiempo presente es una estrategia deliberadamente escogida para esta investigación. Se propone como un aporte metodológico para pasar de la protesta a la propuesta. En este sentido se recopilarán las acciones llevadas a cabo desde la gestión para atender las situaciones legítimas por la pertinencia de la “queja” y establecer el vínculo con el acto administrativo que la legitiman y permiten diseñar una estrategia sostenible en el tiempo y anticipadora de eventuales conflictos.

Esta investigación procura describir las experiencias que se destacan en la implementación de las políticas institucionales sobre accesibilidad académica con apoyo en los entornos virtuales en el ámbito de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Se consideran tres ámbitos desde donde es esperable observar la implementación de las políticas institucionales: la Secretaría Académica dependiente del Rectorado, la Biblioteca Central y las Unidades Académicas.

Al describir la experiencia del Centro de Acceso Directo a la Información (CADI), dependiente de la Biblioteca Central de la UNMDP se procura recuperar memorias, valorar servicios y considerar mejoras.

Los repositorios digitales, dependientes de las unidades académicas, permiten alojar desde la documentación institucional, la producción académica y los recursos de aprendizaje que los docentes – autores proponen a sus estudiantes como práctica necesaria para aprender el oficio de estudiar. El análisis descriptivo de estos repositorios permitirá ofrecer indicios a tener en cuenta por los docentes para incorporarlos en su planificación.

Las aulas virtuales son espacios de reflexión, intercambio y debate. En la Universidad Nacional de Mar del Plata el supuesto de la presencialidad está fuertemente arraigado, por lo que estas aulas se utilizan como complemento de la actividad presencial. No obstante, en algunas asignaturas como “Metodología del Trabajo Intelectual aplicada al estudio de la Bibliotecología” existe un fuerte compromiso de la cátedra por incorporar prácticas en clave de accesibilidad.

Resumiendo, en esta tesis se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Describir la experiencia del Centro de Acceso Directo a la Información (CADI), dependiente de la Biblioteca Central de la UNMDP
- Analizar el rol de los repositorios digitales de la UNMDP en el acceso a la información y al conocimiento
- Detectar las barreras a la accesibilidad que oculta un aula virtual

Para el logro de estos objetivos se espera actualizar y completar el estado de la cuestión referido a las políticas institucionales sobre accesibilidad en la educación superior con apoyo en los entornos virtuales.

De las entrevistas a informantes clave no sólo se buscará recuperar la memoria o las prácticas valoradas como exitosas. También participarán en la validación de las mejoras de los instrumentos diseñados en trabajos anteriores para evaluar la accesibilidad de los entornos virtuales y de los recursos educativos digitales en ellos alojados.

## 5 Resultados esperados

Al abordar la cuestión de la accesibilidad en la educación superior, es posible observar un patrón emergente tipo espiral “queja – protesta – propuesta”. Ante una situación de dificultad, las quejas son señales de alerta para identificar síntomas. Si se las pasa por alto, se convierten en protestas. Según su magnitud y alcance, en la institución se activa un proceso decisorio. Como la accesibilidad en la educación superior es un área de vacancia, las soluciones surgen del ensayo y error. Esta investigación propone un aporte para pasar de la protesta a la propuesta.

Se espera actualizar y completar el estado de la cuestión referido a las políticas institucionales sobre accesibilidad en la educación superior con apoyo en los entornos virtuales. Del análisis descriptivo, se espera ofrecer estrategias para que gestores universitarios y docentes puedan detectar barreras ocultas en los entornos virtuales y, de ese modo, facilitar el acceso a la información y el conocimiento.

## Referencias

1. Pérez Lindo, A.: ¿Para qué educamos hoy? Filosofía de la educación para un nuevo mundo. Biblos, Buenos Aires (2010).
2. Rojas, E.F., Poveda, L., Grimblatt, N.: Estado de la Banda Ancha en América Latina y el Caribe 2016. CEPAL - Naciones Unidas, Santiago (2016).
3. Peralta Morales, A.: Libro Blanco sobre Universidad y Discapacidad. Real Patronato sobre discapacidad, Madrid (2007).
4. Asamblea General de las Naciones Unidas: Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad. Protocolo Facultativo. (2006).
5. Ley 27044 de Jerarquía constitucional de la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad: Boletín Oficial de la Nación Argentina. (2014).
6. Ley 24521 de Educación Superior: Boletín Oficial de la República Argentina. (1995).
7. Ley 25573 Modificación de la Ley 24521 de Educación Superior: Boletín Oficial de la República Argentina. (2002).
8. Consejo Interuniversitario Nacional: Acuerdo Plenario 798/11 Programa Integral de Accesibilidad para las Universidades Públicas. (2011).
9. López, A., Restrepo Bustamante, F.A., Preciado Mesa, Y.P.: Accesibilidad académica: un concepto en construcción. In: 6º Congreso Internacional sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR). Formación virtual inclusiva y de calidad para el siglo 21. pp. 59–65. Editorial de la Universidad de Granada, Granada, España (2015).
10. Ordenanza N° 800 sobre Criterios y pautas para la producción y la evaluación de los Trabajos Finales de Maestría: Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Nacional de Mar del Plata. (2014).
11. Hilera, J.: ESVI-AL. Educación Superior Virtual Inclusiva-América Latina: mejora de la accesibilidad en la educación virtual en América Latina. Programa Alfa 3 de la Unión Europea, Madrid (2010).

12. Hilera, J., Hernández, R.: Hacia la creación de campus virtuales accesibles. *Rev. Educ. Distancia*. 35, (2013).
13. Hilera, J., Campo, E. eds: Guía para crear contenidos digitales accesibles: documentos, presentaciones, videos, audios y páginas web. Universidad de Alcalá, Madrid (2015).
14. Garmendia, E.: De políticas, derechos y textos en diálogo. Argumentos, huellas y sentidos de y en la alfabetización universitaria (Proyecto Investigación HUM462/15). , Mar del Plata (2015).
15. López, A., Preciado, Y.: Accesibilidad y docencia: frutos del Proyecto ESVI-AL. In: Libro de Actas 2014: Memorias del Congreso Virtual Mundial de e-Learning. pp. 21–27. Congreso Mundial de E-learning (2015).
16. López, A.: El rol de las bibliotecas en clave de accesibilidad, <http://www.abgra.org.ar/newsletter/ABGRA-Boletin-2015-A7-N4-10-Lopez.pdf>, (2015).
17. López, A., Cardozo, M.: Barreras ocultas en los entornos virtuales que perturban las trayectorias educativas de los estudiantes universitarios con discapacidad visual. In: V Jornadas Nacionales y I Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas - IPECYT 2016. pp. 917–922. edUTecNe, Buenos Aires (2016).
18. López, A., Narváez Bello, S.: Aspectos normativos para la accesibilidad académica en la Educación Superior. 8° Encuentro de la Red Interuniversitaria y del Caribe sobre Discapacidad y Derechos Humanos. Guadalajara (2016).
19. Favieri, A., López, A.: Decisiones sobre la incorporación y gestión de recursos educativos abiertos accesibles en la educación superior. In: XV Coloquio Internacional de Gestión Universitaria. Desafíos de la gestión en la universidad del siglo XXI. p. 105. Universidad Nacional de Mar del Plata - Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Mar del Plata (2015).

# Hacia un Middleware de Soporte para la Creación de Aplicaciones Accesibles a Personas con Discapacidad Visual dentro de una Red de Sensores

Edmair Antonio Aquino<sup>1</sup>, Juan Carlos Pérez Arriaga<sup>2</sup>, Gerardo Contreras Vega<sup>2</sup>,  
Alma de los Ángeles Cruz Juárez<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Facultad de Estadísticas e Informática  
Maestría en Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario  
Universidad Veracruzana  
Xalapa-Enríquez, México  
zs15019624@estudiantes.uv.mx

<sup>2</sup>{juaperez, gcontreras, acruz}@uv.mx

**Resumen.** La implementación de Redes de Sensores Inalámbricas (*Wireless Sensor Network o WSN*, por sus siglas en inglés) ha ganado popularidad en los últimos años, debido a la cohesión con diversas tecnologías de hardware y software. Esto ha dado lugar a la creación de aplicaciones en diferentes ámbitos, como: detección de desastres naturales, monitorizar el medio ambiente, agricultura, entre otras. Precisamente, uno de los ámbitos en los que se puede implementar estos tipos de sistemas son en la creación de espacios accesibles. Sin embargo, las WSN presentan retos tecnológicos al momento de la integración con la capa de aplicaciones, por lo tanto, si los datos proporcionados por una WSN no son consumidos fácilmente resultan pocos útiles y por consiguiente las aplicaciones finales son escasas. En este trabajo se propone un *middleware* orientado a servicio como soporte en la creación de aplicaciones accesibles a personas con discapacidad visual dentro de una WSN, haciendo transparente la heterogeneidad de los sensores y escondiendo la complejidad de la red.

**Palabras clave:** WSN, Red de sensores, *middleware*, espacios accesibles, discapacidad visual, aplicaciones accesibles.

## 1 Introducción

Una WSN consiste en una gran cantidad de dispositivos con capacidades de cómputo, comunicación e integración con sensores, estos dispositivos conforman la red y son conocidos como nodos [2]. Por otra parte, las WSN son un área de importancia en el desarrollo de tecnologías de la Internet de las Cosas (IoT, Internet of Things), en la que los objetos cotidianos contarán con sensores conectados a internet. El enfoque de la IoT exige que cada dispositivo de la red cuente con conexión a Internet, compartiendo los datos obtenidos hacia servidor web [4]. Sin embargo, este tipo de arquitecturas resulta poco viables, debido a que se necesita dotar a los dispositivos con capa-

idades de cómputo para ejecutar un servidor web [4]. Por tal motivo, las arquitecturas típicas de WSN limitan las capacidades de los dispositivos e implementan un protocolo de comunicación interno para compartir datos entre los dispositivos, estos datos se tienen que enviar a un nodo central que se encarga de transferirlos a una estación base. La estación base puede ser una computadora o un hardware específico, que se encarga de exponer los datos mediante un servidor web para que aplicaciones o sistemas interactúen con la red.

Este tipo de arquitecturas presentan sus propios problemas de implementación [4]. Por un lado, la diversidad de tipos de sensores, así como la conexión física (RS232, USB, IEEE 802.3) entre la estación base y el nodo central, también interpretación de los datos obtenidos de la red, esto se refiere a la manera en que deben ser publicados los datos, ya que existen una variedad de formatos (SOAP, XML, JSON, REST, CSV). Así mismo, la parte de almacenamiento representa un problema debido a las diferentes variables que pueden obtenerse en una WSN. Por consiguiente, el desarrollo de un servicio o aplicación basado en WSN es una tarea no trivial: es necesario conocer la estructura de la WSN, obtener datos de la WSN, para posteriormente usarlos.

Actualmente existen soluciones que facilitan el acceso a los datos de una WSN a través de servicios web, como se verá en los trabajos relacionados, pero ninguna toma como base una WSN enfocada en espacios cerrados como apoyo en la discapacidad visual. Es por ello que en este trabajo se presenta la propuesta de un *middleware* orientado a servicios para la captura, almacenamiento y publicación de datos, orientado a proporcionar servicios accesibles como soporte en la creación de aplicaciones accesibles a personas con discapacidad visual.

## 2 Red de sensores inalámbricas

Una WSN es un conjunto de dispositivos interconectados inalámbricamente, que a través de sensores ubicados en distintos puntos permiten recolectar datos para el control de diversas condiciones, como temperatura, sonido, vibración, presión, movimiento, contaminantes entre otros [7]. Los dispositivos son unidades independientes que constan de un micro-controlador, una fuente de energía, un elemento sensor, un dispositivo transmisor-receptor.

En general se puede establecer que una WSN puede basarse en una estación principal que se encarga de recolectar los datos obtenidos por los otros dispositivos (nodos) a través de los sensores de una manera sincronizada y estructurada [7]. Generalmente estos dispositivos utilizan micro-controladores de gama baja que nos permiten implementar la funcionalidad de la red a través de software embebidos en ellos. La estructura de un dispositivo debe constar de los siguientes elementos [7]:

- **Sensor.** Es un dispositivo físico que cuenta con capacidades para la detección de propiedades físicas, biológicas, químicas de su ambiente de forma autónoma y convierte estas propiedades en señales eléctricas que son manipuladas por el micro-controlador y posteriormente transmitidas por la red.
- **Dispositivo transmisor-receptor.** Es un componente de hardware que permite la comunicación de un dispositivo con otros dispositivos en la red.

- **Microcontrolador.** Se puede considerar como un ordenador súper pequeño con capacidades de procesamiento que sirve para realizar las funcionalidades y el flujo de datos de dispositivos electrónicos para almacenar y procesar la información.

### 3 *Middleware* en WSN

Se conoce como *middleware* al elemento del sistema que permite la comunicación entre la capa de aplicaciones y la capa de red [8]. Estos sistemas proveen servicios de mensajería para lograr comunicar diferentes aplicaciones [9]. Por consiguiente, el *middleware* provee un conjunto de Interfaces de Programación de Aplicaciones (*Application Programming Interface* o API, por sus siglas en inglés) con el objetivo de hacer transparente el proceso de comunicación para el cual está diseñado. En general, el *middleware* es visto como un intermediario que se encarga de gestionar la información entre dos APIs de sistema, una de alto nivel de abstracción y otra de bajo nivel. Una API *“es un conjunto de especificaciones de comunicación entre dos componentes de software cuyo propósito principal es el proporcionar un conjunto de funciones de uso general”* [10]. De esta manera los programadores pueden acceder a funciones del sistema sin necesidad de conocerlo internamente.

Por otra parte, se proporciona una clasificación de *middleware* con un enfoque hacia WSN [12]. La clasificación se realiza en base al nivel de abstracción, a continuación, se describen las características de cada categoría.

- **Clásico:** Este tipo de sistema hace transparente la comunicación y la transferencia de datos en la red.
- **Data-Centric.** Este tipo de sistemas tiene el enfoque de recolectar la información generada por los nodos de la red, sin importante el origen de datos. Aunque también está conformada por aquellos sistemas que consideran a la red como una base de datos virtual, en donde la obtención de la información es realizada a través llamadas descritas en alguna forma de SQL.
- **Máquina virtual.** Este sistema interpretar códigos a través de programas o scripts ejecutables.
- **Sistemas adaptable.** Son los sistemas que se enfocan en la adaptabilidad del software del nodo.
- **Orientación a servicios.** Son sistemas diseñados a partir de una arquitectura de servicios. Es decir, la red es utilizada por aplicaciones o usuarios como proveedora de servicios.

### 4 Aplicaciones Accesibles

Una aplicación accesible según [15] de Apple: *“Una aplicación accesibles es cuando todos los elementos de la interfaz de usuario con los que los usuarios pueden interactuar son accesibles. Un elemento de la interfaz de usuario es accesible cuando*

*indica correctamente que es un elemento de accesibilidad.*". A continuación se presentan ejemplos de aplicaciones accesibles para personas con discapacidad visual.

- **Ustraap** [16]. Es un dispositivo cuya finalidad es facilitar la movilidad de las personas con discapacidad visual. Es una pulsera inteligente que permite detectar obstáculos en el camino mediante sistema de proximidad.
- **ONCE – CIDAT Metro** [17]. Es una aplicación que se instala en el teléfono móvil, es accesible para personas con discapacidad visual. Permite ofrecer información de utilidad sobre los distintos metros existente en España. Además, tiene la posibilidad de hacer rutas entre dos estaciones.
- **Bahnhof** [17]. Es una aplicación móvil para facilitar el desplazamiento y autonomía de las personas ciegas en las estaciones del sub-urbano. Permite obtener información acerca de la accesibilidad con que cuenta la estación y las características que facilitan la navegación a través de la estación.
- **OnTheBus** [17]. Es una aplicación móvil que facilita la orientación y el desplazamiento de las personas dentro de las grandes ciudades. Ofrece un conjunto de rutas óptimas para llegar al destino.

## 5 Trabajos relacionados

Existen diversos proyectos que ayudan a facilitar la obtención de datos de una WSN, en este caso se realizó una investigación sobre proyectos enfocados en las tareas de captura, almacenamiento y publicación de los datos de una WSN a través de un servidor web. En la tabla 1 se muestra una comparativa de los proyectos encontrados.

**Tabla 1.** Tabla de características destacadas en trabajos relacionados

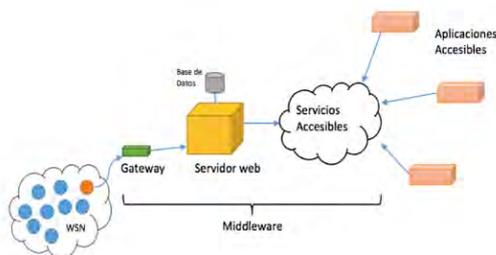
|                                        | <b>Daqui, 2011</b><br>[13]                                        | <b>Benítez, 2013</b><br>[14]      | <b>Godoy, 2013</b><br>[4]                  | <b>Godoy, 2016</b><br>[5]                    |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Tipo de Sistema</b>                 | Aplicación                                                        | <i>Middleware</i>                 | <i>Middleware</i>                          | <i>Middleware</i>                            |
| <b>Conexión física con la WSN</b>      | USB                                                               | RS-232                            | USB                                        | USB, Ethernet, entre otras.                  |
| <b>Tipo de variables</b>               | Temperatura, humedad y luz                                        | Temperatura, humedad y presión    | Temperatura                                | Temperatura, humedad                         |
| <b>Almacenamiento de datos</b>         | Si/MySQL                                                          | No                                | Si/MySQL-PosgreSQL                         | Si/No especificado                           |
| <b>Publicación de datos</b>            | Página web                                                        | Página web                        | Página web/API REST                        | Página web/API REST                          |
| <b>Representación de datos</b>         | Interfaz web                                                      | JSON/RSS                          | JSON/XML                                   | JSON/XML                                     |
| <b>Implementación del servidor web</b> | PC                                                                | Launchpad                         | PC                                         | No especificado                              |
| <b>Casos de estudios</b>               | Monitorizar variables en museos, hábitat de animales y vegetación | Soporte de ambientes inteligentes | Monitorizar temperatura en secadores de Té | Monitorizar variables en la industria del Té |

En general los proyectos analizados cumplen con las funciones de captura, almacenamiento y publicación de los datos de una WSN a través de un servidor web, implementando un *middleware* para realizar estas funciones. Por otra parte, las variables tratadas por estos sistemas son de tipo ambiental por tal motivo sus casos de estudio están relacionados con cuestiones de monitorizar diferentes ambientes. Así mismo, la implementación de estos sistemas puede realizarse en una PC tradicional o en microcontroladores como los *Launchpad*. Para la obtención de los datos si se utiliza una PC puede ser a través de USB y en el caso de un microcontrolador se puede realizar a través de una conexión de tipo RS-232. Por último, es importante la parte de almacenar la información obtenida en una base de datos para después publicarlos en formatos de texto como JSON/XML y así poder ser consumidas por las aplicaciones finales.

Con relación en las observaciones anteriores, se hace necesario la propuesta de un *middleware* que permita la obtención y publicación de datos dentro de una WSN hacia la capa de aplicaciones, basado en proporcionar servicios accesibles a personas con discapacidad visual dentro de una WSN. El *middleware* debe permitir a los desarrolladores centrar sus esfuerzos en la creación de aplicaciones accesibles sin preocuparse por la complejidad de la WSN.

## 6 Propuesta

Implementar un *middleware* que permita el desarrollo de aplicaciones accesibles a personas con discapacidad visual dentro una WSN, haciendo transparente la heterogeneidad de los sensores y escondiendo la complejidad de la red, lo cual se ilustra por medio de un bosquejo en la figura 1.



**Fig. 1.** Bosquejo de la solución propuesta

Esta propuesta parte de la necesidad de crear aplicaciones accesibles a personas con discapacidad visual dentro de una WSN, una de las aplicaciones propuesta se menciona en el caso de estudio. En esta caso, se utilizará como base una WSN diseñada como apoyo a personas con discapacidad visual dentro de espacios cerrados. En específico, la WSN está diseñada para apoyar la navegación en la Facultad de Humanidades de las personas con discapacidad visual que utilizan las instalaciones. Cabe mencionar, que los sistemas analizados en los trabajos relacionados se enfocan

en cuestiones de monitorizar variables en diversos ambientes. Por lo cual, para generar la solución planteada es necesario que el *middleware* se encargue de la creación de servicios accesibles a partir de los datos obtenidos de la WSN.

Los servicios publicados por el *middleware* están enfocados a mejorar la accesibilidad de personas con discapacidad visual dentro de espacios cerrados, algunos de los servicios propuestos en relación a las necesidades de los usuarios se muestran a continuación:

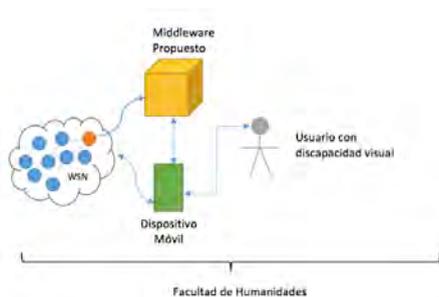
- **Localización.** Permite orientar a los usuarios a partir de la información obtenida de los nodos.
- **Detección de obstáculos.** Proporciona a los usuarios detectar obstáculos en el entorno a través de los sensores de la WSN.
- **Rutas punto a punto.** Permite orientar a los usuarios en el desplazamiento de un punto a otro punto.

Con base en lo anterior, se propone un *middleware* orientado a servicios para la creación y publicación de servicios accesibles a partir de los datos obtenidos dentro una WSN desplegada en la Facultad de Humanidades de la Universidad Veracruzana, tomando en cuenta las necesidades de los usuarios con discapacidad visual. Para generar la solución es necesario que el *middleware* cuente con ciertos módulos que se encargarán de las funciones de captura, almacenamiento y publicación de los datos obtenidos de una WSN, estos datos deben ser publicados como servicios accesibles.

- **Obtención de datos.** Se encarga de capturar e interpretar los datos proporcionados por la WSN.
- **Almacenamiento de datos.** Implementación de una base de datos para almacenar y consultar los datos obtenidos.
- **Publicación de servicios.** Se publican los servicios en formatos de textos para facilitar el acceso a la información por parte de las aplicaciones.

## 8 Caso de estudio

En base a las necesidades detectadas por los usuarios con discapacidad visual en la Facultad de Humanidades de la Universidad Veracruzana, México, se propone un caso de estudio que permita brindar información de interés para orientar a las personas con discapacidad visual. El esquema propuesto se puede observar en la figura 2.



**Fig. 2.** Caso de estudio propuesto

En la figura 2 se muestran el caso de estudio planteado para la creación de una aplicación móvil, permitiendo consumir los servicios del *middleware* a través de servicios web con el objetivo de brindar información de interés a los usuarios con discapacidad visual dentro de una WSN.

En términos generales el funcionamiento del sistema se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Detección del usuario con discapacidad visual a través de una conexión entre el dispositivo móvil y sensores de la red.
2. Conexión del dispositivo móvil con el *middleware* para consumir los servicios proporcionados por la red, en base a las necesidades del usuario.
3. Visualización de la información de manera accesible en el dispositivo móvil.

## 9 Conclusiones

En el presente trabajo se presentan los avances de la propuesta de un *middleware*, que permite a desarrolladores la creación de aplicaciones accesibles a personas con discapacidad visual dentro de una WSN, haciendo transparente la heterogeneidad de los sensores y escondiendo la complejidad de la red. El *middleware* propuesto está diseñado con un enfoque orientado a servicios, este enfoque permitirá que la capa de aplicaciones pueda interactuar con los datos fácilmente a través de servicios, sin necesidad de conocer la estructura de la WSN. Esta abstracción se presenta a través de cuatro módulos, el cual pueden extenderse según la necesidad de las aplicaciones y de la WSN. Los módulos permiten la captura, análisis, almacenamiento y publicación de los datos en formatos de textos a través de un servidor web, para que las aplicaciones puedan acceder a ellos a través de servicios web. El caso de estudio planteado para la utilización del *middleware*, es en una WSN enfocada en espacios cerrados como apoyo a personas con discapacidad visual, ubicada en la Facultad de Humanidades de la Universidad Veracruzana, México.

Agradecemos a la Universidad Veracruzana por las facilidades brindadas para la realización del presente trabajo.

## Referencias

1. A, Cota., L, Aguilar., G, Licea. “Un middleware para Redes Inalambricas de Sensores”, Encuentro de Investigación en Ingeniería Electrica, pp. 134-139, 2008.
2. P, Alvarado., A, González., L, Villaseñor. “Propuesta de aplicación de redes de sensores en el modelado de cultivos protegidos y en campo”, Workshop on Sensor Networks and Applications, 2008.
3. M. J. S, Solórzano. “Espacios accesibles en la escuela inclusiva”, Revista Electrónica Educare, pp. 89-103, 2013.
4. D. A, Godoy., E. O, Sosa., R, Neil., R, Díaz. “Ambientes inteligentes: Middleware de Soporte para la Captura, Almacenamiento y Publicación de Datos de una Red de Sensores Inalámbricos”, XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Buenos Aires, 2013.
5. D. A, Villa. “Tesis Doctoral: “Infraestructura para la Integración de Redes de Sensores y Actuadores en Entornos Inteligentes”,” Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España, 2009.
6. S, Zarghami. “Master Thesis: “Middleware for Internet of Things”,” University of Twente, 2009.
7. C. N, Chio., B. D. A, Tibaduiza., Z. L. C, Aparicio., O. L. M, Caro. “Redes de sensores inalámbricos”, Congreso Internacional de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Autónoma de Bucaramanga, 2009.
8. S, Escolar., J, Carretero., F, García., F, Isaila., J, Fernández. “Acabando con los desarrollos ad-hoc en Wireless Sensor Networks”, XVII Jornadas de Paralelismo, 2006.
9. E, Avilés. “Tesis Maestría: “Arquitectura Orientada a Servicios para Redes de Sensores Inalámbricas de Sensores”, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, Baja California, 2008.
10. J. R, Hines. “Software Engineering”, IEEE Spectrum, pp. 60-64, 1996.
11. S, Hadim., N, Mohamed. “Middleware: Middleware Challenges and Approaches for Wireless Sensor Networks”, IEEE distributed systems online, 2006.
12. P. J, Marrón. “Middleware Approaches for Sensor Networks”, [En línea], Disponible en: <http://www.vs.inf.ethz.ch/events/dag2005/program/lectures/marron-2.pdf>
13. S. O. F, Daqui., F, González. “Diseño e implementación de una solución de monitoreo vía Internet, para una red inalámbrica de sensores”, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2011.
14. J, Benítez., G, Gloza., E, Sosa., D, Godoy. “Internet del Futuro: Middleware WSN-IP-WWW como Soporte de Ambientes Inteligentes”, 14th Argentine Symposium on Technology, pp. 12-24, 2013.
15. S, Gil. “Como hacer Apps accesibles”, Centro de Referencia de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas, España, pp. 8-9, 2013.
16. M. Muñoz. “Emprendedor desarrolla dispositivo para personas con discapacidad visual”, [En línea], Disponible en: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/salud/2970-emprendedor-desarrolla-dispositivo-para-invidentes>.
17. M. Sepúlveda., C. Silva. “Proyecto de accesibilidad para personas con discapacidad visual”, CETRAM, Chile, pp. 39-41, 2006.
18. D. A, Godoy., E. O, Sosa., H. Barreiro., J. D, Belloni., R, Díaz. “Plataforma Middleware para la Gestión Datos de WSN de Manera Interoperable”, XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, 2016.

# El uso del computador como medio para transmisión de conocimiento a nivel educativo en personas con discapacidad visual

Nelson A Forero Páez <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Buenaventura  
Bogotá – Colombia  
e-mail: [nforero@usbog.edu.co](mailto:nforero@usbog.edu.co)

**Resumen:** En este artículo se plantea la importancia del uso del computador en las aulas de clase por parte del docente como herramienta didáctica de transmisión de conocimiento para personas que presentan discapacidad visual. De igual manera se evidencia la importancia de interrelacionar tres elementos: docente, enseñanza y aprendizaje como una estrategia didáctica que va a permitir lograr los objetivos trazados en el aula de clase con este tipo de población.

**Palabras Claves:** Computador, discapacidad visual, transmisión de conocimiento y estrategia didáctica.

## 1 Introducción

Se ha vuelto ineludible analizar las relaciones entre informática y educación, con el fin de aprovechar el potencial educativo que puede tener el uso de computadores en los diferentes niveles y modalidades. No se trata de decidir si los computadores deben o no formar parte del mundo educativo; como objeto de estudio y como herramienta de trabajo son un hecho comprobado en muchas instituciones, sin que esto signifique que siempre se le saque el mejor provecho que podría obtenerse. Se trata de acertar en la forma de usarlos para mayor enriquecimiento de la labor educativa por parte del docente y en especial a las personas que presentan alguna discapacidad visual.

En ese acertar se encuentra inmerso el papel que el docente pueda desempeñar, es decir mediante teorías de aprendizaje y haciendo uso de esta herramienta tecnológicas debe crear ambientes propicios que fortalezcan la transmisión del conocimiento.

De otra parte, es importante destacar el papel que desempeñan las nuevas aplicaciones desarrolladas mediante lenguajes de programación, los cuales permiten construir programas que logran una mayor interacción entre el usuario y la máquina a través de potentes herramientas computacionales. Uno de los primeros desarrollos tecnológicos aplicados a la educación fue el del doctor B. F. Skinner [1] psicólogo educativo, quien enlazó la psicología conductista con el desarrollo de primitivas máquinas de aprendizaje por retroalimentación, introduciendo conceptos de

individualización, según los cuales, el estudiante trabaja a su propio ritmo y recibe ante su entrada una respuesta inmediata. Al triangular estos tres elementos: docente, enseñanza y didáctica, se logra la trasposición del conocimiento utilizando el computador como medio o herramienta de aprendizaje en las aulas de clase para las personas con discapacidad visual, lo que se conoce como estrategia didáctica.

## 2 Planteamiento del problema

La incorporación del computador en las aulas de clase ha permitido que el docente replantee su quehacer educativo y cree nuevos ambientes de aprendizaje, no se trata de un desplazamiento de la persona, debido a que el computador por sí sólo no es más que una herramienta, se necesitan de docentes que hagan uso de manera eficiente del computador, modifiquen la manera de transmitir conocimiento a los estudiantes, en palabras de Mariño [2], se necesitan crear ambientes de aprendizajes modernos e incluyentes por medio del uso del computador en el aula de clase, permite redefinir la educación y el papel del docente en palabras de Margaret Mead [3], a nivel de educación se pasa de una educación vertical (modelo de transmisión) a una educación horizontal (modelo de diálogo), y a nivel de docente a nivel de acción se pasa de modelos de enseñanza aprendizaje centrados en quien enseña a paradigmas centrados en quién aprende.

En este sentido el autor se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿El Computador en el aula de clase permite ser una herramienta que le facilite a los docentes aplicar las diferentes teorías de aprendizaje y ser un medio didáctico de transmisión de conocimiento orientado a personas con discapacidad visual?

Para responder a la pregunta propuesta se trazan los siguientes objetivos específicos:

- Identificar los usos y la importancia del computador en el aula de clase como herramienta de estudio
- Caracterizar las diferentes modalidades de enseñanza asistida por computador que permita al docente apoyar su labor en el aula de clase
- Analizar las distintas funcionalidades específicas que pueden realizar los diferentes softwares educativos a nivel didáctico en personas con discapacidad visual.
- Ofrecer herramientas de software que permitan estimular en los estudiantes hacer el máximo uso de su propio potencial mediante técnicas de aprendizaje
- Instruir a las personas con discapacidad visual la correcta utilización de la tecnología que le permita un uso efectivo de los medios y herramientas computacionales.
- Fortalecer la innovación educativa en los docentes que le permita por medio de estrategias didácticas a través del computador ser incluyente a todo tipo de población.

### 3 Objetivo de la Investigación

Analizar la importancia del uso del computador en el aula de clase como herramienta que le permita a los docentes la transmisión de conocimiento a las personas que presentan algún tipo de discapacidad visual, por medio de estrategias didácticas y pedagógicas enmarcadas dentro de las diferentes teorías de aprendizaje.

### 4 Metodología

La metodología que se va a utilizar en el presente artículo es de tipo **Formativa**, cuya estrategia según diferentes autores promueve la construcción del conocimiento por parte del estudiante y a su vez una reflexión permanente de su práctica pedagógica de parte del docente cuyo objetivo es lograr el desarrollo de habilidades, ante todo la transferencia del aprendizaje, o sea, lograr que el aprendizaje anterior, sobre todo el aprendizaje metodológico, sirva para el aprendizaje presente y que éste último potencie aprendizajes futuros [4].

### 5 Marco de Referencia

#### 5.1 Las potencialidades y usos educativos del computador:

El aprovechar las características educativas del computador es un desafío y una tarea conjunta para los profesores, investigadores y desarrolladores de software. Si bien los computadores pueden dedicarse a apoyar casi cualquier situación que se nos ocurra, no por esto todos sus usos son valaderos. La identificación de usos que valga la pena exige una reflexión constante, de parte de la comunidad educativa, sobre cuál debe ser el propósito último de lo que se hace, sobre las fortalezas y debilidades de cada proceso educativo que es de interés, así como sobre las oportunidades y amenazas que hay en su entorno para propiciar o entorpecer el logro de la misión propuesta. Articular la informática en una institución como recurso al servicio del logro de la misión educativa, conlleva mucho más que disponer de equipos, software, redes, entre otros.

El poder mostrar la cara de esta máquina como algo fácil y aprovechable, sin perder de vista que se trata de una herramienta más en el proceso de aprendizaje, investigación y entretención al servicio del ser humano debe ser la tarea primordial, evaluando el papel del computador en los procesos de aprendizaje. Los roles o papeles del computador en la educación se han definido en su relación con el usuario en el proceso de enseñanza. Algunos autores han definido varias categorías de uso de los computadores en la educación. El autor Robert Taylor [5] define tres categorías: como tutor o maestro (el computador asume el rol del maestro, de alguna manera el computador es el tutor, para esto el computador tiene que estar programado por expertos, el objeto de la enseñanza es el estudiante el cual recibe el material, contesta a preguntas y es evaluado por la computadora.), como herramienta auxiliar de aprendizaje (bajo este rol de herramienta, el computador se emplea para una multitud

de pequeños problemas y necesidades que surgen y necesitan algún tratamiento de la información o su almacenamiento) y el computador como objeto de estudio (puede ser un buen medio para ayudar al desarrollo de destrezas del pensamiento, cuando se realiza dentro de ambientes de aprendizaje que tengan propósitos y actividades claros respecto a enseñar a pensar).

## 5.2 Software Educativo

Según Pere Marqués [6] un software educativo es un programa para computador creado con el fin de ser utilizados como medio didáctico, que pretende imitar la labor tutorial que realizan los profesores y presentan modelos de representación del conocimiento en consonancia con los procesos cognitivos que desarrollan los alumnos. Por lo tanto, está centrado en el proceso de enseñanza- aprendizaje y pretende atender las necesidades del estudiantado en función de los programas educativos y comparten cinco características esenciales según este autor: Son materiales elaborados con una finalidad didáctica, utilizan el computador como soporte en el que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen, son interactivos; contestan inmediatamente las acciones de los estudiantes y permiten un diálogo y un intercambio de informaciones entre el computador y los estudiantes, individualizan el trabajo de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de trabajo cada uno y pueden adaptar sus actividades según las actuaciones de los alumnos y son fáciles de usar.

Los programas didácticos realizan las funciones básicas propias de los medios didácticos en general y, además, pueden proporcionar funcionalidades específicas, a nivel educativo, entre las funciones que pueden realizar el software educativo los autores Marqués y Del Moral (citado por Odorico, 2004), nos señalan los siguientes [7]: Función informativa (como todos los medios didácticos, estos materiales representan la realidad y la ordenan), función instructiva (todos los programas educativos orientan y regulan el aprendizaje de los estudiantes y promueven determinadas actuaciones de los mismos encaminadas a facilitar el logro de unos objetivos educativos específicos), función motivadora (generalmente los estudiantes se sienten atraídos e interesados por todo el software educativo), función evaluadora (la interactividad propia de estos materiales, que les permite responder inmediatamente a las respuestas y acciones de los estudiantes), función investigadora (los programas de software educativo ofrecen a los estudiantes interesantes entornos donde investigar), función expresiva (los estudiantes se expresan y se comunican con el computador y con otros compañeros a través de las actividades de los programas), función lúdica (trabajar con los computadores realizando actividades educativas es una labor que a menudo tiene unas connotaciones lúdicas y festivas para los estudiantes), función innovadora (los programas educativos se pueden considerar materiales didácticos con esta función).

De igual manera el software educativo se presenta de diferentes formas, a continuación, se describen las más importantes: Tutoriales (esta forma se desenvuelve en base a la lógica de la enseñanza programada), ejercitación y practica (esta modalidad consiste en ayudar el aprendizaje mediante la realización de numerosos ejercicios), formas de Simulación y Juegos Didácticos (esta modalidad puede tener diversas alternativas). Todas estas formas giran alrededor de sumergir al estudiante en un proceso dinámico de cambio, sea real o imaginario.

### 5.3 Ambientes de aprendizaje

La identificación de las fallas y las desventajas de los enfoques mencionados para los usos educativos del computador, al tiempo que un mejor entendimiento de las características de los procesos efectivos de aprendizaje, ha llevado a la idea de que los ambientes de aprendizaje basados en el uso del computador no deberían involucrar tanto el conocimiento y la inteligencia en la dirección y estructura en los procesos de aprendizaje, sino más bien deberían crear situaciones y ofrecer herramientas para estimular a los estudiantes a hacer el máximo uso de su propio potencial parafreaseando a Morales[8]. El aprendizaje es un proceso de construcción del conocimiento y de significado individualmente diferente, dirigido a metas, autorregulado y colaborativo [9].

### 5.4 Teorías del aprendizaje

El uso de los computadores en la educación obedece a diversas concepciones teóricas sobre la educación, pero todos parten básicamente de los mismos principios y permiten establecer varias tendencias, escuelas o teorías dependientes de diversos enfoques de los procesos de aprendizaje. Ellas son: Teoría conductista propuesta por Skinner [10], y afirma que el aprendizaje es un cambio observable y permanente de conducta y la enseñanza es la disposición de contingencias de reforzamiento que permiten acelerar el aprendizaje, la principal influencia conductista en el diseño de software la encontramos en la teoría del condicionamiento operante [11]. Teoría del aprendizaje significativo propuesta por Ausubel [12], la cual destaca la importancia del aprendizaje por recepción, es decir, el contenido y estructura de la materia los organiza el profesor, el alumno “recibe”. Teoría del aprendizaje por descubrimiento propuesta por Bruner que denota la importancia que atribuye a la acción en los aprendizajes, en palabras de Arango [13] “Consiste en transformar o reorganizar la evidencia de manera de poder ver más allá de ella”. Teoría de Piaget, cuyo enfoque básico es la epistemología genética, es decir, el estudio de cómo se llega a conocer el mundo externo a través de los sentidos atendiendo una perspectiva evolutiva [14]. Teoría del procesamiento de la información, desarrollada por Gagné pretende ofrecer unos fundamentos teóricos que puedan guiar al profesorado en la planificación de la instrucción [15]. Elabora un esquema que muestra las distintas fases en el proceso de aprendizaje, teniendo en cuenta que estas actividades internas tienen una estrecha conexión con las actividades externas, lo que dará lugar a determinados resultados de aprendizaje. Teoría del constructivismo de Papert [17] fue el creador del lenguaje LOGO, propone un cambio en los objetivos escolares acorde con el elemento innovador que supone el computador, reconfigurando las condiciones del aprendizaje y supone nuevas formas de aprender.

### 5.5 Discapacidad Visual

La discapacidad visual consiste en la afectación, en mayor o menor grado, o en la carencia de la visión. En sí misma no constituye una enfermedad, al contrario, es la consecuencia de un variado tipo de enfermedades [18]. Aunque desde el punto de vista

de la oftalmología la ceguera se explica como la ausencia total de visión y por tanto de percepción de luz; desde el punto de vista práctico se consideran ciegas a las personas que presentan restos visuales funcionales dentro de unos parámetros establecidos.

Existen varias formas de clasificar a la Discapacidad visual, sin embargo, la forma más adecuada de clasificarla es aquella que tiene fines educativos y pedagógicos [19], según este tipo de clasificación se distinguen tres clases de Discapacidad Visual: Baja visión Leve, Baja visión Moderada, Baja visión Severa.

## **5.6 Uso de las tecnologías en personas con discapacidad visual**

La sociedad actual marcada por grandes avances científicos, pero en especial tecnológicos, la cual ha sido denominada en muchos contextos como la sociedad de la información y el conocimiento, cuyo eje transversal de apoyo son las denominadas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las cuales han permitido un desarrollo importante a nivel mundial y ha fortalecido el acceso a todas las personas en mayor o menor grado.

Sin embargo, no es simétrico ese acceso a personas que tienen algún tipo de discapacidad, para el caso que nos ocupa a las personas que presentan discapacidad visual, es decir no todos los dispositivos tecnológicos son susceptibles de ser utilizados por este tipo de personas inmediatamente, esto conlleva un periodo adicional de adaptación de la tecnología, lo cual evidencia una clara desventaja. Es por ello que se ha creado un conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar a las personas con ceguera o deficiencia visual los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología denominado tiflotecnología [20]. Según el diccionario de la real academia [21] esta palabra viene del griego «tiflos», que significa ciego, y es 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, contribuyendo a su autonomía personal y plena integración social, laboral y educativa

## **5.7 Trasmisión de conocimiento**

Como agente del proceso enseñanza-aprendizaje, el docente no se identifica con un saber pedagógico que pueda definir y darle los criterios teóricos científicos necesarios para su práctica, por eso toma la iniciativa en la aplicación de ciertas metodologías de acuerdo a unos objetivos específicos claramente definidos, tiene una relación empírica con la forma de enseñar.

Este proceso de enseñar no es algo que se le hace a alguien, sino que se hace con alguien, es una acción que tiene como objetivo o función fundamental la trasmisión de las ciencias o conocimiento, la realiza el docente por medio de un lenguaje cotidiano.

El conocimiento es transportado por artefactos diversos como herramientas físicas o sistemas notacionales, y pueden ser abordados a través de las distintas actividades que realiza el docente con el estudiante, se necesita que el estudiante manipule la información de tal forma que transforme sus significados y sus implicaciones, piense críticamente.

Para la aplicación de estas herramientas es importante que el docente sistematice los conocimientos teórico - prácticos, sobre el proceso de enseñanza aprendizaje, descubriendo las regularidades que rigen la conducción y facilitación de dicho proceso, permitiendo que en este proceso se produzcan las relaciones legítimas entre la enseñanza y la educación, entre conocer y hacer, de forma objetiva y consiente para los sujetos que intervienen, tarea asignada a la didáctica.

Al triangular estos tres elementos: docente, enseñanza y didáctica, se logra la trasmisión del conocimiento utilizando el computador como medio o herramienta de aprendizaje en las aulas de clase para las personas con discapacidad visual, lo que en pedagogía se conoce cómo estrategia didáctica, según el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey [22], la estrategia es el conjunto de procedimientos, apoyados en técnicas de enseñanza, que tienen por objeto llevar a buen término la acción didáctica, es decir, alcanzar los objetivos de aprendizaje, la estrategia debe estar fundamentada en un método.

La estrategia es el plan referente al desarrollo de una clase; se puede emplear para resolver dudas de temas ya vistos en clase, complementar el conocimiento de la asignatura, situar al estudiante en el contexto de la asignatura, son flexibles, pues toman forma con base en las metas a donde se quiere ir, mientras que el método se refiere a los procedimientos o pasos para llevar a cabo una actividad, es algo que sigue un orden estricto.

## **6 Líneas de trabajo Futuros**

La importancia que tiene el computador como medio y/o herramienta en el proceso de enseñanza – aprendizaje en el aula de clase y el uso de herramientas digitales y tecnológicos para la trasmisión del conocimiento hacen pensar en una metodología que permita integrar este conjunto de características con el fin de diseñar software orientado a personas con discapacidad visual, permitiéndole al docente fortalecer su proceso de enseñanza de una parte y de otra que profesionales en diseño de software y programación cuenten con un modelo para realizar grandes desarrollos, sin tener que conocer de pedagogía, eso haría más incluyente.

## **7 Conclusiones**

El uso de herramientas que permitan llegar al estudiante de una manera más fácil debe ser incluyente, es decir debe permitir que personas que presentan algún tipo de discapacidad visual puedan acceder a ellos, pero esto necesariamente debe estar acompañado de un plan (estrategia), un procedimiento (método) y una forma cómo va a desarrollar el plan (técnica) que le permita lograr esa trasmisión de conocimiento en el estudiante que presenta discapacidad visual, todos estos elementos deben estar unidos. No sólo basta con tener un computador en el aula de clase, se debe contar con medios que permitan ser accedidos a las personas con limitación visual y con docentes que conozcan su población objetivo y trace estrategias didácticas que le permita trasponer ese conocimiento en función del estudiante.

## Referencias

1. SKINNER B. F., "Tecnología de la Enseñanza", Pg. 21 (1970)
2. MARÍÑO, O. Informática Educativa: tendencias y visión prospectiva. Boletín de Informática Educativa, 1 (1), 11-32, 1988.
3. MEAD, M. (1950). Una redefinición de educación. En Universidad Pedagógica Nacional (1974). Seminario Taller de Tecnología Educativa. Bogotá (mimeografiado).
4. AUSUBEL, D. Psicología Educativa: Un Punto de Vista Cognoscitivo. México: Trillas, 1983.
5. TAYLOR, R.M. (1980, editor). The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee. New York: Teacher's College Press.
6. MARQUÈS, Pere (1995). Software educativo: guía de uso, metodología de diseño. Barcelona: Editorial Estel.
7. ODORICO, A (2004). Marco Teórico para una Robótica Pedagógica. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales [Versión electrónica], Volumen 1 (3), Páginas 34-46. Disponible en línea el 24 de Junio de 2012 de <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/010103/A4oct2004.pdf>
8. Morales, C.; González, I.; Carmona, V.; Soto, C.; Torres, K.; López, O.; Zárate, M. (2000). Ambientes de Aprendizaje Computarizado. México. ILCE. <http://www.investigacion.ilce.edu.mx/dice/proyectos/AmbienteAprendizaje/marcoamb.htm>
9. De Corte, E. (in press). "Instructional psychology: An overview. In E. De Corte & F. R. Weiner International encyclopedia of developmental and instructional psychology". Oxford: El Sevier Science.
10. Skinner, B. F. (1970). Ciencia y conducta humana. Barcelona: Fontanella. (Trabajo original publicado en 1953).
11. SKINNER, B.F. (1985). Aprendizaje y comportamiento. Barcelona. Martínez-Roca.
12. AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. (1989). Psicología cognitiva. Un punto de vista cognoscitivo. Méjico. Trillas.
13. ARAÚJO, J.B. y CHADWICK, C.B. (1988). Tecnología educacional. Teorías de la instrucción. Barcelona. Paidós.
14. SCHWARTZ, L. E.(1979). El concepto de estadio en la teoría epistemológica de Jean Piaget. [En línea] Revista de Psicología, 7, p. 44-46. [http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art\\_revistas/pr.2434/pr.2434.pdf](http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.2434/pr.2434.pdf)
15. GAGNÉ, R. M. (1975). Principios básicos del aprendizaje e instrucción. Diana, México.
16. PAPERT, S. (1987). Desafío de la mente. Computadoras y educación. Buenos Aires, Galápagos.
17. CASTEJÓN, Juan Luis. "Unas bases psicológicas de la Educación Especial". Tercera Edición. Editorial Club Universitario. Alicante - España. 2007.
18. ROURA, M.A. (2010). "Relaciones interpersonales entre niños con discapacidad visual y sus compañeros videntes en el contexto educativo regular". Universidad de Cuenca, Ecuador.
19. MORALES, T, M. (2003). Tiflotecnología y Material Tiflotécnico / Manuel Berrocal Arjona ONCE. Málaga. Organización Nacional de Ciegos.
20. Real Academia Española. (2001). Diccionario de la lengua española (22.a ed.). Madrid, España: Autor.
21. LITWIN, Edith. (1997). Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza Superior. Ed. Paidos. Argentina.
22. INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY. (2002). Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño. Recuperado en noviembre de 2002, del sitio Web: <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias/>

# Hacia el diseño de una red de sensores en espacios cerrados como apoyo a personas con discapacidad visual

Cristhian Silviano Zavala Toledo, Gerardo Contreras Vega<sup>2</sup>, Juan Carlos Pérez Arriaga<sup>2</sup>, Alma de los Ángeles Cruz Juárez<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Facultad de Estadísticas e Informática  
Maestría en Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario  
Universidad Veracruzana  
Xalapa-Enríquez, México  
zs15019625@estudiantes.uv.mx  
<sup>2</sup>{ gcontreras, juaperez, acruz}@uv.mx

**Resumen.** En la actualidad, las redes de sensores inalámbricas han ganado popularidad en la creación de diversos proyectos debido al avance tecnológico. Precisamente, en este artículo se propone un método para el diseño de una red de sensores inalámbrica que consta de seis etapas: a) recopilación de requisitos, b) selección de dispositivos, c) selección de topología, d) diseño de la solución, e) pruebas, y f) implementación. Cada una de estas etapas son iterativas durante el ciclo de vida de desarrollo del proyecto, tomando en cuenta las necesidades de las personas con discapacidad visual y las características de un espacio cerrado, esto con el propósito de crear espacios accesibles.

**Palabras clave:** Red de sensores inalámbrica, espacios accesibles, discapacidad visual.

## 1 Introducción

Actualmente, la tecnología es un pilar importante para el progreso de la humanidad, debido a su implementación en diversos desarrollos industriales que buscan mejorar la seguridad, confort, economía e integración comunicacional con el entorno [1], entre estos desarrollos se encuentran los espacios accesibles que destacan por su amplio campo de investigación. Los espacios accesibles son entornos que buscan mejorar la interacción de los usuarios con el ambiente de una forma natural. Estos espacios son integrados para el apoyo a la independencia de la condición física, sensorial o intelectual de cualquier persona [2].

Conforme pasa el tiempo cada vez es más común la existencia de los espacios accesibles. Una de las tecnologías usadas para crear espacios accesibles son las redes de sensores inalámbricas. Las redes de sensores inalámbricas son una tecnología emergente conformada típicamente por una serie de nodos distribuidos en el entorno para recabar, interpretar y realizar diversas actividades con base en la información obtenida del ambiente [3]. Al hablar de espacios accesibles, se crea una relación fuerte con

la discapacidad, debido al concepto de accesibilidad universal, que considera a la persona y a su entorno como un todo [4], lo que lleva a no diferenciar a las personas según sus capacidades, pero si a tomarlas en cuenta.

Al mencionar el concepto de discapacidad, se hace referencia a la cuestión sensorial (visual y auditiva), física (motriz) y mental (psicológico y social), estas discapacidades han existido desde tiempos remotos y siguen presentes en la actualidad [5]. Para el caso de la discapacidad visual, se han realizado diversas investigaciones que buscan mejorar el estilo de vida de estas personas desarrollando sistemas, como por ejemplo el braille, creado en el siglo XIX que sirve como apoyo a la lectura y escritura, algo esencial para la comunicación [6].

La comunicación ha sido impactada también por la tecnología, el más claro ejemplo es el uso de diversos dispositivos con procesamiento computacional como lo es un *Smartphone* o una *Laptop*. La comunicación es importante, y uno de los sentidos que más influye en este proceso aparte del habla y el oído, es la vista. Toda persona tiene derecho a comunicarse, y el caso de las personas con discapacidad visual no es la excepción, por lo cual el tener disponibles recursos y servicios que den soporte a la autonomía es de gran ayuda para cualquier persona [7].

Los espacios accesibles pueden servir para apoyar la autonomía de las personas con discapacidad visual. Por lo cual, tener la referencia de un método para el diseño de una red de sensores inalámbrica que busque el apoyo de las personas con discapacidad visual es importante. En este artículo se presentan los resultados del trabajo de investigación realizado para proponer un método que sirva para diseñar una red de sensores inalámbrica, la cual será distribuida en una sección dentro de la Facultad de Humanidades de la Universidad Veracruzana, dicha red se centra en el apoyo a las necesidades de desplazamiento de personas con discapacidad visual que visitan la facultad.

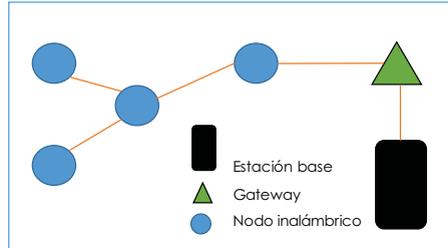
## 2 Redes de sensores inalámbricas

Una red de sensores inalámbrica es una tecnología emergente que está conformada por diversos dispositivos distribuidos en un medio específico, y son útiles para controlar diversos factores del ambiente en el que se ejecutan, como puede ser el sonido, el movimiento, la temperatura, entre otros [8]. Los dispositivos de una red de sensores inalámbricos están conformados por diversas partes como lo es un microcontrolador, una fuente de energía, un dispositivo de radiofrecuencia (*transceiver*) y un elemento sensor. Es importante conocer dichos dispositivos para generar una red de sensores inalámbrica, ya que sus características definen la funcionalidad de la red, es decir, define los servicios que ofrece.

Una de las características más importantes en las redes de sensores inalámbricas es que por lo regular se construyen para resolver un problema específico [8], en este caso se busca diseñar una red de sensores inalámbrica para generar espacios accesibles.

## 2.1 Elementos

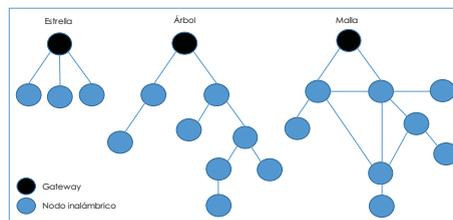
Las redes de sensores inalámbricas en su forma más básica están constituidas por una base principal en la que se recolectan los datos obtenidos por los diversos dispositivos sincronizados y organizados de manera estratégica acorde al ambiente en el que actúan (véase Fig. 1). El funcionamiento de la red de sensores se basa en protocolos de comunicación que son implementados en algoritmos para ser ejecutados por los microcontroladores.



**Fig. 1.** Elementos de una red de sensores inalámbrica

## 2.2 Topologías

La agrupación de las redes de sensores inalámbricos varía con base a encontrar la mejor ubicación entre nodos para el envío y recepción de datos. Estas agrupaciones son conocidas como topologías de la red. Existen varios tipos, entre ellos encontramos el tipo malla, estrella y árbol (véase Fig. 2).



**Fig. 2.** Topologías de las redes de sensores inalámbricas

El tipo de topología varía acorde al lugar en donde se despliega la red, por lo cual es importante conocer las características fundamentales del tipo de espacio.

## 2.3 Protocolos de comunicación

Los protocolos de comunicación son una parte fundamental para el correcto funcionamiento de las redes de sensores inalámbricas, ya que influyen en la elección de los dispositivos que forman la red, por lo cual es importante conocer las capacidades y limitaciones de los diversos tipos existentes. Entre los protocolos de comunicación para redes de sensores inalámbricas tenemos el estándar IEEE 802.15.4, Simple MAC (SMAC) y Zigbee, entre otros.

**IEEE 802.15.4.** Define las especificaciones de la capa física (PHY) y la subcapa de control de acceso al medio (MAC), de dispositivos móviles, fijos y portátiles que se comunican de forma inalámbrica, mediante transmisiones que requieren poca tasa de transferencia de datos [9].

**SMAC.** Es un desarrollo basado en la capa física del estándar 802.15.4, permite crear redes del tipo punto a punto. Al tener un set de instrucciones reducido basado en 16 primitivas, utiliza poca capacidad de memoria en el microcontrolador, lo cual facilita la tarea del programador. El protocolo está diseñado para aplicaciones que requieren bajo consumo [10].

**Zigbee.** Es un estándar de comunicación para redes inalámbricas ligeras formadas hasta por 255 nodos, orientado para aplicaciones cuyos requerimientos principales son bajas tasas de transmisión, larga duración de batería y bajo costo [11].

La norma UNE 66181 pretende ser una guía para identificar las características de las acciones formativas virtuales, de forma que los compradores de formación virtual puedan seleccionar los productos que mejor se adapten a sus necesidades y expectativas, y para que los suministradores puedan mejorar su oferta y con ello la satisfacción de sus clientes o alumnos. A partir de los debates llevados a cabo en los eventos en los que se ha presentado la norma, de las opiniones recogidas durante el periodo de información pública y de los resultados del proceso de validación, se puede deducir que la norma, de voluntario seguimiento, será ampliamente utilizada por los agentes participantes en el mercado de de la formación virtual; lo cual, si efectivamente así ocurre, aumentará la transparencia y la confianza en la calidad de la formación virtual.

## 3 Comparación con trabajos relacionados

Existe una gran diversidad de proyectos enfocados al apoyo de usuarios con diversas discapacidades, basados en dar accesibilidad para mejorar el desempeño dentro del entorno utilizando diversas tecnologías. En este caso trabajo se realizó una investigación sobre proyectos que incluyan a las redes de sensores inalámbricas que apoyen a las personas con discapacidad visual, además de la búsqueda de propuestas de métodos relacionados en el diseño de redes de sensores inalámbricas. En la Tabla 1 se muestra una comparativa de los proyectos encontrados.

**Tabla 1.** Tabla de características destacadas en trabajos relacionados

| Autor                   | Año  | País      | Red inalámbrica | Caso de estudio    | Sensor          | Espacio cerrado | Discapacidad visual | Detección de obstáculos | Método |
|-------------------------|------|-----------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------------|--------|
| Shih et al. [12]        | 2006 | China     | Sí              | Guard System       | Temperatura     | No              | Sí                  | No                      | No     |
| Beydoun y Guyennet [13] | 2008 | Francia   | Sí              | GPS-free Urban     | GPS             | No              | Sí                  | Sí                      | No     |
| Quoc et al. [14]        | 2010 | Corea     | Sí              | Sistema U-bus      | RFID            | Sí              | Sí                  | No                      | No     |
| Kiers y Sovec [15]      | 2010 | Austria   | No              | Waysfall System    | RFID            | Sí              | Sí                  | No                      | No     |
| Lopes et al. [16]       | 2012 | Portugal  | No              | Mobilfree System   | Ultrasónico     | No              | Sí                  | Sí                      | No     |
| Oldayo [17]             | 2014 | Nigeria   | No              | Sistema con bastón | Ultrasónico     | No              | Sí                  | Sí                      | No     |
| Pérez et al. [18]       | 2014 | Venezuela | Sí              | Planta de cemento  | Temperatura     | No              | No                  | No                      | Sí     |
| Meshkova et al. [19]    | 2008 | Alemania  | Sí              | Arquitectura SOA   | No especificado | No              | No                  | No                      | Sí     |

Con base en la comparación que se observa en la Tabla 1, se puede generar una discusión clara de las necesidades que surgen a la hora de diseñar redes de sensores inalámbricas que den apoyo a personas con discapacidad visual en espacios cerrados. Por lo cual se generan las siguientes conclusiones.

**País.** En México no existen proyectos de redes de sensores inalámbricas que apoyen a las personas con discapacidad visual según la investigación realizada.

**Red inalámbrica.** Lo que se busca generar en este proyecto es una red de sensores inalámbrica, por lo cual es importante comparar este punto con otros proyectos, y la mayoría usan una red inalámbrica.

**Sensor.** En esta parte se analizan los diversos tipos de sensores usados en los proyectos analizados, lo cual permite obtener conocimiento de la relación entre los sensores y el caso de estudio de los diversos proyectos.

**Espacios cerrados.** Solamente dos proyectos cuentan con la implementación en espacios cerrados. Lo cual fundamenta la necesidad de crear un proyecto que se enfoque en espacios cerrados.

**Apoyo a la discapacidad visual.** No todos los proyectos que usan la tecnología de redes de sensores inalámbricas sirven para apoyar a personas con discapacidad visual, por lo cual es importante generar sistemas que provean servicios de este tipo, como lo es el caso de la detección de obstáculos.

**Método.** Existen metodologías para diseñar redes de sensores inalámbricas, sin embargo, el proyecto actual va destinado a servir como referencia para generar un método que dé pie al diseño de redes de sensores inalámbricas específicamente para que apoyen a personas con discapacidad visual en espacios cerrados.

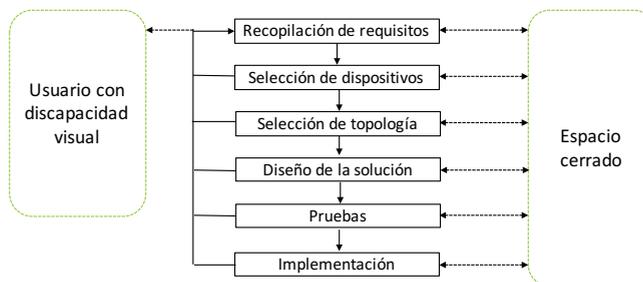
## 4 Propuesta

Las metodologías analizadas cumplen con el propósito de encaminar el diseño de redes de sensores inalámbricas, y otros trabajos analizados crean redes que apoyan a personas con discapacidad visual. Sin embargo, estos proyectos no cuentan con una guía para el diseño de una red de sensores inalámbrica que describa la importancia del usuario con discapacidad visual en un espacio cerrado; trayendo como consecuencia diseños de redes de sensores inalámbricas con limitaciones de accesibilidad.

Con base en la comparación que se observa en la Tabla 1, se puede generar una discusión clara de las necesidades que surgen a la hora de diseñar redes de sensores inalámbricas que den apoyo a personas con discapacidad visual en espacios cerrados. Por lo cual se generan las siguientes conclusiones.

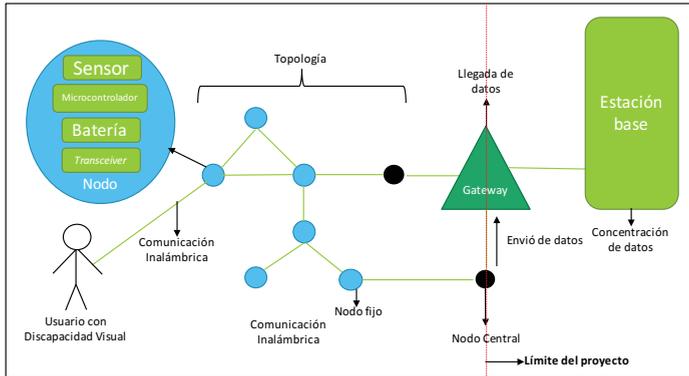
Por tanto, surge la necesidad de disponer de un método que considere al usuario con discapacidad visual como factor importante en el diseño de redes de sensores inalámbricas, con el propósito de mejorar la experiencia del usuario en el desplazamiento dentro del espacio cerrado.

El método propuesto se observa en la Fig. 3, y está conformado por un conjunto de etapas que toman en cuenta al usuario con discapacidad visual y al espacio cerrado en todo su ciclo de vida. Primeramente, es necesario obtener las características del espacio cerrado y las necesidades de los usuarios con discapacidad visual. Con base en los requerimientos obtenidos se hace una selección de dispositivos que satisfagan las necesidades detectadas, estos requisitos (de usuario y espacio) y los dispositivos seleccionados son influencia directa para la elección de topología de red. Después se realiza el diseño de la solución, este proceso se realiza generando prototipos que son probados (pruebas de simulación y de campo) hasta convertirse en la versión final que será desplegada en el espacio cerrado. Cabe mencionar que el método es un conjunto de etapas iterativas, por lo cual cada etapa se puede repetir tantas veces sea necesario.



**Fig. 3.** Esquema del método propuesto

El caso de estudio de este trabajo se basa en el despliegue de la red de sensores inalámbrica en la Facultad de Humanidades de la Universidad Veracruzana siguiendo el método propuesto, delimitando hasta la correcta comunicación y envío de datos entre nodos dentro de la red hasta el Gateway. El caso de estudio se ilustra por medio de un bosquejo de solución en la Fig. 4.



**Fig. 4.** Bosquejo de la solución del caso de uso

Actualmente, el desarrollo del caso de estudio con base en el método propuesto se encuentra en la primera etapa (recopilación de requisitos). Se han realizado entrevistas a diversos usuarios con discapacidad visual, tres con ceguera y uno con debilidad visual. Además, se realizaron mediciones en áreas de interés de la Facultad de Humanidades (Fig. 5). La información obtenida de los usuarios y el espacio se encuentra en análisis para determinar las necesidades que se deben cubrir en el diseño de la red.



**Fig. 5.** Fotografía de la Facultad de Humanidades

## 5 Conclusiones

El método propuesto pretende ser una guía para generar espacios accesibles con base en el diseño de redes de sensores inalámbricos que tomen en cuenta las necesidades de los usuarios con discapacidad visual y las características fundamentales del espacio cerrado. Como trabajo futuro se tiene planeado la selección de dispositivos (sensores,

*transceiver*, microcontrolador, batería) y topología para generar una solución del diseño de la red de sensores inalámbrica, esto siguiendo los pasos del método propuesto, para detectar puntos a mejorar en su uso y así realizar las modificaciones correspondientes.

Agradecemos a la Universidad Veracruzana por las facilidades brindadas para la realización del presente trabajo.

## Referencias

1. Archiniegas, L. Criterios tecnológicos para el diseño de edificios inteligentes. *Télématique*, pp. 26-42, 2010.
2. Solórzano, M. Espacios accesibles en la escuela inclusiva. *Revista Electrónica Educare*, pp. 89-103, 2013.
3. Zheng, J., Jamalipour, A. *Wireless sensor networks: a networking perspective* (2009).
4. De Benito, C., García, J., Juncá, J., De Rojas, C., Santos, J. Mantenimiento y accesibilidad. En *Real Patronato sobre Discapacidad y Fundación ACS* (Eds.). Manual para un entorno accesible, pp. 293-310, 2005.
5. Licon, J. Acciones de inconstitucionalidad un estudio de derecho comparado. *Quórum Legislativo*, pp. 11, 2010.
6. Zurita, P. *El braille hoy. Pensar el libro. Pensando en Braille* (2009).
7. Gómez, M., Barbier, A., Eguiluz, A. La accesibilidad y las tecnologías en la información y la comunicación. *Trans: revista de traductología*, pp. 155-170, 2007.
8. Aakvaag, N., Frey, J. *Redes de sensores inalámbricos*. ABB, 2, pp. 39-42, 2006.
9. IEEE-SA -IEEE Get 802 Program - 802.15: Wireless PANs. *Standards.ieee.org* (2016).
10. IEEE 802.15.4-based Wireless MCUs|2.4 GHz|NXP. *Nxp.com* (2016).
11. Farahani, S. *Zigbee Wireless Networks and Transceivers*. Elsevier (2008).
12. Shih, K., Chang, C., Chen, H., Chou, C. GUARD: a guide, alarm, recovery, and detection system on a wireless sensor network for the blind. *Journal of Mobile Multimedia*, pp. 359-370, 2006.
13. Beydoun, K., Felea, V., Guyennet, H. Wireless sensor network system helping navigation of the visually impaired. In *Information and Communication Technologies: From Theory to Applications*, 2008. 3rd International Conference, pp. 1-5, 2008.
14. Quoc, T., Kim, M., Lee, H., Eom, K. Wireless sensor network apply for the blind U-bus system. *International Journal of u-and e-Service*, pp. 13-24, 2010.
15. Kiers, M., y Sovec, T. *Ways4all: Indoor navigation for visually impaired and blind people*. na (2010).
16. Lopes, S., Vieira, J., Lopes, Ó., Rosa, P., Dias, N. *MobiFree: A Set of Electronic Mobility Aids for the Blind*. *Procedia Computer Science*, 14, pp. 10-19, 2012.
17. Oladayo, O. A Multidimensional Walking Aid for Visually Impaired Using Ultrasonic Sensors Network with Voice Guidance. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, pp. 53, 2014.
18. Pérez, J., Urdaneta, E., Custodio, Á. *Metodología para el Diseño de una Red de Sensores Inalámbricos*. Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre" (2014).
19. Meshkova, E., Riihijärvi, J., Oldewurtel, F., Jardak, C., Mähönen, P. Service-oriented design methodology for wireless sensor networks: A view through case studies. In *Sensor Networks, Ubiquitous and Trustworthy Computing*, 2008. SUTC'08. IEEE International Conference on, pp. 146-153. IEEE. (2008).

# Curso Virtual para la Enseñanza de Fundamentos de Programación de Computadores en Lengua de Señas Colombiana

Julián J. Noguera, Carlos A Areiza y Gloria M. Díaz

Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia  
E-mail: juliannoguera152120@correo.itm.edu.co, careiza@itm.edu.co,  
gloriadiaz@itm.edu.co

**Resumen.** La formación en niveles de educación superior es una de las principales estrategias para garantizar la autonomía de las personas en condición de discapacidad auditiva. En Colombia, una de las áreas que mayor interés ha generado en esta población, es la formación en el campo del desarrollo de software, debido a que éste ofrece modelos de trabajo que podrían requerir menor interacción que otros campos profesionales. Sin embargo, el aprendizaje de los fundamentos de programación presenta grandes dificultades para las personas sordas, en especial por la imposibilidad de encontrar recursos de estudio accesibles para su condición. Este artículo presenta la creación de un curso Web para el apoyo al aprendizaje de los fundamentos de programación de computadores, desarrollado en Lengua de Señas Colombiana y texto concreto, comprensible para personas sordas con nivel promedio de bilingüismo. Este curso permitirá a esta población contar con material de estudio para conocer o profundizar los temas de un primer curso de programación.

**Palabras clave:** recursos de aprendizaje, programación de computadores, estudiantes sordos, Lengua de Señas Colombiana.

## 1 Introducción

Las personas “sordas”, son aquellos que tienen una pérdida auditiva profunda y en consecuencia escuchan muy poco, o nada, de lo que sucede a su alrededor. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 360 millones de personas sufren de algún grado de discapacidad auditiva [1]. Aunque algunas personas sordas, involucradas desde corta edad en procesos de oralización, logran un desempeño adecuado en la lectoescritura, la mayoría de ellos tienen un bajo nivel en la comprensión de textos y sólo pueden establecer comunicación haciendo uso de su lengua natural, la Lengua de Señas [2]; lo cual dificulta la inserción de estas personas a los ámbitos académicos de alto nivel y a la vida laboral [3].

Mejorar la oferta académica de programas de educación superior para personas en condición de discapacidad auditiva es uno de los principales retos de la sociedad actual. Siendo las discapacidades sensorial, visual y auditiva, y cognitiva, las que mayores dificultades presentan. En el caso de la sordera profunda, se observan dos

tendencias de inclusión para el acceso a los niveles de educación universitaria: el modelo presencial o semi-presencial, mediado por un intérprete de lengua de señas que acompaña a los estudiantes en el aula de clase, y el modelo de educación virtual, mediado por plataformas educativas con contenido multimedia, que en se encuentra subtítulado para ser accesible o es reemplazado por documentos de texto [4]. En los dos casos, se espera del estudiante un alto grado de trabajo personal y consulta de material bibliográfico, lo que supone que todas las personas sordas posean un nivel adecuado de comprensión lectora, ignorando el hecho de que en la mayoría de los casos, esta competencia no ha sido desarrollada. Pues en general, las personas sordas solo alcanzan un nivel comunicativo en la lengua escrita, es decir no alcanzan una competencia lingüística real, que les permita comprender textos complejos.

En Colombia, el proceso de inclusión académica al ámbito universitario de personas sordas se ha incrementado en los últimos años y diferentes entidades reportan un especial interés de esta población en adelantar estudios en las áreas relacionadas con las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC). Este campo profesional ofrece carreras dinámicas, que se basan en el uso de herramientas ampliamente visuales que no requieren excesiva interacción oral y que aprovechan toda la capacidad creativa de las personas con discapacidad auditiva [5].

Una de las principales dificultades que enfrentan las personas sordas para abordar programas de formación en área afines a las TIC, es el desarrollo del primer curso de programación de computadores [6]. En el cual, no sólo se deben desarrollar habilidades para la programación en un lenguaje de alto nivel, con términos que no existen en la Lengua de Señas, por ser una lengua en construcción con incipientes experiencias en los ámbitos académicos; sino que además se deben plantear soluciones a problemas, que en su gran mayoría se expresan en un lenguaje que es poco cercano al lenguaje de su uso común. Aunque este problema, también lo afrontan los estudiantes oyentes, éstos pueden acudir a una gran cantidad de recursos que se encuentran tanto en Internet como en textos escritos, lo que les permite complementar los conceptos dados por el profesor y desarrollar los ejercicios propuestos; mientras que no hay tal disponibilidad de recursos adaptados a las necesidades de la población sorda. Sólo a manera de ejemplo, en una búsqueda en YouTube realizada en septiembre de 2016, la frase “programación en java” arroja 33700 resultados, mientras que la búsqueda de “programación en java para sordos”, o “programación en java” + “lengua de señas”, no arrojan ningún resultado; y sucede lo mismo con otros lenguajes de programación.

Trabajos previos han abordado la necesidad de establecer neologismos para las áreas de ciencias y TIC [7–9], pero estos no se orientan a ofrecer material de consulta que permita a las personas sordas conocer o profundizar los fundamentos de la programación de computadores, a pesar de haberse establecido esta necesidad [6]. Por su parte, Andrei et al. proponen el uso de avatares multimedia para la enseñanza de conceptos básicos de programación a personas sordas [10]. Sin embargo, este fue orientado sólo a la introducción de conceptos básicos y no incluyó la solución de problemas ejemplo, uno de los principales temas de consulta para este tipo de cursos.

En este artículo se presenta el desarrollo de un portal para el apoyo al aprendizaje de la programación de computadores creado por sordos y para sordos. El creador de este portal, es un estudiante de Ingeniería de Sistemas del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, sordo profundo de nacimiento y usuario de Lengua de

Señas Colombiana (LSC), quien después de haber superado la mayoría de los cursos del plan de estudios, relacionados con la programación y la ingeniería de software decidió transferir su experiencia a otras personas sordas, usuarias de lengua de señas, que deseen aprender o profundizar sus conocimientos en los fundamentos de programación.

## 2 Metodología.

El desarrollo del portal Web siguió una metodología similar a la construcción de cualquier tecnología informática, es decir se realizó un proceso de definición de requerimientos, seguido de un diseño, una implementación y una evaluación, realizada por la comunidad a quien va dirigido. A continuación, se presentan los detalles de desarrollo de cada una de estas etapas.

### 2.1 Definición de requerimientos

La definición de requerimientos se realizó por un grupo de estudiantes sordos del programa de Tecnología en Sistemas de Información, liderado por el desarrollador del portal y autor principal de este trabajo. La búsqueda de requerimientos estuvo orientada a determinar las principales necesidades de un estudiante sordo del primer curso de programación de computadores. A continuación, se definen los principales requerimientos que fueron definidos en esta etapa, los cuales fueron separados en requerimientos de contenido y de accesibilidad.

#### *Requerimientos de accesibilidad:*

- Todo el contenido que se use para explicar o presentar cada tema deberá presentarse en LSC.
- El planteamiento de los problemas, resueltos o propuestos para desarrollar, deberá presentarse en su forma estándar y en texto concreto, para facilitar la comprensión de personas sordas con niveles promedio de bilingüismo.
- El diseño del portal debía ser atractivo visualmente y permitir el acceso rápido e intuitivo al material que se desarrollará.
- Se debe garantizar que el material estará disponible para consulta todo el tiempo y desde cualquier lugar.
- Proveer un mecanismo para que los visitantes sordos pudieran dejar mensajes de texto o vídeo, ya sea como comentarios o como problemas o ideas para colaborar.

#### *Requerimientos de contenido:*

- Definir un glosario de neologismos de señas propias del área de programación de computadores; dado que muchas de las palabras usadas en esta área no tienen signo correspondiente en la LSC y otras deben ser redefinidas para el contexto de la programación.

- Incluir un repaso de fundamentos de lógica matemática que son requeridos para solucionar problemas típicos de fundamentos de programación.
- Para cada uno de los temas a abordar, incluir explicación de los fundamentos teóricos y problemas resueltos.
- Incluir video tutoriales acerca de la instalación de las herramientas usadas para la programación de computadores, tales como entornos de programación o herramientas de diseño. Dado que, al igual que el material de enseñanza, sólo se encuentran tutoriales en video o en texto para oyentes.

## 2.2 Diseño

El diseño del portal estuvo centrado en la funcionalidad y el contenido, aunque se tuvieron en cuenta consideraciones de aspecto propuestas en la literatura [11] tales como, el manejo de colores contrastados, fuentes de letra de fácil lectura, información concreta y limitada en cada página, navegación intuitiva y de fácil acceso al contenido (con un menú que permitiera regresar a las páginas principales) y principalmente, contenido en LSC y texto concreto.

El portal contempla cinco componentes. El primero de ellos corresponde a un diccionario de términos o neologismos definidos para el área de programación, el cual incluye la palabra en español, un vídeo con la seña correspondiente, una descripción breve en texto concreto (comprensible para sordos) y un ejemplo de uso de la seña en contextos de las TIC. El segundo, es una introducción de conceptos fundamentales de lógica y matemáticas, requeridos para abordar problemas básicos de un curso de programación, tales como el porcentaje, la sumatoria, entre otros que, aunque son de uso común, no lo son para esta población. El tercer componente, correspondería a los módulos específicos de fundamentos de programación, que incluyen las estructuras secuenciales, condicionales y repetitivas. Para cada una de ellas, se realiza una explicación conceptual, ejemplos de solución de problemas tanto en pseudocódigo como en Java y problemas propuestos, escritos en el lenguaje común usado en los textos bibliográficos y en lenguaje concreto. El cuarto componente, permite dar respuesta a la necesidad de contar con manuales para la instalación de herramientas de uso común en programación y por último un componente de contacto, para procurar la interacción entre los futuros usuarios y el desarrollador del sitio.

En el diseño de los contenidos académicos participaron tres personas, una profesora de fundamentos de programación que cuenta con más de diez años de experiencia en el área, un intérprete de lengua de señas, quien tiene más de 3 años de experiencia asistiendo la interpretación de cursos en programas de ingeniería y tecnología informática, y un estudiante de sexto semestre de Ingeniería de Sistemas (autor y desarrollador del sitio), que se encuentra en condición de sordera profunda. Cada elemento del contenido fue propuesto por el desarrollador y verificado, desde el punto de vista conceptual, por el profesor y, desde el punto de vista gramatical de LSC, por el intérprete.

### 2.3 Implementación

El sitio Web fue inicialmente implementado en una herramienta de acceso abierto denominado blogspot (<http://blogspot.es/>), el cual permite la creación de sitios con múltiples páginas y recursos y garantiza la disponibilidad continua del contenido, sin necesidad de registro previo del visitante. La Fig. 1. presenta una impresión de pantalla del sitio desarrollado, en el que se evidencian los cinco componentes implementados.

Como se indicó en los requerimientos, cada uno de los elementos de aprendizaje que se incluyó en el sitio contó con dos modos de presentación: un vídeo, con traducción a Lengua de Señas Colombiana y un texto concreto. La creación de los vídeos estuvo apoyada en dos herramientas, una herramienta tipo pizarra virtual (lensoo create), que permitió grabar vídeos de la pantalla de computador y escribir sobre ella crear vídeos en los que se escribía como si se estuviera trabajando en un tablero, de forma similar a como lo haría un docente en clase. Este vídeo fue luego editado, en otra herramienta para la preparación de presentaciones (camtasia studio), que permitía grabar con la cámara Web, a la vez que se reproducía el vídeo de explicación, de forma tal que había total sincronía entre uno y otro.

Para cada estructura de programación (secuencial, condicional y repetitiva) se crearon los componentes de explicación conceptual y ejemplos. Cada ejemplo fue presentado en español completo, como se encuentra en los textos académicos, y en texto concreto. Luego se incluyó un vídeo en el que se explicaba cómo diseñar la solución en pseudocódigo y como implementarla en lenguaje de programación Java. La Fig. 2. ilustra un ejemplo de esta función dentro del sitio.



Fig. 1. Sitio Web del curso para el apoyo a la enseñanza de programación de computadores para sordos usuarios de LSC.

**Texto original:** Hacer un algoritmo que dados los dos lados diferentes de un rectángulo, encuentre el perímetro y el área del mismo.

**En concreto :** ingrese los dos lados diferentes L1 y L2 de un rectángulo y cual es su perímetro y su area.

Hacer un algoritmo que dados los dos lados diferentes de un rectángulo, encuentre el perímetro y el área del mismo.

Clase Rectangulo  
Metodo principal  
Entero L1, L2  
Real Per, Area  
Muestra: Ingrese dos lados difen

Lado 1  
Lado 2

$P = 2 * lado1 + 2 * lado2$   
 $A = lado1 * lado2$

**Fig. 2.** Ejemplo de un problema resuelto. Se observa el texto original, el texto concreto, el tablero virtual y en la esquina inferior derecha el video en LSC.

### 3 Evaluación y Resultados

En el proceso de evaluación y prueba se contó con cinco estudiantes del Instituto Tecnológico Metropolitano de la ciudad de Medellín, quienes se encuentran en condición de sordera profunda y son usuarios de LSC. Uno de ellos había tomado y aprobado el curso de fundamentos de programación; otros dos, estaban cursando la asignatura por segunda vez y los otros dos la cursarían en el siguiente semestre.

A cada estudiante se le pidió que navegara por el sitio Web de forma autónoma, prestando especial atención a los conceptos explicados y los ejemplos desarrollados. Luego de realizar la navegación, se les pidió que calificaran de 1 a 5 los aspectos de facilidad de navegación, utilidad de la herramienta y comprensión de los temas tratados.. La Tabla 1. Muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 1.** Resultados de valoración de estudiantes sordos al navegar por el curso.

| FACTOR DE EVALUACION              | VALORACION PROMEDIO |
|-----------------------------------|---------------------|
| <b>Facilidad de navegación</b>    | 4,2/5.0             |
| <b>Utilidad de la herramienta</b> | 5.0/5.0             |
| <b>Comprensión de los temas</b>   | 3.9/5.0             |

Adicionalmente, se les pidió que indicaran cuál, para cada uno de ellos, era la mayor fortaleza de la herramienta y que aspectos se deberían mejorar. Se destaca que

para todos los estudiantes el definir un glosario de términos y la explicación realizada por una persona sorda eran las mayores ventajas del sitio. Como desventajas, la mayoría de ellos indicó la necesidad de incrementar el número de ejemplos e introducir lenguajes gráficos para el diseño de los algoritmos.

## 4 Conclusiones y trabajo futuro

Este artículo presenta una iniciativa para promover la inclusión de personas con discapacidad auditiva profunda en la formación en el área de TICs, a través de un sitio Web que servirá de apoyo para el estudio de los fundamentos de la programación de computadores. El sitio desarrollado, se orienta a la accesibilidad de contenidos educativos para personas sordas, introduciendo explicaciones en Lengua de Señas Colombiana y español concreto.

El aspecto que más se resalta de este desarrollo es el haber sido diseñado e implementado por una persona en condición de sordera profunda, pues su condición le permite comprender las necesidades y diferencias del proceso cognitivo y de aprendizaje de esta población y en consecuencia proveer explicaciones acordes a dichas necesidades. Este punto nos permite resaltar la necesidad de que las personas en condición de discapacidad participen en el desarrollo de entornos educativos que busquen garantizar la accesibilidad, pues su propia experiencia puede proveer puntos de vista fundamentales para ello.

Como trabajo futuro se plantea la inclusión de otros conceptos y ejemplos de diseño e implementación de algoritmos y estructuras de datos que son fundamentales para el aprendizaje de esta área de formación y la definición e inclusión de nuevos neologismos, relacionados con las TIC y el desarrollo de software. Adicionalmente, se realizará una investigación que permita determinar el efecto real que el uso de este tipo de material tiene sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes de un curso formal de programación.

## Referencias

1. Organización Mundial de la Salud: Sordera y pérdida de la audición, [En línea]. Disponible: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>. [Último acceso: 19 de Septiembre 2016].
2. Robbins, C.: Computer technology education and the deaf student: Observations of serious nuances of communication. *Information, Technol. Disabil.* 3, (1996).
3. Appelman, K.I., Callahan, J.O., Mayer, M.H., Luetke, B.S., Stryker, D.S.: Education, employment, and independent living of young adults who are deaf and hard of hearing. *Am. Ann. Deaf.* 157, 264–75 (2012).
4. Lang, H.G.: Higher education for deaf students: research priorities in the new millennium. *J. Deaf Stud. Deaf Educ.* 7, 267–80 (2002).
5. Nordin, N., Yunus, M.M., Zaharudin, R., Salehi, H., Yasin, M.H.M., Embi, M.A.: A Review on Higher Education for Hearing-Impaired Individuals. *Asian Soc. Sci.* 11, 75 (2015).
6. Distante, D., Huang, S.: Challenges and Lessons Learned in Teaching Software

- Engineering and Programming to Hearing-Impaired Students. In: 20th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'07). pp. 344–354. IEEE (2007).
7. Bigham, J. P., Otero, D. S., DeWitt, J. N., Cavender, A., & Ladner, R.E.: ASL-STEM Forum: A Bottom-Up Approach to Enabling American Sign Language to Grow in STEM Fields. In: International Conference on Web and Social Media (2008).
  8. Reis, J., Solovey, E.T., Henner, J., Johnson, K., Hoffmeister, R.: ASL CLear: STEM Education Tools for Deaf Students. In: 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility (2015).
  9. DeafTEC: STEM ASL Video Dictionary. [En línea]. Disponible: <https://www.deaftec.org/stem-asl-video-dictionary>. [Último acceso: 19 de Septiembre 2016]
  10. Andrei, S., Osborne, L., Smith, Z., Andrei, S., Osborne, L., Smith, Z.: Designing an American Sign Language Avatar for Learning Computer Science Concepts for Deaf or Hard-of-Hearing Students and Deaf Interpreters. *J. Educ. Multimed. Hypermedia*. 22, 229–242 (2013).
  11. Fajardo, I., Cañas, J.J., Antolí, A., Salmerón, Y.: Accesibilidad Cognitiva de los Sordos a la Web. (2002).

# Guante electrónico para la rehabilitación de la muñeca, utilizando sensores de presión y una respuesta audiovisual

Daniel C. Calle, Erick N. Benavides, Mario O. Guaraca, Luis. S. Andrade<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GI-IATa

Universidad Politécnica Salesiana  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut (Ecuador)  
Tfno: (+593) 72862213

E-mail: {dcallec1, enarvaezb, mochoagua}@est.ups.edu.ec, lserpa@ups.edu.ec

**Resumen.** Debido a los avances tecnológicos y en especial en el campo de la robótica existe una gran cantidad de novedades centradas en la rehabilitación de personas con algún tipo de problema físico, la mayoría de estos estudios se enfocan en la rehabilitación de las extremidades superiores e inferiores, de las partes finas como las manos, es por eso que este enfoque propone un sistema electrónico que tiene como objetivo proporcionar una interfaz interactiva para la rehabilitación de los músculos de la muñeca, cuyos problemas pueden estar relacionados con la enfermedad de Parkinson o cualquier otro daño, como el síndrome de túnel carpiano. El sistema se basa en el uso de sensores de presión y una aplicación móvil con el fin de tener un sistema de retroalimentación y para demostrar una mejora en la terapia.

**Palabras clave:** Rehabilitación, Parkinson, Túnel Carpiano, Aplicación móvil, Interfaz interactiva.

## 1 Introducción

La enfermedad de Parkinson es un trastorno neurodegenerativo que afecta aproximadamente al 1% de las personas mayores a 60 años. Los principales síntomas motores que presenta esta enfermedad son: rigidez, temblor en reposo e inestabilidad postural. La característica principal de esta enfermedad es la pérdida progresiva de neuronas dopaminérgicas de la sustancia negra, provocando la pérdida de control de los movimientos voluntarios [1].

Los medicamentos disponibles actualmente para el tratamiento sólo proporcionan alivio sintomático y no controlan o evitan la progresión de la enfermedad [2].

Por otro lado el síndrome de túnel carpiano (STC) es una dolorosa condición progresiva causada por la compresión del nervio mediano de la muñeca, se produce

cuando este nervio, el cual que se extiende desde el antebrazo hasta la palma de la mano, se presiona o contrae en la muñeca [3].

Los síntomas incluyen dolor de tipo quemazón, hormigueo y adormecimiento alrededor de la cara ventral de la mano y dedos, con posibilidad de irradiarse hacia los músculos más próximos. Otro síntoma que podría suscitarse es el deterioro sensitivo en la distribución del nervio mediano [4].

Entre los métodos de diagnóstico de STC se encuentra una prueba neurofisiológica llamado estudio de conducción nerviosa. Esta técnica evalúa el rendimiento de grandes fibras nerviosas en su conjunto; otra técnica innovadora técnica de bloqueo anódica utiliza un electrodo de superficie tripolar para evaluar la gravedad de la STC [5]. Por otro lado la termografía presenta una posible alternativa a los métodos más comunes para el diagnóstico del túnel carpiano, sin embargo, el análisis manual de las imágenes térmicas pueden ser un trabajo tedioso, que requiere paciencia y precisión [6].

El tratamiento de STC solamente es efectivo cuando se reduce o elimina la exposición a los factores de riesgo ergonómicos, en este tratamiento los pacientes obtienen terapia física, medicación, intervenciones conductuales y ocupacionales, y en casos severos cirugía para descomprimir el túnel carpiano [4].

En el presente estudio se plantea la realización de un sistema electrónico basado en ambientes interactivos que sirva como alternativa a terapia física tradicional de los músculos de la mano; mediante este sistema se pretende brindar una terapia tanto para personas que padecen Parkinson así como también para personas que se encuentran en etapa de rehabilitación luego de sufrir un trauma a nivel de muñeca.

## 2 Trabajo Relacionado

Además del tratamiento médico, las personas que padecen Parkinson desarrollan una capacidad progresiva; es por esto que la actividad física ayuda a mantener tono muscular y las funciones motoras. Los ejercicios que comúnmente se recomienda realizar son yoga y fisioterapia. El fisioterapeuta es el encargado de aumentar la capacidad funcional de las extremidades y articulaciones de los pacientes, esto mediante un programa de ejercicios [7].

Debido al gran avance de la tecnología las terapias tradicionales han sido modernizadas y monitorizadas para controlar el avance o deterioro de la enfermedad en el paciente, en este aspecto en [8] utilizan sensores inerciales basados en giroscopios y acelerómetros implementados en zapatos deportivos, de manera general este sensor realiza un muestreo sobre la marcha de las personas que padecen Parkinson, las muestras tomadas se envían inalámbricamente hacia un ordenador, en donde se construye una base de datos que posteriormente será analizada mediante algoritmos, de esta manera se conoce si la terapia tiene un proceso evolutivo o no, información valiosa para los terapeutas. De igual forma en [9] analizan la marcha de las personas que padecen Parkinson en este caso mediante el uso de realidad virtual.

Daniel Rodríguez en su tesis doctoral [10] concentra su estudio en la marcha de los pacientes con Parkinson, mediante el uso de sensores inerciales postula una unidad de medida inercial optimizada para la adquisición y tratamiento de datos con mínimo consumo, logrando así conseguir una larga autonomía del dispositivo en donde se implemente este sensor, a continuación propone un algoritmo para la identificación de un síntoma de la enfermedad de Parkinson específicamente en el bloque de marcha.

Por otro lado, en [11] se presenta un sistema de apoyo para ejercicios autopasivos y autoasistidos del brazo, la muñeca y la mano en donde los movimientos del brazo sano se captan mediante los sensores de un guante y un robot los reproduce con la mano y brazos paralizados, el sistema tiene además una interfaz interactiva en donde se concentran actividades de la vida diaria en realidad virtual y manipulación de objetos virtuales; el resultado es bastante realista y así se puede conseguir que un persona sienta que sujeta un objeto.

### 3 Sistema desarrollado

El sistema general de nuestro sistema se presenta en la figura 1, se pueden observar tres partes principales: El usuario como actor principal de la terapia, el cual observará las indicaciones mediante la pantalla y los parlantes del dispositivo móvil, éstas instrucciones deberán ser ejecutadas usando el guante como dispositivo de recepción de señales que a su vez enviará dichas señales como retroalimentación hacia el dispositivo móvil completándose así el sistema.

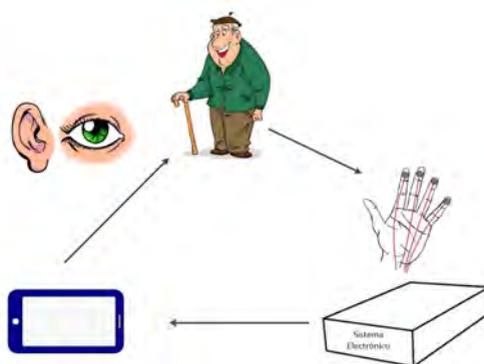


Fig. 1. Esquema general

#### 3.1 Sistema electrónico y aplicación móvil

El sistema electrónico consiste en un arreglo de sensores resistivos de presión ubicados en un guante en la disposición como se muestra en la figura 2, los sensores enviarán datos hacia un sistema detector de pulsaciones basado en amplificadores opera-

cionales los cuales permitirán detectar un umbral de presión mínima y estos pulsos serán procesados por el microcontrolador Arduino [12] y mediante una comunicación Bluetooth se enviará los comandos hacia el dispositivo móvil.



**Fig. 2.** Distribución de los sensores [13]

Específicamente se ha usado sensores de presión resistivos [14] circulares los cuales poseen una superficie de contacto redonda de 2 cm de diámetro, este sensor varía su resistencia según la presión aplicada en el área circular, cuanto más presión exista, menor será su resistencia; en el caso contrario su resistencia será superior a  $1\text{ M}\Omega$ , el rango de presión varía de 100 g a 10 Kg.

Para la implementación de los sensores se utilizó un guante de tela, que de manera cómoda debe acoplarse a la mano del usuario, la implementación se puede observar en la figura 3.



**Fig. 3.** Guante con sensores acoplados

Los cambios de resistencia generados por los sensores, son captados por el circuito detector de pulsos mostrado en la figura 4, se puede apreciar una batería recargable de 4000 mAh que alimenta a todo el sistema electrónico, dotándolo de una autonomía de 8 horas aproximadamente.

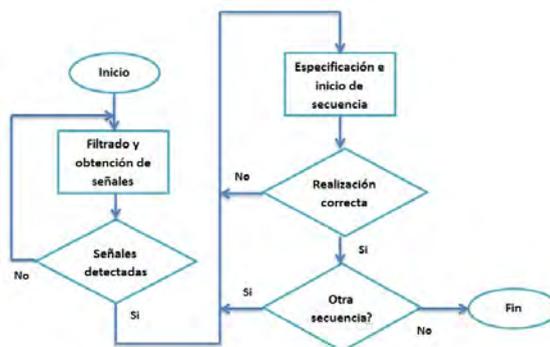


**Fig. 4.** Circuito detector de pulsos

En cuanto a diseño de la interfaz interactiva mediante una aplicación móvil, se utilizó la herramienta App inventor desarrollada por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en colaboración con Google y se encuentra disponible de manera gratuita [15], teniendo resultados como los que se muestra en la figura 7.

### 3.2 Funcionamiento

La lógica de funcionamiento inicia con la obtención de señales desde los sensores, estas señales pasa por el circuito detector de pulsos mostrado en la figura 4 el cual como se mencionó anteriormente, es el encargado de detectar el sobrepaso de un umbral de presión, si la señal se encuentra sobre este umbral se considera como un pulso detectado, dicho dato es enviado al microcontrolador y este a su vez la envía inalámbricamente hacia el dispositivo móvil, en esta etapa se analiza si los pulsos cumplen con la secuencia planteada, en caso de ser correcta se continua realizando las siguientes secuencias, caso contrario el sistema vuelve a estar a la espera de las señales producidas por el usuario, en la figura 5 se muestra un diagrama de flujo de este proceso.



**Fig. 5.** Diagrama de flujo del funcionamiento

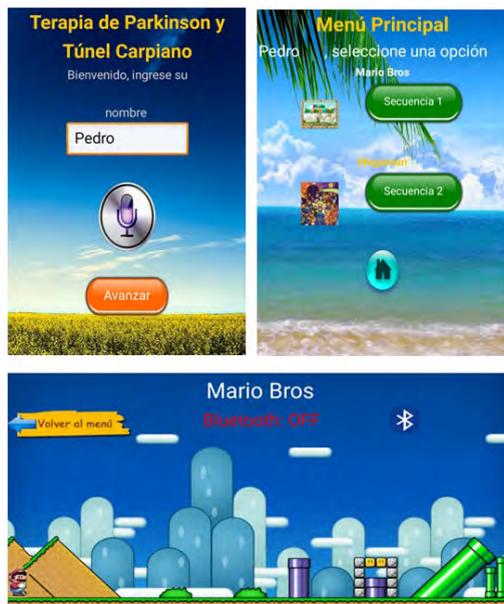
Si el usuario comete un error en la secuencia de movimiento especificada por la aplicación del personaje del juego toma una ruta diferente a la ideal, entonces el usuario deberá restablecer la posición del personaje con el pulso del pulgar con el meñique.

La metodología utilizada para la interacción inicia cuando el usuario se coloca en frente a su dispositivo móvil, se le da instrucciones sobre la secuencia de pulsaciones que debe realizar usando las yemas de sus dedos, para cada movimiento el usuario debe extender sus dedos hacia la parte central de la palma de la mano, como se indica en la figura 6.



**Fig. 6.** Secuencias de pulsaciones con las yemas de los dedos [16]

Como se puede observar en la figura 7, en primera instancia el usuario tiene que autenticarse pronunciando su nombre en frente al dispositivo móvil, para ello se ha utilizado la herramienta Speech Recognition disponible en App Inventor, a continuación se presenta al paciente un menú del cual puede escoger entre dos juegos de plataforma, ya sea Mario Bros o Megaman; para ambos casos el paciente deberá avanzar dentro de cada nivel haciendo uso del guante para completar la secuencia de movimientos especificada por la aplicación.



**Fig. 7.** Interfaz de la aplicación móvil

## 4 Conclusiones

Las enfermedades relacionadas con los traumatismos de los músculos de la muñeca son relativamente nuevas debido al creciente uso de las computadoras en los últimos tiempos para la realización de tareas diarias, debido a esto existen pocos métodos de rehabilitación o los que existen son excesivamente costosos justamente porque son músculos muy delicados y no se pueden intervenir de una forma invasiva, por lo que nuestra propuesta ha tenido una acogida positiva en los primeros acercamientos en los centros de rehabilitación.

Por otra parte nuestra implementación es una muy buena herramienta para la prevención del degeneramiento muscular producido por la enfermedad de Parkinson por lo que se puede hacer un acercamiento a los centros geriátricos y diseñar un experimento piloto con el fin de validarlo como método de prevención y tratamiento.

En cuanto al trabajo futuro se propone:

- La conducción del experimento piloto tanto para la rehabilitación de traumatismo como para la prevención del degeneramiento muscular.
- Realizar un análisis más minucioso de las señales de presión con la finalidad de evaluar el avance en las terapias de rehabilitación analizando aspectos como el aumento o la disminución de la presión ejercida por los dedos.
- Implementar un sistema dentro del dispositivo móvil, con el fin de generar las secuencias de los ejercicios basados en el nivel de progreso mostrado por el paciente.

## Referencias

1. S. D. Wenker, M. C. Leal, M. I. Fariás, X. Zeng, and F. J. Pitossi. Cell therapy for Parkinson's disease: Functional role of the host immune response on survival and differentiation of dopaminergic neuroblasts. *Brain research*, 1638:15 – 29, 2016.
2. F. I. Tarazi, Z. T. Sahli, M. Wolny, and S. A. Mousa. Emerging therapies for Parkinson's disease: From bench to bedside. *Pharmacology & therapeutics*, 144(2):123 –133, 2014.
3. R. Berlia and P. Santosh. *Mouse Brace*. 2014.
4. A. G. Conesa and M. F. S. Gisbert. Síndrome del túnel del carpo. *Fisioterapia*, 26(3):170 – 185, 2004.
5. S. Sundar and J. Gonzalez-Cueto. Selective activation of small nerve fibers for assessing carpal tunnel syndrome. In *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, volume 4, pages 3668 – 3671, 2005.
6. M. Palfy and B. J. Papez. Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome from Thermal Images Using Artificial Neural Networks. In *Twentieth IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'07)*, pages 59 – 64. IEEE, 2007.

7. K. H. O. Deane, D. Jones, E. D. Playford, Y. Ben-Shlomo, and C. E. Clarke. *Fi- si terapia en pacientes con enfermedad de Parkinson*. La Cochrane Library plus en español; Oxford: Update Software, 2001.
8. J. Barth, J. Klucken, P. Kugler, T. Kammerer, R. Steidl, J. Wikler, J. Hornegger, and B. Eskofier. Biometric and mobile gait analysis for early diagnosis and therapy monitoring in Parkinson's disease. In 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, pages 868 – 871. IEEE, 2011.
9. M. S. d'Alencar, K. N. Sá, E. B. C. Pinto, A. F. Baptista, I. da Silva Pereira, J. A. M. Ribeiro, R. B. de Jesus Souza, G. E. dos Santos, B. O. Goenaves, A. L. B. Santos, et al. Correlation between disease severity and gait speed in elderly with Parkinson's disease submitted to virtual reality exposure therapy. In Virtual Rehabilitation Proceedings (ICVR), 2015 International Conference on, pages 123 – 124. IEEE, 2015.
10. Daniel M. Rodríguez Martín. *Contribución al análisis del movimiento humano aplicado a la identificación de posturas y bloqueos de la marcha en pacientes con Parkinson*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Catalunya, Abril 2014.
11. S. Domínguez. *Locos robots para rehabilitación y fisioterapia en Gifu, Japón*. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2011. Disponible en: <http://www.rehabilitacionblog.com/2011/05/locos-robots-para-rehabilitacion-y.html>.
12. Arduino. *Arduino Nano*. Technical report, Abril 2016. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>.
13. Thinkstock. *Sketch drawing hand*. 2016. Disponible en: <http://www.thinkstockphotos.es/image/illustration-sketch-drawing-hand/496920429>.
14. Brico Geek. *Sensor de fuerza resistivo circular*. 2016. Disponible en: <http://tienda.bricogeek.com/sensores/403-sensor-de-fuerza-resistivo-circular.html>.
15. K. Roy. *App inventor for android: Report from a summer camp*. In Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education, pages 283 – 288. ACM, 2012.
16. *Traumatología Hellín*. *Ejercicios de mano y muñeca*. Disponible en: <https://traumatologiahellin.wordpress.com/ejercicios/ejercicios-de-mano-y-muneca/>.

# Evaluación de Accesibilidad de Ambientes Educativos Virtuales en Colombia

Sandra Janeth Hernández Otálora<sup>1</sup> y Gloria M. Díaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia

E-mail: sandra-herandez@unipiloto.edu.co, gloriadiaz@itm.edu.co

**Resumen.** Este artículo presenta los resultados de la evaluación del estado de accesibilidad de los ambientes educativos virtuales en Colombia, abordada en dos etapas, la primera de ellas para determinar el grado de desarrollo de la accesibilidad, desde una mirada holística, con énfasis en los aspectos organizacionales de las entidades que ofertan programas cien por ciento virtuales y la segunda, orientada a evaluar la accesibilidad de los portales educativos, desde el punto de vista de la tecnología. Los resultados alertan sobre la necesidad de promover la accesibilidad en estos ambientes, pues el interés de las entidades participantes es bajo, lo que se refleja en un bajo cumplimiento en los puntos de verificación, a nivel técnico, de los portales educativos que soportan los programas ofertados.

**Palabras clave:** ambiente educativo virtual, discapacidad, inclusión, accesibilidad, evaluación.

## 1 Introducción

El profesor Stephen Hawking, afirmó hace algunos años que “la discapacidad no debería ser un obstáculo para el éxito” [1]; y tenía razones para decirlo, pues a pesar de padecer una enfermedad en extremo discapacitante, ha sido uno de los científicos más reconocidos de los últimos años, manteniéndose activo gracias a los productos de apoyo asociados a la accesibilidad de las TIC.

Entidades como la UNESCO, han reconocido que la educación representa una de las posibilidades más claras para transformar la realidad del entorno de las personas e insta a los estados a garantizar los derechos a la igualdad y a la educación de calidad, y a proveer oportunidades a toda la población para acceder al sistema educativo, lo cual implica minimizar las barreras, para que todos participen sin importar sus características físicas, mentales, sociales, económicas, contextos culturales, etc. [2]. A pesar de ello, la falta de condiciones adecuadas, ha limitado especialmente a la población en condición de discapacidad, para acceder a los servicios educativos, lo que fomenta aún más la desigualdad. En Colombia, la accesibilidad a la educación de las personas en condición de discapacidad es muy restringida, según el censo del Departamento Nacional de Estadística –DANE-, el 33.3% de estas personas no tiene ningún nivel educativo, el 2,34% tiene algún nivel en educación superior, y sólo el 1% ha culminado sus estudios superiores [3]. Estas cifras resultan alarmantes, si se

tiene en cuenta que, con la aparición y desarrollo del e-learning, se han generado escenarios virtuales que podrían mejorar el acceso a la educación de toda la población vulnerable [4]. Pero para ello, es necesario que las instituciones académicas, propendan por garantizar la accesibilidad a dichos programas.

Este trabajo presenta los resultados de una evaluación de la accesibilidad de los ambientes educativos virtuales en Colombia, a partir de una muestra de instituciones de educación superior que ofertan programas en modalidad cien por ciento virtual. Evaluación que fue abordada en dos etapas; la primera buscó establecer el grado de interés, conocimiento y desarrollo de la accesibilidad de los ambientes educativos virtuales, desde una mirada holística, con énfasis en los aspectos organizacionales; y la segunda, de manera similar a estudios previos [5], se concentró en evaluar el cumplimiento de los aspectos operativos, considerados en la dimensión tecnológica.

## 2 Ambientes educativos virtuales accesibles – un enfoque sistémico.

Por lo general, la evaluación de las condiciones de accesibilidad de los ambientes educativos virtuales, se restringe a la comprobación del cumplimiento de algunas características tecnológicas asociadas a la accesibilidad Web y/o a la accesibilidad de la información. En Colombia, esta evaluación está enmarcada desde las herramientas de autoría de contenido y uso de la web a través de la norma técnica colombiana NTC 5854, que acoge las pautas de accesibilidad al contenido web 2.0 (WCAG) de la world wide web consortium - W3C. Esta evaluación resulta limitada para determinar si los programas académicos ofertados en modalidad virtual, pueden garantizar las condiciones que le permitan, a una persona discapacitada, estudiar de manera autónoma. Por ello, y considerando que un ambiente educativo virtual es el escenario que reúne todos los aspectos concernientes al desarrollo adecuado de un proyecto virtual de enseñanza-aprendizaje, hemos propuesto analizar estos con una mirada holística, que, como se ilustra en la Figura 1., integra también lo organizacional, lo pedagógico y los factores de la comunidad académica que interviene en él [6].



**Figura 1.** Modelo holístico de los entornos educativos virtuales.

La dimensión organizacional, define los planes de desarrollo, la estructura organizacional y las estrategias que hacen posible el proyecto educativo en un entorno virtual; la dimensión pedagógica, establece los criterios, marcos y modelos que fundamentan la función formativa y orientan su accionar educativo; la dimensión de la comunidad académica, establece relaciones entre todos los actores (estudiantes, profesores y/o tutores, autores y administrativos) para alcanzar los objetivos de formación; y la dimensión tecnológica, facilita las herramientas de comunicación e interacción de todos los actores, así como la gestión y producción de recursos de aprendizaje. Este sistema se enmarca en un contexto local, nacional e internacional que posibilita las relaciones de cada componente con el sector productivo, con las demás instituciones de educación, con el estado y con la comunidad que las rodea.

### 3 Metodología de evaluación

#### 3.1. Instituciones participantes

Como se indicó anteriormente, la evaluación que aquí se presenta contempló dos etapas, una de indagación que buscaba establecer el desarrollo de la accesibilidad en las instituciones de educación virtual y la otra, respecto a la accesibilidad de los portales educativos de una muestra de estas instituciones. Para la primera etapa, fueron consultadas instituciones de educación superior, avaladas por el Ministerio de Educación Nacional, que ofrecen programas en modalidad 100% virtual. En total, se identificaron 71 instituciones; de las cuales, 31 aceptaron participar efectivamente, diligenciando del instrumento de evaluación. Para la etapa dos, se solicitó acceso (usuario-contraseña) a los portales educativos de estas instituciones, pero esto sólo fue provisto por 5 de ellas, descritas en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Entidades de educación participantes en el estudio de la dimensión técnica

| INSTITUCIÓN                                       | SECTOR  | URL                                                  |
|---------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------|
| Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB)        | Privado | <a href="http://www.unab.edu.co">www.unab.edu.co</a> |
| Servicio Nacional De Aprendizaje (SENA)           | Público | <a href="http://www.sena.edu.co">www.sena.edu.co</a> |
| Universidad Antonio Nariño (UAN)                  | Privado | <a href="http://www.uan.edu.co">www.uan.edu.co</a>   |
| Fundación Universitaria Católica del Norte (FUCN) | Privado | <a href="http://www.ucn.edu.co">www.ucn.edu.co</a>   |
| Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) | Publico | <a href="http://www.unad.edu.co">www.unad.edu.co</a> |

#### 3.2. Etapa 1: evaluación del desarrollo y apropiación del concepto accesibilidad en instituciones de educación virtual en Colombia

La elaboración del instrumento de evaluación consideró cuatro pasos: la identificación de variables de medición, la definición de un perfil de contacto, el diseño del cuestionario y su validación por expertos. Las variables identificadas como relevantes para la evaluación fueron: 1) claridad conceptual, para evaluar si la institución conoce con claridad el concepto de accesibilidad de los ambientes de

aprendizaje virtuales; 2) marco referencial, para evaluar desde la dimensión organizacional el conocimiento de políticas relacionadas con accesibilidad de los ambientes educativos virtuales en el país y de los programas para el fomento a la accesibilidad del gobierno nacional; 3) interés institucional, busca identificar desde la dimensión organizacional la implementación de estrategias y desde la dimensión pedagógica conocer si se realiza capacitación a los docentes para orientar los procesos de formación de las personas con discapacidad; 4) población en condición de discapacidad, que desde las dimensiones organizacional y de la comunidad académica permite evaluar la adherencia de esta población a los programas académicos; y 5) plataforma tecnológica, identificar las plataformas usadas como sistema de administración del aprendizaje. Con respecto al perfil de las personas que contestarían el cuestionario se estableció que estos deberían conocer la realidad institucional, para que la información que recoja el instrumento sea verídica, por lo cual se solicitó que las respuestas fueran aportadas por actores institucionales, involucrados en los procesos de formación virtual de las instituciones participantes.

A partir de las variables definidas, se diseñó un cuestionario con preguntas de respuesta cerrada (salvo tres casos, donde se requería información detallada); el cual fue implementado en la herramienta de formularios de Google<sup>1</sup>, proveyendo para cada pregunta, información orientadora sobre su diligenciamiento.

### **3.3. Etapa 2: evaluación de accesibilidad de portales educativos en instituciones de educación virtual en Colombia**

Esta etapa contempló dos evaluaciones, en primer lugar, la aplicación de pruebas técnicas de accesibilidad a los contenidos de las páginas Web, de acuerdo a las pautas establecidas por la W3C [7]; y en segundo lugar, una evaluación de la experiencia de usuarios en condición de discapacidad.

*Pruebas técnicas:* esta evaluación se orientó a determinar el nivel de cumplimiento de los puntos de verificación, de las pautas de accesibilidad de contenidos Web definidos por la W3C y adoptados en la Norma Técnica Colombiana NTC 5854 [8]. Se definieron como variables a tener en cuenta en la aplicación de las pruebas técnicas las siguientes:

- Páginas representativas: página principal del portal institucional, páginas principales de ingreso a las plataformas virtuales, páginas con manejo de formularios, páginas de presentación de contenidos de los cursos.
- Puntos de verificación: Alternativas textuales en imágenes y en elementos multimedia, encabezados, listas, formularios, tablas de datos, maquetación, validación de las tecnologías W3C código HTML y hojas de estilo, uso de scripts, marcos, enlaces comprensibles y uso semántico de los colores. Los cuales corresponden a las pautas del nivel de conformidad A, y algunos aspectos relevantes del nivel de conformidad AA.

---

1

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd7QKSdTOIQAW\\_HO3Ni6KvOtccl72ZEBWeXjySUyzh1VZxI5Q/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd7QKSdTOIQAW_HO3Ni6KvOtccl72ZEBWeXjySUyzh1VZxI5Q/viewform)

- Herramientas para pruebas manuales y automáticas: se trabajó con Validador de código HTML - W3C (<http://validator.w3.org/>), Validador W3C CSSS (<http://www.css-validator.org/>), AIS web Accessibility Toolbar, Pista Accesibilidad, WCAG Contrast checker y TAW – servicios de accesibilidad y movilidad web.
- Navegadores y dispositivos móviles: se accedió desde los navegadores Chrome, Internet Explorer, Opera y Mozilla; y desde dispositivos como portátiles, tablet, notebook y diferentes Smartphone.

*Experiencia de usuario:* se evaluó la accesibilidad y usabilidad de los portales educativos, mediante un ejercicio conjunto en el que se documentaba la experiencia de los usuarios en condición de discapacidad frente a la efectividad, eficiencia, facilidad y grado de satisfacción que expresaban al navegar las diferentes páginas seleccionadas para la realización de este estudio, con cada uno se realizaron pruebas funcionales que involucraron diez puntos de verificación, correspondientes a los que ellos pueden realizar para establecer el nivel de cumplimiento. Se contó con la participación de 3 sujetos, cuyo perfil se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Perfil de usuarios que realizaron la evaluación

| TIPO DE DISCAPACIDAD                                            | INTERFAZ UTILIZADA<br>(Dispositivos de apoyo) |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Discapacidad Motriz – lesión modular – limitación motriz brazos | Teclado ampliado, pulsador, mouse trackball   |
| Discapacidad visual – persona invidente                         | Lectores de pantalla Jaws y NVDA              |
| Discapacidad auditiva- persona sorda                            | No empleó                                     |

## 4 Resultados

### 4.1. Etapa 1: desarrollo y apropiación del concepto accesibilidad en instituciones de educación virtual en Colombia

Los resultados de la encuesta fueron tabulados y agrupados por variable, de la siguiente manera:

*Variable conceptual:* el 92% de los participantes en la encuesta relacionan el concepto de accesibilidad con el grado en que los usuarios, independiente de su condición, puedan percibir, entender, navegar e interactuar el ambiente de formación virtual, lo cual evidencia claridad sobre el concepto que se evaluó.

*Maco contextual:* la encuesta identificó que el 69% de los encuestados desconocen las políticas relacionadas con la accesibilidad de los ambientes educativos virtuales en el país, y confunden las iniciativas de gobierno para mitigar el problema de acceso a la web, para disminuir la brecha digital y para facilitar la gestión gubernamental, con el acceso de las personas en condición de discapacidad a los portales educativos.

*Interés institucional:* se evidenció que solo el 31% han definido estrategias en busca de la accesibilidad de los entornos virtuales educativos, destacándose por el interés y número de estrategias implementadas, la Fundación Universitaria Católica

del Norte, lo cual no sorprende, debido a su vínculo con el proyecto Educación Superior Virtual Inclusiva – América Latina ESVI-AL; de igual forma, un número reducido de instituciones ofrece capacitación a sus docentes en la producción de contenidos accesibles, y en ningún caso, esta capacitación contempla métodos de enseñanza-aprendizaje para atender población con discapacidad.

*Población en condición de discapacidad:* el ejercicio evidenció que el 57% de las instituciones sabe que entre sus estudiantes hay personas en condición de discapacidad, de los cuales el 35% tienen discapacidad visual, el 27% física, 16% tienen discapacidad del habla, 16% discapacidad auditiva y 6% discapacidad cognitiva, lo cual muestra la necesidad no solo de adecuación de contenidos, sino de desarrollar habilidades pedagógicas en los docentes para orientar la formación de estas personas independientemente de su condición. Cabe anotar, que la mayoría de las instituciones no lleva estadísticas de acceso de esta población a sus portales, lo que evidencia poco interés en atender dichas necesidades.

*Plataformas institucionales:* se observa el uso de plataformas gestoras de aprendizaje o LMS, tanto de código abierto, donde se destaca Moodle (70% de las instituciones); como las de código propietario, entre las que se destaca Blackboard (16%). Otras plataformas usadas son Canvas, Sakai, Epic, WiziQ e iT's Learning. Cabe mencionar que aunque en los sitios oficiales de cada una de las plataformas citadas, manifiestan trabajar en mayor o menor medida la característica de accesibilidad, estudios previos afirman que ninguna de las plataformas cumple con todos los requerimientos los estándares de accesibilidad y destacan las plataformas Moodle por adaptabilidad y ATutor por accesibilidad, dado que esta última cumple en mayor medida tales estándares [9], [10].

## **4.2. Etapa 2: evaluación de accesibilidad de portales educativos en instituciones de educación virtual en Colombia**

El cumplimiento de cada una de las instituciones fue ponderado de la siguiente manera: para cada punto de verificación se estableció si el portal cumplía o no (1 o 0) y los resultados fueron promediados, evidenciando que ninguno de los portales evaluados supera el 50% de cumplimiento, lo que significa que ninguno de ellos cumple los requerimientos mínimos para ser accesibles, de acuerdo a los niveles de conformidad establecidos por la W3C. Quien mejor cumple es la FUCN, con un total de 47,83%, seguido de la UAN (47,73%), el SENA (45.83%), la UNAD (45,45%) y la UNAB (36.59%).

Una revisión detallada de los hallazgos (no mostrados por disponibilidad de espacio), permitió establecer que el 100% de las páginas evaluadas hacen un uso inadecuado de las tablas de datos para mostrar el contenido tabular, no aplican las normas básicas que faciliten la descripción de la información presentada, no establecen las marcas de código interno para identificar encabezados de fila y columna y usan más de dos niveles de anidamiento, de igual forma ninguno de los portales emplea satisfactoriamente los scripts, y cuando se desactivan, los contenidos no se pueden acceder debido a la inexistencia de alternativas funcionales, el 85% de las páginas evaluadas no utilizan etiquetas en los encabezados que permitan identificar claramente las secciones, dificultando la interpretación a los lectores de

pantalla y la navegación con el uso de tabuladores entre los distintos bloques de sección, 81% presentan inconsistencias reportadas por los validadores de código HTML, ocasionando presentaciones diferentes de las páginas, según el navegador gráfico que se utilice para acceder, el 80% hace un mal manejo de los formularios lo que dificulta la selección e ingreso de datos, el 65% de las páginas evaluadas por los validadores automáticos de CSS reportan inconsistencias, dificultando la adaptación de las páginas a las necesidades de los usuarios, el 56% no usa textos alternativos para las imágenes o elementos multimedia, el 51% maqueta muy bien la página principal de sus portales, pero en las páginas de acceso a los cursos, utiliza tablas para presentar contenidos, el 65% logran enlazar adecuadamente los vínculos, aunque no en todos los casos se identifica claramente la naturaleza del objetivo del vínculo, el 90% hacen uso adecuado de los elementos de listado HTML DL, UL y OL para la creación, marcación y anidamiento de las listas, se evidenció que todas las instituciones no hacen uso de marcos (técnica en desuso) lo cual es satisfactorio porque estos generan problemas y están dando prioridad a las hojas de estilo, de igual forma se evidenció que ninguna usa el color para identificar información, facilitando la lectura por parte de los productos de apoyo.

En la evaluación de la experiencia de usuario, los aspectos técnicos que presentan mayor dificultad a los usuarios fueron: (1) no uso de alternativas textuales en imágenes y elementos multimedia, por lo que no pueden comprender la información visual o auditiva que transmiten las páginas; (2) uso inapropiado de encabezados lo cual hace que los lectores de pantalla no pueden interpretar las secciones de manera adecuada, de igual dificultad posicionar el cursor en los distintos bloques de la página; (3) los usuarios con discapacidad motriz y visual encontraron dificultades al manejar formularios, por la falta de etiquetas y orden de los elementos, lo que limita la navegación con el tabulador y los lectores de pantalla no siguen un orden lógico en la lectura; (4) los lectores de pantalla no interpretan la información que contienen las tablas, porque no se encuentran descripciones resumidas, ni del título, ni del propósito informativo de las tablas, tampoco pueden interpretar de forma ordenada dicha información, por cuanto se dificulta la navegación por falta de marcadores, no se entienden los encabezados de fila y columna, es imposible navegar las tablas a través de tabuladores controlados por el mouse trackball; (5) debido a la maquetación de las páginas los lectores de pantalla no identifican el orden de la presentación de la página y se pierden en la lectura siendo incomprensible las relaciones de información; por último cuando se desactivaron los scripts los usuarios no pudieron acceder a los contenidos.

## **5 Conclusiones y trabajo futuro**

Este trabajo presentó los resultados de una evaluación sobre el desarrollo de la accesibilidad en los entornos educativos que ofrecen educación virtual en Colombia; la evaluación se realizó en dos etapas, la primera, mediante una encuesta se buscó establecer el desarrollo conceptual y organizacional de las instituciones en pro de la accesibilidad y en la segunda se evaluó el cumplimiento de estándares técnicos.

Los resultados del estudio, muestran que, aunque las instituciones parecen tener claridad sobre el concepto de accesibilidad, no parece haber una preocupación real por procurar entornos educativos virtuales accesibles para las personas en condición de discapacidad, lo cual se evidencia en la baja implementación de estrategias y capacitación docente para tal fin, más aún ni siquiera se observa interés por caracterizar la población discapacitada que accede a estos servicios.

Con relación a los aspectos técnicos y de usabilidad de los portales, si bien fueron pocas las instituciones participantes, preocupa que ninguna de ellas haya superado el 50% de los puntos de verificación, dado que estos aspectos son condición necesaria para garantizar, al menos, la posibilidad de acceso a una mayor población.

En trabajo futuro se propone involucrar en un estudio nacional a un mayor número de entidades, lo que requiere un esfuerzo enorme en la socialización de las posibilidades de mejora para las propias entidades. Así como la evaluación de un mayor número de aspectos de las diferentes dimensiones de lo que en este trabajo se denomina enfoque sistémico de los entornos educativos virtuales.

## Referencias

1. World Health Organization, The World Bank: World report on disability, World Health Organization , pp. 9,(2011).
2. UNESCO: Guidelines for Inclusion: Ensuring Access to Education for All (2005). [En línea]. Disponible: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001402/140224e.pdf>. [Último acceso: 22 Septiembre 2016].
3. Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE: Censo General 2005, Bogotá, D.C., (2006).
4. Cabrol M., Severin E.: TICs en educación: una innovación disruptiva (2010). [En línea] Disponible: <http://www.iadb.org/wmsfiles/products/publications/documents/35130690.pdf>. [Último acceso: 15 Septiembre 2016].
5. Hiler J. R., Fernández L., Suárez E., Vilar E. T.: Evaluación de la accesibilidad de páginas web de universidades españolas y extranjeras incluidas en rankings universitarios internacionales. In Revista Española de Documentación Científica, vol. 36, n° 1 (2013).
6. Hernández S. J., Quejada O., Díaz G. M.: Guía Metodológica para el Desarrollo de Ambientes Educativos Virtuales Accesibles: una visión desde un enfoque sistémico. En: Digital Education Review, n° 29, pp. 166-180, (2016).
7. W3C World Wide Web Consortium: Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (2008). [En línea]. Disponible: <http://www.w3.org/TR/WCAG20/#guidelines>. [Último acceso: Octubre 2015].
8. Icontec internacional.: Norma técnica colombiana NTC 5854 Accesibilidad a páginas web, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. (2011).
9. Amado Salvatierra H. R., Hernández R., Linares B., García I., Batanero C., Otón S.: Requisitos de accesibilidad indispensables para un campus virtual accesible (2013). [En línea]. Disponible: <http://www.esvial.org/wp-content/files/requisitosaccesibilidadLMSAmado.pdf>. [Último acceso: 23 Febrero 2015]
10. Clarenc C. A., Castro S. M., López de Lenz C., Moreno M. E., Tosco N. B.: Analizamos 19 plataformas de e-learning: Investigación colaborativa sobre LMS. Grupo GEIPITE, (2013). [En línea]. Disponible: <http://cooperacionib.org/191191138-Analizamos-19-plataformas-de-eLearning-primera-investigacion-academica-colaborativa-mundial.pdf>. [Último acceso: 23 febrero 2015].

## Modelar el Autor del sitio web para evaluar la conformidad con la accesibilidad

**Resumen.** El artículo presenta una técnica simple de Modelado de Autor y muestra —mediante casos concretos— su utilidad para la Metodología de Evaluación de Conformidad con la Accesibilidad (WCAG-EM). La técnica se apropia de nociones de las Ciencias de la Comunicación con el fin de explicitar la estrategia comunicativa del sitio web. Esta información resulta pertinente a la hora de conformar la muestra estructurada y a la hora de evaluar las alternativas textuales y el texto de los enlaces.

**Palabras clave:** Modelado de Autor, WCAG-EM, Géneros web, Muestreo, Alternativas textuales, Texto de enlaces, Accesibilidad.

### 1 Introducción

El Modelado de Usuario es una técnica que ha cobrado importancia en el campo del diseño accesible [1] ya que, en línea con la filosofía del Diseño Centrado en el Usuario, busca moldear los artefactos tecnológicos a las características de las personas —y no al revés—. Un modelo de usuario es básicamente una representación abstracta de las necesidades, las preferencias, los conocimientos y las características físicas, cognitivas y comportamentales de un individuo [2] que se utiliza para diseñar la interfaz de usuario o para adaptarla en tiempo de ejecución.

Ahora bien, los usuarios no son el único componente *humano* con incidencia en la Accesibilidad tal como lo muestra el popular esquema de los Componentes de la accesibilidad [3] que introdujo la Iniciativa para la Accesibilidad Web (WAI). Los desarrolladores o Autores de contenido web —quienes diseñan, programan y editan el contenido— juegan un rol fundamental en la construcción de un sitio web accesible. Por cierto, la WAI no es la única en subrayar el protagonismo de los Autores de interfaces digitales. Investigadores que han aplicado la Semiótica al campo de la Interacción Persona-Ordenador [4] y trabajos de las Ciencias de la Información y de la Comunicación [5–7] se han abocado al estudio del diseño de interfaces desde la perspectiva del Autor (complementando así las teorías tradicionales que adoptan la perspectiva del Usuario).

Este artículo propone modelar el Autor del sitio web para evaluar la conformidad con la accesibilidad. De hecho, ciertas decisiones que se toman al seguir la Metodología de Evaluación de Conformidad con la Accesibilidad (WCAG-EM) son difíciles de justificar si se considera exclusivamente a los usuarios del sitio web. El artículo retoma estos puntos críticos para mostrar cómo pueden resolverse a partir de un modelo del Autor. La sección 2 explica los conceptos que integran el modelo del Autor mientras

que la sección 3 ilustra su aplicación en la metodología de evaluación de la accesibilidad. Por último, se esbozan algunas conclusiones del enfoque propuesto en la sección 4.

## 2 Modelar el Autor de un sitio web

Para modelar el Autor no se analizarán características físicas o cognitivas como se hace en el Modelado de Usuario, sino que se observarán características del Autor asociadas a su rol de enunciador del sitio web. Dicho de otro modo, detrás de cada sitio web hay un Autor o grupo de autores, personas que no solo programan sino que imaginan, planean, diseñan y desarrollan el sitio. Así, la primera característica del modelo será justamente la identidad del Autor, que será descubierta a partir de la pregunta: ¿Quién publicó —en sentido amplio— este sitio web? (Tabla 1).

En segundo lugar, se observará la *intención comunicativa* del Autor, esto es, el propósito que persigue respecto de su público objetivo —los usuarios—. Está claro que el propósito de un portal que informa el pronóstico del tiempo es muy diferente al propósito de un sitio de compras. Mientras que el primero busca informar al usuario, el segundo busca persuadirlo para que compre. Así, el propósito de un sitio web depende primeramente de la intención de su Autor.

**Tabla 1.** Características para modelar el Autor

| Característica         | Pregunta a la que se debe responder                                    | Respuestas posibles                                                                                        |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Identidad              | ¿Quién publicó este sitio web?                                         | Fulano, Ministerio de Educación, Compañía Mengano...                                                       |
| Intención comunicativa | ¿Qué propósito persigue el Autor respecto de sus potenciales usuarios? | Descriptiva/narrativa, Explicativa/informativa, Argumentativa/persuasiva, Instruccional. <sup>1</sup>      |
| Género web             | ¿Qué tipo convencional de sitio web utilizó el Autor?                  | Blog, Comunitario, Corporativo, Información, Sin ánimo de lucro, Personal, Tienda, Académico. <sup>2</sup> |

Para alcanzar su propósito, el Autor recurrirá a un *género web*, es decir, a la utilización de ciertas convenciones sociales que funcionan como marco de reconocimiento y de tipificación en la web [10]. Por ejemplo, si alguien se encuentra en la Web frente a una serie de imágenes de productos con sus respectivos precios —convención— puede reconocer que entró a una tienda online —género— y suponer eventualmente que el Autor tiene como intención comunicativa la de persuadirlo a comprar.

<sup>1</sup> Los ejemplos provienen de los géneros retóricos de Santini [8].

<sup>2</sup> Estas categorías se retoman de los géneros web propuestos por Lindemann y Littig [9].

La clasificación en géneros no debe confundirse con la clasificación temática de los sitios web que suelen hacer los directorios de la Web como DMOZ<sup>3</sup>. Mientras que la clasificación en géneros se centra en el aspecto funcional del sitio web, la clasificación en temas se centra en el asunto, materia o idea sobre la que trata el sitio.

### 3 Utilizar el modelo del Autor para evaluar la conformidad

La Metodología de Evaluación de Conformidad con la Accesibilidad (WCAG-EM) [11] es un documento de la WAI destinado a especialistas en accesibilidad que evalúan y auditan sitios web. Provee buenas prácticas para definir el alcance de la evaluación, explorar el sitio web, seleccionar una muestra representativa de páginas —en los casos en que no puede evaluarse el sitio completo—, auditar las muestras e informar los resultados. Se usa principalmente para evaluar sitios web existentes aunque puede ser útil en etapas tempranas del diseño y desarrollo del sitio.

Las secciones que siguen buscan mostrar momentos concretos de la evaluación en los que el modelo del Autor adquiere relevancia. La implementación del modelo se ilustra sobre tres sitios web que fueron escogidos por presentar distintas estrategias comunicativas y por encontrarse bajo licencia Creative Commons.

#### 3.1 Constituir la muestra estructurada

El paso 2.b de la metodología WCAG-EM consiste en identificar las funcionalidades que son esenciales para el propósito y el objetivo del sitio. Estas funcionalidades esenciales junto a las páginas comunes (paso 2.a), los diferentes estilos y estados del sitio (paso 2.c), las diferentes tecnologías utilizadas (paso 2.d) y las demás páginas relevantes para la accesibilidad (paso 2.e) determinarán luego qué páginas web se incluyen en la muestra estructurada (paso 3.a). Dado que el género web se centra en el aspecto funcional del sitio y depende del propósito comunicativo del Autor, resulta en una guía oportuna para seleccionar las funcionalidades esenciales del sitio.

Según el diccionario de la lengua española, el Blog es un tipo de sitio web que incluye, a modo de diario personal de su autor o autores, contenidos de su interés, actualizados con frecuencia y a menudo comentados por los lectores. Así, un Blog busca esencialmente presentar a un autor, exhibir sus publicaciones poniendo énfasis en la frecuencia de escritura y posibilitar/exponer los comentarios de sus lectores. Si se considera como ejemplo el sitio Los Viajes de Nena<sup>4</sup>, blog que narra las experiencias de viaje de Laura Lazzarino (Tabla 2), la página “Quién soy” y —al menos— la página del artículo más reciente deberían ser incluidas en la muestra estructurada.

<sup>3</sup> Estas categorías y las subcategorías que se utilizan más adelante provienen de la clasificación en español del directorio <http://www.dmoz.org/> (consultado 05/10/2016).

<sup>4</sup> <http://losviajesdenena.com/> (consultado 05/10/2016)

**Tabla 2.** Modelado del Autor para el blog Los Viajes de Nena

| Característica         | Valor                 |
|------------------------|-----------------------|
| Identidad              | Laura Lazzarino       |
| Intención comunicativa | Descriptiva/narrativa |
| Género web             | Blog                  |

### 3.1 Evaluar las alternativas textuales

Una vez que se han conformado las muestras (una estructurada y otra aleatoria), la metodología WCAG-EM recomienda auditarlas a partir de las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0 [12]. El criterio de conformidad 1.1.1 de las WCAG establece que todo contenido no textual que se presenta al usuario debe tener una alternativa textual *que cumpla el mismo propósito*. El propósito del contenido no textual de un sitio va a estar evidentemente relacionado con el propósito más general del Autor. De allí que la modelización del Autor sea pertinente para juzgar las alternativas textuales.

**Fig. 1.** Contenido no textual en el portal ANRed

Las Ciencias de la Comunicación han profundamente estudiado las funciones de la imagen al igual que su utilización en los diferentes tipos de discurso, retomando por ejemplo las funciones del lenguaje —emotivo, exhortativo, informativo, estético, fático, metalingüístico [13]—. Es muy probable que un sitio web con intención argumentativa/persuasiva utilice imágenes a función exhortativa, es decir, imágenes que buscan convencer. Tal es el caso de los portales producidos por medios de comunicación que, más allá de su función aparentemente informativa, buscan argumentar en pos de una línea editorial. La Figura 1 muestra un extracto del portal

ANRed de la Agencia de Noticias RedAcción<sup>5</sup> (Tabla 3). La fotografía de una vivienda en llamas auspacia de fondo para un titular que versa sobre el desalojo de los pueblos originarios ocasionado por la construcción de una represa. La elección de la fotografía no es casual y busca sin dudas persuadir sobre el carácter violento de los hechos. La alternativa textual debería entonces perseguir el mismo fin. “Brutal incendio de viviendas” podría ser evaluada como una alternativa más apropiada que “Fuego en tierras paranaenses” desde esta perspectiva, aunque ambas transmitan lo que se ve, tal como sugiere la WAI [14].

**Tabla 3.** Modelado del Autor para el portal ANRed

| Característica         | Valor                         |
|------------------------|-------------------------------|
| Identidad              | Agencia de Noticias RedAcción |
| Intención comunicativa | Argumentativa/persuasiva      |
| Género web             | Información                   |

### 3.2 Evaluar el texto de los enlaces

El criterio de conformidad 2.4.4 de las WCAG establece que el texto de un enlace (en contexto) debe expresar *su propósito*, esto es, la naturaleza del resultado que se obtiene al activar el enlace [12]. Con este criterio la WAI recomienda, en cierta forma, que el texto del enlace “adelante” las consecuencias de su activación. Ahora bien, las funciones comunicativas de un enlace pueden ser muy diversas de acuerdo a los elementos que conecta: un concepto vinculado a su definición es un enlace informativo, una afirmación vinculada a su fuente es un enlace argumentativo, un enlace que desencadena una descarga es un enlace instruccional. Al igual que en el caso de las imágenes, la función del enlace se relaciona con la intención comunicativa global del sitio web. Así, el Modelado de Autor permitirá en este caso evaluar si el texto de un enlace es más o menos explícito respecto de la función que cumple.

**Tabla 4.** Modelado del Autor para la biblioteca electrónica SciELO Argentina

| Característica         | Valor                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------|
| Identidad              | Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica |
| Intención comunicativa | Instruccional                                            |
| Género web             | Académico                                                |

La biblioteca electrónica SciELO Argentina<sup>6</sup> agrupa y da acceso a una colección de publicaciones científicas argentinas de excelencia académica y editorial en acceso abierto. Se podría decir que la intención comunicativa de su Autor es instruccional (Tabla 4) ya que el portal imparte ciertos lineamientos o reglas de acceso a la colección: acceso a las revistas —alfabético, por disciplina o por título— y acceso a los artículos

<sup>5</sup> <http://www.anred.org/> (consultado 05/10/2016)

<sup>6</sup> <http://scielo.org.ar/> (consultado 05/10/2016)

—por autor, por palabra clave o por diversos índices—. A pesar de ello, el texto de los enlaces destinados a cada tipo de acceso no es explícito sobre lo que el usuario podrá/deberá hacer luego de activar el enlace (Figura 2).

Con el fin de acentuar su función instruccional, el texto de los enlaces debería comenzar con un verbo en modo infinitivo —tal como lo hacen las recetas de cocina. Así, para los enlaces de acceso por revista, se podría utilizar: *Recorrer revistas alfabéticamente*, *Recorrer revistas por disciplina* y *Buscar revistas por título*. La diferenciación entre *Recorrer* y *Buscar* indica que, en el primer caso, se presenta una lista completa de las revistas mientras que en el segundo caso se muestra un formulario de búsqueda. Para los enlaces de acceso por artículo, se podría utilizar: *Buscar artículos por autor*, *Buscar artículos por palabra clave* y *Buscar artículos por diversos índices*. El verbo *Buscar* anticipa que en los tres casos se llega a un formulario de búsqueda. El uso de *disciplina* (para las revistas) y de *palabra clave* (para los artículos) elimina la ambigüedad producida por el término *materia*. Obsérvese que se eliminan los encabezados *revistas* y *búsqueda de artículos* —y se incluyen en el texto de los enlaces— porque las WCAG no consideran que el encabezado forme parte del contexto determinado por software de un enlace.

## revistas

lista alfabética  
lista por materia  
búsqueda de títulos

## búsqueda de artículos

índice de autores  
índice de materias  
búsqueda de artículos

**Fig. 2.** Extracto de la biblioteca electrónica SciELO Argentina. A excepción de *revistas* y *búsqueda de artículos* que son encabezados, los demás son enlaces.

## 4 Conclusiones

En las secciones que preceden se introdujo una técnica simple de Modelado de Autor y se mostró —mediante casos concretos— su utilidad para la Metodología de Evaluación de Conformidad con la Accesibilidad (WCAG-EM). El Modelado de Autor resulta una buena práctica para el muestreo y para aplicar las WCAG ya que puede aportar valores por default donde no hay alternativas obvias o conceder preferencias donde varias alternativas parecen equivalentes.

Tal como sucede con los modelos de usuario y el Diseño Participativo [15], el Modelado de Autor permite involucrar a los creadores, diseñadores y desarrolladores del sitio en el proceso de diseño accesible ya que son ellos quienes mejor podrán definir las intenciones que hay detrás del sitio web.

Al adoptar conceptos de las Ciencias de la Comunicación, el Modelado de Autor revela el carácter interdisciplinario que puede alcanzar una evaluación de accesibilidad. Puesto que no se trata sólo de evaluar código fuente, profesionales de la comunicación, de la tractología y de otros campos pueden involucrarse en una auditoría de accesibilidad. Esto refuerza a su vez la necesidad de formar en accesibilidad a profesionales de distintos campos.

## Referencias

1. Mohamad, Y., Kouroupetroglou, C.: Research Report on User Modeling for Accessibility. W3C WAI Research and Development Working Group (RDWG) Notes. (2014).
2. Benyon, D., Murray, D.: Applying user modeling to human-computer interaction design. *Artif. Intell. Rev.* 7, 199–225 (1993).
3. Chisholm, W.A., Henry, S.L.: Interdependent components of web accessibility. *Proc. 2005 Int. Cross-Discip. Workshop Web Access. W4A.* 31–37 (2005).
4. de Souza, C.S.: *The semiotic engineering of human-computer interaction.* MIT Press, Cambridge, Mass. (2005).
5. Pignier, N., Drouillat, B.: *Penser le webdesign: modèles sémiotiques pour les projets multimédias.* Editions L'Harmattan, Paris (2004).
6. Bootz, P.: Éléments d'analyse de l'interface sémiotique des sites Web. In: Saleh, I., Ghdira, K., Badreddine, B., Bouhai, N., and Rieder, B. (eds.) *Collaborer, Echanger, Inventer : Expériences de réseaux.* pp. 107–121. Hermès Lavoisier, Paris (2007).
7. Scolari, C.: The sense of the interface: Applying semiotics to HCI research. *Semiotica.* 2009, 1–27 (2009).
8. Santini, M.: Cross-Testing a Genre Classification Model for the Web. In: Mehler, A., Sharoff, S., and Santini, M. (eds.) *Genres on the Web.* pp. 87–128. Springer Netherlands (2010).
9. Lindemann, C., Littig, L.: Classification of Web Sites at Super-genre Level. In: Mehler, A., Sharoff, S., and Santini, M. (eds.) *Genres on the Web.* pp. 211–235. Springer Netherlands (2010).
10. Santini, M., Mehler, A., Sharoff, S.: Riding the Rough Waves of Genre on the Web. In: Mehler, A., Sharoff, S., and Santini, M. (eds.) *Genres on the Web.* pp. 3–30. Springer Netherlands (2010).
11. W3C: Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology (WCAG-EM) 1.0, <http://www.w3.org/TR/WCAG-EM/>.
12. W3C: Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. (2008).
13. Jakobson, R.: Closing statement: Linguistics and poetics. In: *Style in language.* pp. 350–377. MIT Press, Cambridge (1960).
14. Leiserson, A.B., McGee, L.: Informative Images, <https://www.w3.org/WAI/tutorials/images/informative/>.
15. Muller, M.J., Druin, A.: Participatory design: The third space in HCI. In: Jacko, J. (ed.) *The Human Computer Interaction Handbook.* pp. 1125–1154. CRC Press, Boca Raton, FL (2012).

# A integração do ensino de Língua Portuguesa e a alfabetização digital como elemento de inclusão social

Fernanda Marcucci<sup>1</sup> e Felix Andrés Restrepo Bustamante<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Educação  
Estudante de Doutorado em Educação e Saúde na Infância e na Adolescência  
Universidade Federal de São Paulo  
Guarulhos (São Paulo)

E-mail: fernandamarcucci@gmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Computación  
Estudiante PhD Ingeniería da Información e do Conhecimento  
Universidad de Alcalá  
28871 Alcalá de Henares (Madrid)  
E-mail: felix.restrepo@edu.uah.es

**Resumo.** Este artigo pretende observar a possibilidade de inclusão social que a alfabetização digital permite na escola, a partir de investigações sobre o ensino de Língua Portuguesa em territórios vulneráveis e seu possível favorecimento no acompanhamento do observatório para a educação e sociedade virtual com iniciativas para a aproximação das tecnologias da informação e comunicação de todos os atores da comunidade acadêmica. Neste sentido, esta proposta pode colaborar e surgir como um agente dinamizador do currículo, bem como uma ajuda pedagógica referente à apropriação tecnológica.

**Palavras-chave:** Ensino de Língua Portuguesa, inclusão social, alfabetização digital.

## 1 Introdução

O Brasil é um país marcado por intensas desigualdades, das mais diversas naturezas, que podem ser econômicas, sociais, culturais e etc. O contexto educacional não foge à esta regra e também apresenta grandes desigualdades, especialmente quando focalizamos escolas da rede pública e localizadas em territórios considerados de alta vulnerabilidade social. De acordo com estudiosos da Sociologia Urbana [1,2] a segregação de grandes cidades brasileiras, bem como das latino-americanas, pode afetar diretamente a vida em sociedade, a qualidade educacional e também a vida profissional dos sujeitos que vivem nestes contextos.

Os dados educacionais brasileiros, atestados por avaliações standardizadas, evidenciam que a educação brasileira não tem alcançado as metas delineadas, e também não tem proporcionado as aprendizagens necessárias para que os alunos possam desenvolver determinadas capacidades, consideradas básicas para atender as demandas

da sociedade, de modo que reflitam e que saibam utilizar as linguagens escritas nos mais diversos fins [3]. Tais resultados se agudizam quando se evidenciam dados de escolas da rede pública e de territórios vulneráveis. Recentes pesquisas longitudinais realizadas em algumas cidades brasileiras [4] mostram que há uma grande discrepância entre os resultados de aprendizagem dos alunos da rede particular e da rede pública. Aqueles que estudam em escolas da rede pública demonstram a desvantagem já no ponto de partida da escolaridade, o que, expõem os dados, é sustentado pelos anos futuros.

Apesar de concordar com tais autores de que o território possa afetar negativamente as oportunidades educacionais em determinados contextos sociais, acreditamos também que a educação possa fazer a diferença, dado que uma de suas atribuições é tentar, ao menos em parte, reduzir as desigualdades e colocar os estudantes em posição favorável até mesmo com todas as diferenças sociais, culturais e econômicas que perpassam sua realidade. Para tanto, espera-se evidenciar neste trabalho como o ensino de Língua Portuguesa pode ser potencializado através e por meio da tecnologia e como agente articulador de novas experiências no observatório para a educação e sociedade virtual a partir dos resultados encontrados em pesquisa anterior em uma escola da rede pública do município de São Paulo, localizada em um território de altíssima vulnerabilidade social, em classes de 3º ano do Ensino Fundamental, etapa referente ao final do ciclo de alfabetização no Brasil.

## 2 Antecedente

O antecedente principal deste trabalho é uma pesquisa de mestrado [3] realizada em uma escola de território vulnerável no extremo leste da cidade de São Paulo, em turmas de terceiros anos, final do ciclo de alfabetização. Nessa pesquisa, buscava-se verificar de que forma eram oferecidas as oportunidades educacionais em Língua Portuguesa. Esperava-se, então, compreender o que era ensinado nesta disciplina no final do ciclo de alfabetização em uma escola situada em um território vulnerável. Para encontrar tais resultados e atingir os objetivos da pesquisa, foram criadas três categorias de análise, estas são: tempo, estrutura organizacional das aulas de Língua Portuguesa e o que se ensina nesta disciplina. Nesse sentido, foram elaborados diversos instrumentos metodológicos para dar conta de responder às questões de pesquisa. Entretanto, como o foco deste artigo é o ensino de Língua Portuguesa, nos debruçaremos sobre os dados de ensino desta disciplina nas turmas de terceiros anos. Tais dados foram levantados através dos cadernos escolares<sup>1</sup> de quatro alunos de quatro turmas de terceiro ano da escola campo. Para efeitos de análise foram fotografadas página por página dos quatro cadernos e registradas todas as atividades, formando um banco de dados para cada turma da escola.

<sup>1</sup> No primeiro ciclo do Ensino Fundamental, isto é, no ciclo de alfabetização no Brasil, o caderno possui um papel de extrema importância, uma vez que é o suporte em que as crianças utilizam diariamente para a elaboração das tarefas. Nesta etapa de ensino é comum, tanto na rede pública quanto particular, as crianças utilizarem apenas um caderno para todas as disciplinas.

### 3 Achados

A partir das informações obtidas nos cadernos, foi organizado um quadro sintético para facilitar e possibilitar a análise. As categorias foram: i) data da tarefa; ii) objeto de ensino [5] focalizado na tarefa; iii) gênero [6]; iv) focalizado; eixo de conteúdo; v) instrução da tarefa; vi) descrição da tarefa; vii) dispositivo utilizado. Na análise dos cadernos, foi constatado que muitos dos objetos previstos não são abarcados pelas professoras e que são poucos os dispositivos didáticos mobilizados [3]. Verificou-se que o ensino de Língua Portuguesa está prioritariamente concentrado nos gêneros do discurso, especialmente quando é trabalhado com a leitura e em palavras, sílabas e letras, quando o foco é a apropriação do sistema de escrita. Poucas são as tarefas de produção de textos escritos e o ensino parece voltar-se para a leitura oralizada<sup>2</sup>, bem como para o aprendizado do sistema de escrita alfabético. Há, apesar de um modo menos significativo, objetos de ensino ligados à gramática, não em favor da reflexão e análise linguística, mas sim centrados em categorias morfológicas e identificação de elementos. Quanto à produção escrita, quando há atividades voltadas para este eixo de conteúdo, são limitadas à frases e textos escolares. Portanto, tais particularidades indicam que nas turmas analisadas muitos dos objetos de ensino previstos, dos dispositivos didáticos e aprendizados esperados deixam de ser ensinado para estas crianças de entornos vulneráveis. Falta esta que agrava-se, então, nas avaliações estandardizadas, especialmente na Avaliação Nacional da Alfabetização que envolve habilidades relacionadas à leitura e escrita de palavras com estrutura silábica canônica e não canônica, apreciação de textos lidos, produção de textos, entre outros [3].

### 4 Perspectiva

Tais resultados demonstram a necessidade de um trabalho voltado para esta disciplina, porém, a articulação com o observatório para a educação e sociedade virtual, pretende transformar esta relação de ensino-aprendizagem em um ato de inovação para a construção de uma multiplicidade de saberes na convergência com os meios tecnológicos [7]. Tratando, então, de vincular as TIC com o ensino de Língua Portuguesa, tanto no processo pedagógico e didático do trabalho docente, como na alfabetização digital do estudante e desenvolvimento de sua aprendizagem tecnológica, tendo a escola como eixo dinamizador das competências digitais.

Isto implica em uma adaptação de professores, pesquisadores e autores do currículo para levar sua formação em Língua Portuguesa e no seu ensino, para plataformas digitais que possibilitem uma dinâmica diferente, alcançando por parte do docente uma articulação tecnológica que propicia o acompanhamento, a medição e a estruturação das atividades pedagógicas e a interação permanente na “nuvem”, viabilizando a contribuição diversificada dos atores acadêmicos, incluindo, inclusive, os estudantes como leitores, espectadores e internautas [8].

<sup>2</sup> Leitura realizada pelo professor em voz alta.

Esta aposta é bastante ambiciosa, na medida em que se encontra sujeita à sensibilidade dos professores nas escolas, pois estes necessitam trasladar o discurso ao texto e sua dinâmica didática para a abordagem da tecnologia, assim como as estratégias pedagógicas que permitam dinamizar a aula e encontrar na tecnologia esse fator diferenciador, isto é, que ajude o aluno a estar em permanente motivação como um ser polivalente que converge em hipermediações e que promove a semiótica das interações digitais [7]. Os estudantes como nativos digitais, ao interagir com a tecnologia e conseguir consolidar o projeto do ensino de Língua Portuguesa nos entornos digitais, estabiliza o projeto de novas formas de relação social [9], se fortalece a aprendizagem em diferentes vias e se promove o desenvolvimento de aprendizagens múltiplas.

Assim, a pesquisa inicial sobre os métodos de ensino cobra protagonismo e evoluciona em um conceito de integrabilidade, permitindo aos estudantes, dinâmicas distintas e novos desafios aos professores; com o único propósito de fortalecer o ato pedagógico em si, compreendendo que o observatório para a educação e sociedade virtual, será um eixo dinamizador destas ideias integradoras, colocando os participantes em um local privilegiado para o desenvolvimento de pilotos que levem a comunidade educacional a compreender essas novas dinâmicas tecnológicas e buscar o desenvolvimento mais equitativo, justo e inclusivo em um mundo cada vez mais interconectado.

## Referências

1. Kaztman, R. Seducidos y abandonados: el aislamiento social de los pobres urbanos. *Revista de la Cepal*, n. 75, pp. 171-189, 2001.
2. Érnica, M., Batista, A.A.G. A escolar a metrópole e a vizinhança vulnerável, *Cadernos de Pesquisa*, no. 146, pp. 640-666, 2011.
3. Marcucci, F. A educação nas grandes metrópoles: o ensino de Língua Portuguesa em São Miguel Paulista. Unifesp, Guarulhos (2015).
4. Oliveira, L.H.G., Bonamino, A. Efeitos diferenciados de práticas pedagógicas no aprendizado das habilidades de leitura, *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, no. 87, pp. 415-435, 2015.
5. Schneuwly, B., Dolz, J. *L'objet enseigné*. Presses Universitaires de Rennes, Rennes (2009).
6. Bakhtin, M. Os gêneros do discurso. In: Bakhtin, M. *Estética da criação verbal*. Martins Fontes, São Paulo (1992).
7. Scolari, C. *Hacer clic: Hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales*. Gedisa, Barcelona (2004).
8. Canclini, G. *Lectores, espectadores e internautas*. Gedisa, Barcelona (2007)
9. Castell, M. *Internet y la sociedad red*. Conferencia de Presentación del Programa de Doctorado sobre la Sociedad de la información y el Conocimiento. Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona (2000).

# Uso de herramientas TIC para el aprendizaje de colores y figuras para niños con parálisis cerebral

Paúl Calle R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Carrera Ingeniería de Sistemas  
Universidad Politécnica Salesiana  
Tfno: (593) 988201679  
E-mail: pcaller@est.ups.edu.ec

**Resumen.** Independientemente del nivel de inteligencia que tengan los niños y las niñas con parálisis cerebral resulta muy beneficioso la experimentación y estimulación desde muy pequeños desarrollando así mayores habilidades, para esto es importante que se proponga un ambiente de recreación, en muchos de los casos ellos no pueden realizar los mismos movimientos o usar todos los objetos, pero si pueden conocerlos o jugar con ellos de formas diferentes. Siendo conscientes de las dificultades de lenguaje y movimiento se proponen objetos de juego ingeniosos con el fin de conocer las capacidades y dificultades de los niños y niñas y celebrar con ellos mediante animaciones los avances y aprendizajes que consigan.

**Palabras clave:** Parálisis cerebral, Objetos de juego, Aprendizaje, Arduino, Scratch.

## 1 Introducción

La parálisis cerebral se manifiesta como un grupo de trastornos que pueden comprometer funciones importantes del cerebro y del sistema nervioso como el movimiento, el aprendizaje, la audición, la visión y el pensamiento.

Según [1] Cuando un niño o niña presenta una condición de Parálisis Cerebral muestra dificultad para adoptar diferentes posiciones y realizar movimientos, por lo que al desarrollar actividades como sentarse, gatear y pararse lo realiza de una manera diferente a los demás niños o niñas. Esto puede suceder por una lesión sufrida en el cerebro durante su fase de desarrollo. Puede presentarse desde el embarazo, hasta los tres primeros años de vida.

Esta lesión no va en aumento sino que sus manifestaciones cambian a medida que el niño o niña va creciendo. [2]

Las nuevas tecnologías como dispositivos con pantallas táctiles desarrollan un papel importante en la educación de un niño con parálisis cerebral ya que facilitan la retroalimentación auditiva y motora que se desea potenciar, Según [3] si a base de material audiovisual e interactivo se puede lograr que el niño o niña aprenda a leer y escribir se puede lograr que tenga el poder de comunicarse sin ningún tipo de restricciones.

Para este tipo de aprendizaje las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) permiten que las imágenes o audios sean utilizados para mejorar la memoria retentiva de los niños o niñas además de permitirle al instructor explicar o transmitir fácilmente instrucciones medianamente complejas y asegurar la comprensión de esta manera poder lograr la interacción y la concentración.[4,5]

Analizar esta estrategia y propuesta didáctica para la incorporación de las tecnologías de información y comunicación con niños y niñas con parálisis cerebral supone principalmente la definición de objetivos de aprendizaje y la búsqueda de recursos que promuevan aportes significativos para la comunicación de los niños o niñas con su entorno.

## **2 Análisis situacional y estudio preliminar**

El Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay, IPCA, un centro de atención gratuita destinado a la atención de niños de escasos recursos, actualmente existen 92 niños que reciben atención por parte de este centro. La forma de tratamiento es a través de terapias impartidas a los pacientes para su recuperación; así como también a los padres, que son guiados psicológicamente mediante un proceso en el que se procura que el progenitor acepte las limitaciones que va a tener su hijo o hija y a partir de ello se convierta en el terapeuta y rehabilitador principal.

Una vez detectado el problema del paciente se concibe una planificación en la que se determina el tipo de tratamiento que va de acuerdo al tipo de parálisis que presente, ya sea cognitiva o física.

El personal que presta sus servicios en este centro recibe una constante capacitación con las nuevas técnicas y métodos que plantea la sociedad y la ciencia.

Se deberá dar a los niños y niñas como a sus instructores tiempo de práctica y entrenamiento, graduar la velocidad de las animaciones así como el volumen del audio, definir si es necesario utilizar algún apoyo adicional de tecnología adaptativa para graduar la sensibilidad de los dispositivos de entrada y reevaluar habitualmente la posibilidad de descartar estos apoyos.

## **3 Enfoque propuesto**

Lo que se propone es realizar una herramienta tecnológica que a manera de juego enseñe al niño o niña la diferenciación de colores y figuras además de mostrar palabras números y su pronunciación para apoyarlos con sus destrezas auditivas, visuales, motrices, cognitivas y de vocabulario.



sensor que puedan ser con las manos, con los pies y con un dispositivo de mediana precisión.



Fig. 3. Pulsantes.

Se propone un esquema de conexión bastante simple con tres sensores de proximidad comunicados con una interfaz que permita interactuar con la animación.

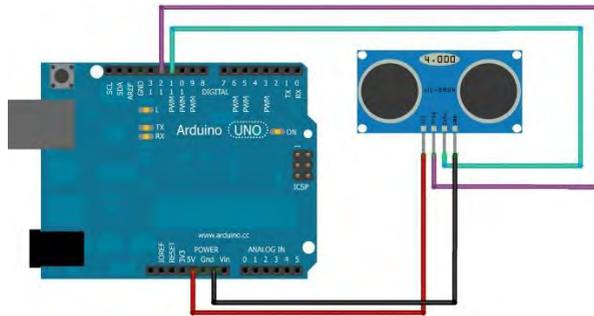


Fig.4. Esquema de conexión (Citilab, 2015).

## 4 Resultados y discusión

La herramienta consta de dos partes:

**Software.** El juego se realizó en Scratch for Arduino es una modificación de Scratch que permite programar la plataforma de hardware libre Arduino proporcionando una interfaz de alto nivel para programadores de Arduino con funcionalidades tales como la interacción con un conjunto de placas mediante eventos de usuario.

**Hardware.** Tres sensores ultrasónicos hc-sr04 serán los encargados de actuar como pulsantes para la interacción con el juego utilizando una placa Arduino ONE como interfaz de comunicación.

## 5 Conclusiones

Con el avance de la tecnología es posible introducir a los niños y niñas con parálisis cerebral a un mundo en donde el contenido audiovisual e interactivo les enseña de una manera mucho más fácil a comunicarse es decir a dar a conocer sus necesidades y emociones.

Se propuso a manera de juego apoyar ese aprendizaje y de si algo estoy consciente es que aún falta mucho por hacer pero también sé que se ha creado una herramienta que propone ser muy útil para que estos niños y niñas superen sus barreras y que jugando aprendan y desarrollen sus destrezas auditivas, visuales, motrices, cognitivas y de vocabulario.

## 6 Trabajo futuro

Como desarrollo de este proyecto se obtuvo la herramienta YOCASTA un juego en donde se busca apoyar al niño o niña con parálisis cerebral en diferentes ámbitos de destreza. Lo que se plantea para un futuro es agregar funcionalidad como más figuras y colores, palabras con su pronunciación e idiomas pudiendo así adaptarse a diferentes niveles de necesidad y avance.

## 7 Referencias

1. (ICBF), I. C. *Orientaciones pedagógicas para la atención y la promoción de la inclusión de niñas y niños menores de seis años*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. (2010)
2. Castaño, M. *Taller Que es la Parálisis Cerebral*. Obtenido de [https://prezi.com/npohf5\\_4tw1-/taller-ix/](https://prezi.com/npohf5_4tw1-/taller-ix/) (15 de Febrero de 2016)
3. Prieto, N. *ABC.es*. Obtenido de tecnologías al servicio de niños con parálisis: <http://www.abc.es/local-castilla-leon/20130220/abci-tecnologias-servicio-ninos-paralisis-201302200848.html> (20 de Febrero de 2013)
4. Lic. Daniel Zappalá, L. A. *Inclusión de TIC en escuelas para alumnos con discapacidad*. Obtenido de Programa Conectar Igualdad: [http://escritorioeducacionespecial.educ.ar/datos/recursos/pdf/inclusion\\_de\\_TIC\\_en\\_escuelas\\_para\\_alumnos\\_con\\_discapacidad\\_intelectual.pdf](http://escritorioeducacionespecial.educ.ar/datos/recursos/pdf/inclusion_de_TIC_en_escuelas_para_alumnos_con_discapacidad_intelectual.pdf)
5. Parra, L. *Trastornos del desarrollo, discapacidad y necesidades educativas especiales: elementos psicoeducativos*. España: Universidad de Málaga. (2002)
6. Citilab. *S4A*. Obtenido de [http://s4a.cat/index\\_es.html](http://s4a.cat/index_es.html) (2015)
7. Arduino. *Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>(2016)

# Asistente Comunicador Móvil

Boris Cabrera<sup>1</sup>, Mateo Lopez<sup>2</sup>, Pablo Torres<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnología de Asistencia (GIATA) I

Ingeniería en Sistemas

Universidad Politécnica Salesiana

Cuenca (Ecuador)

Tfno: (+593) 72862213

{<sup>1</sup>bcabrerc, <sup>2</sup>mlopezp3, <sup>3</sup>ptorresp1}@est.ups.edu.ec

**Resumen.** La tecnología avanza a pasos agigantados y por ende, incrementan las posibilidades de solventar problemáticas relacionadas con el cuidado de personas con parálisis cerebral que antes suponían una difícil solución haciendo uso de sistemas y dispositivos avanzados que, automatizan procesos que normalmente se realizan manualmente y provocan una notable pérdida de tiempo impidiendo optimizar resultados. Para esto en el presente artículo se detalla la elaboración de un conjunto de herramientas tecnológicas que facilitan la interacción paciente-cuidador, además del análisis respectivo que inspiró la realización de las mismas.

**Palabras clave:** Parálisis cerebral, IPCA, TIC, Base de Datos, Java, Android, Sockets.

## 1 Introducción

En este informe presentaremos una propuesta innovadora de implementar un conjunto de tecnologías para formar un dispositivo que ayude de forma ágil y eficaz a personas con discapacidades motrices y de lenguaje para que puedan comunicar sus necesidades básicas emitiendo señales de alarma que sus representantes o cuidadores podrán recibir y atender.’

“El verdadero heroísmo está en transformar los deseos en realidades y las ideas en hechos” menciona Alfonso Rodríguez Castelao, nada más cierto pues cada persona es una mina de ideas, por este motivo se deben aprovechar de nuestros conocimientos académicos para materializar nuestras ideas y de esta manera dar solución a problemas serios como es la atención debida a personas con diferentes discapacidades, este proyecto está potencialmente enfocado a la atención a personas con parálisis cerebral ya que como parte del producto final se propone un dispositivo orientado especialmente para acoplarse a los movimientos espásticos propios de esta patología.

Según estudios realizados en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a nivel mundial existe un promedio de 2.5 de cada 1000 niños recién nacidos vivos que presentan parálisis cerebral, en Ecuador no existen estadísticas oficiales sobre el número de niños con PC, para obtener un aproximado del número de nacidos vivos con PC se toma el número total de nacidos vivos en todo el Ecuador y se realiza un cálculo to-

mando este total y realizando una proporción con el dato estadístico de casos a nivel mundial previamente mencionado y se tiene que existe un aproximado de 548 niños nacidos vivos que padecen de esta discapacidad [1].

**Tabla 1.** Incidencia de Parálisis Cerebral por nacidos vivos

| REGION                       | NACIDOS VIVOS | INCIDENCIA DE PARALISIS CEREBRAL |
|------------------------------|---------------|----------------------------------|
| <b>Región Sierra</b>         | 96 420        | 241 nacidos vivos                |
| <b>Región Costa</b>          | 110 393       | 275.98 241 nacidos vivos         |
| <b>Región Amazónica</b>      | 11 967        | 29.91 241 nacidos vivos          |
| <b>Región Insular</b>        | 343           | 0.85241 nacidos vivos            |
| <b>1Zonas no delimitadas</b> | 28            | 0.07 nacidos vivos               |
| <b>Exterior</b>              | 11            | 0.0275 nacidos vivos             |
| <b>Total</b>                 | 219 162       | 547.8375 nacidos vivos           |

## 2 Contenido

### 2.1 Parálisis cerebral

La parálisis cerebral agrupa gran cantidad de síndromes neurológicos, estos síndromes tienen en común cierta sintomatología: los trastornos motores. Este trastorno aparece debido a una malformación o disfunción del sistema nervioso central, cabe recalcar que no es una enfermedad de tipo progresiva. Otros síntomas que puede presentar el paciente con esta discapacidad son: retardo en el lenguaje, retardo mental, epilepsia y déficit sensorial.

Existen varias clases de parálisis cerebral, entre las cuales están:

- Parálisis cerebral espástica
- Parálisis cerebral atetósica
- Parálisis cerebral atáxica
- Parálisis cerebral mixta

Del número de personas con parálisis cerebral se considera que un 10% presenta Parálisis Cerebral Severa y se consideran personas de custodia ya que sus capacidades motoras le impiden desarrollar cualquier actividad física útil, además estas personas suelen presentar comúnmente problemas sensoriales e intelectuales causando así limitaciones en funciones de autocuidado como alimentación, vestimenta, baño y desplazamiento [2].

De acuerdo a la Revista científica Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación, entre los cuidadores de los pacientes con PC un aproximado del 44.25% son amas de casa, el 17.1% presenta un parentesco directo con el paciente y, su carga semanal media de cuidado sobre el paciente constaba de 106.93 horas [2]. La mayoría de estos cuidadores presentan síntomas de la llamada Sobrecarga del Cuidador que, se refiere a una «estado psicológico que resulta de la “combinación de trabajo físico, presión emocional, las restricciones sociales, así como las demandas económicas que surgen al

cuidar un enfermo crónico o con discapacidad” [3], todo esto provoca niveles de estrés altos para el cuidador además de falsas ideas de malestar del paciente, debido al alto número de horas dedicadas y a la falta de conocimiento sobre el cuidado del mismo.

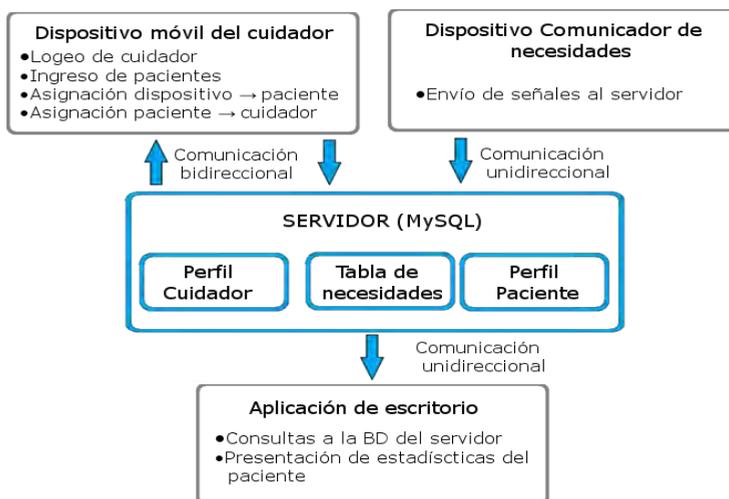
## 2.2 Estado del arte.

Sobre este tema se han realizados trabajos similares, que buscan ayudar a la comunicación de personas con PC. Es por esto y gracias al avance de la tecnología que encontramos al motivación para realizar nuevos dispositivos con características más idóneas que facilitan su uso; las cuales principalmente son las diferentes maneras de que un paciente pueda accionar el mecanismo, la ligera y movilidad puesto que el dispositivo es inalámbrico tanto para su alimentación eléctrica como para su comunicación dentro del sistema.

## 2.3 Arquitectura del sistema

El funcionamiento del conjunto de herramientas se divide en cuatro etapas básicas:

1. El paciente que dispone del ACM (Asistente Comunicador Móvil) presiona uno de los cuatro accionantes del dispositivo lo que cierra el circuito interno y el sistema Arduino interpreta esta señal, cada accionante representa una necesidad diferente.
2. El Arduino codifica esta señal y la envía por la red interna del establecimiento y se entregan los datos al servidor.
3. El servidor recibe, almacena y reparte estos datos a los cuidadores asignados al paciente.
4. El cuidador recibe la señal a manera de una notificación en su dispositivo Android dándole la oportunidad de atender o declinar la petición del paciente.



**Fig. 1.** Arquitectura del sistema organizado en cuatro recuadros representando cada dispositivo del sistema (fuente propia).

## 2.4 Dispositivo

El dispositivo consta de dos partes esenciales:

En primer lugar tenemos un contenedor de tamaño reducido donde se encuentra el dispositivo NODEMCU 1.0 el mismo que dispone de una tarjeta Wi-Fi para la comunicación por la red, a esta placa también se encuentra adaptada un bus de datos IDE que servirá para la recepción de señales de la sección del dispositivo. Esta placa se conectará automáticamente a la red una vez encendida y siempre estará a la espera de recibir señales, también se encargará de formar un paquete de datos estructurada de la siguiente manera: 1) orden a ejecutar en el servidor, 2) nombre del dispositivo y 3) la necesidad de la petición; y enviarlas a su vez al servidor.

La segunda parte del trata de un contenedor que consta de cuatro accionadores, para este caso en concreto utilizamos botones como mecanismos de accionamiento, los cuales al ser presionados enviarán una señal en alto que será recibida por la placa Arduino, haciendo uso de un segundo bus de datos IDE.



**Fig. 2.** Estructura del dispositivo (fuente propia).

El propósito de dividir el dispositivo en dos partes es debido a que el Arduino podrá conectarse a otro dispositivo con diferentes accionadores que se adapten de mejor manera a la necesidad de otro paciente que tenga diferentes limitaciones físicas; de esta manera se puede adquirir diferentes dispositivos con diferentes mecanismos de accionamiento y usar una sola placa Arduino.

## 2.5 Software de PC

Dentro del software de la PC se tienen dos componentes:

### a) Servidor

El propósito principal del servidor es controlar el tráfico de peticiones dentro de la red de internet del establecimiento, para esto hemos hecho uso de sockets. La comunicación por sockets se compone de direcciones IP de origen y destino; para poder habi-

litar la comunicación se hace uso de un protocolo de transporte (codificación de datos) y el puerto por donde las tramas de datos accederán al dispositivo respectivo.

En el servidor tendrá una Base de Datos MySQL con la finalidad de almacenar datos como:

- Información del paciente.
- Información del cuidador
- Información de las peticiones
- Información de los dispositivos conectados

El servidor desarrollado en Java cumple con la tarea de mediador entre el dispositivo móvil, la base de datos y el asistente comunicador móvil. Esta aplicación recupera registros de la base de datos para tener un listado de los dispositivos registrados y categorizarlos en tres clases de dispositivos:

- Asistente Comunicador Móvil
- Dispositivo Android
- Computador cliente

De esta manera se puede controlar a quien se le envía la información correspondiente.

### b) Computadores clientes:

Parte importante del proyecto es el análisis de los datos recolectados mientras el dispositivo estuvo en funcionamiento, para esto se ha desarrollado un software capaz de presentar gráficos estadísticos de las peticiones de cada paciente por separado, es decir se podrá visualizar el número de peticiones diarias semanales y mensuales, además de categorizarlas según el tipo de petición realizada.

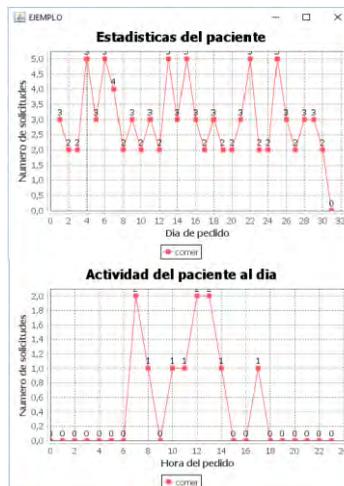


Fig. 3. Ejemplo de estadísticas de peticiones de un paciente por mes y por día (fuente propia)

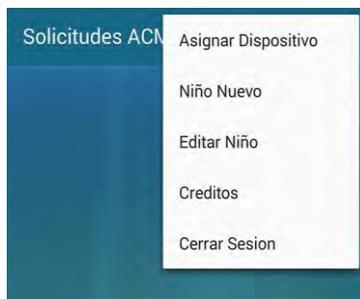
## 2.6 Software móvil

Para este proyecto en específico se ha diseñado una aplicación para dispositivos Android que dispongan de conexión Wi-Fi. Esta aplicación cumple con los objetivos:

- Loguearse a la aplicación
- Registrar cuidadores
- Registrar pacientes
- Editar Pacientes
- Asignar ACM a un paciente

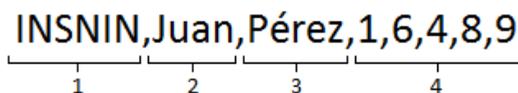


**Fig. 4.** Pantalla de registro en aplicación móvil ACM



**Fig. 6.** Pantalla de funciones de aplicación móvil ACM (fuente propia)

Este software permitirá recibir paquetes de datos desde el servidor que activaran notificaciones en el menú desplegable del SmartPhone acompañados de un audio para asegurar que el profesor esté al tanto de los pedidos del paciente. Así mismo el cuidador podrá aceptar la atención a dichas peticiones y la aplicación hará uso de sockets para enviar un paquete de datos con la siguiente estructura de ejemplo:



**Fig. 6.** Estructura de paquete de datos para ejecutar una orden en el servidor

1. Operación a ejecutar en el servidor
2. Nombre de paciente a insertar
3. Apellido del paciente a insertar
4. Identificación de los cuidadores que estan a cargo del paciente

### 3 Resultados y discusión

Al trabajar a la par con el Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay pudimos concluir que el desarrollo de las herramientas descritas requiere de un seguimiento y pruebas constantes por parte de los profesionales (futuros usuarios) de la aplicación.

Por lo que es importante considerar que el presente proyecto actualmente se encuentra en fase de monitoreo por parte de los involucrados, con el fin de medir la satisfacción del usuario y realizar las respectivas correcciones.

Se pretende que el dispositivo pueda establecer una comunicación mucho más activa y directa al momento de hacer notar sus necesidades básicas durante el día. Pero queda un largo camino antes de dar por concluida la elaboración y el perfeccionamiento de estas herramientas ya que las limitaciones de personas con PC severa demandan una serie de cuidados especiales que se pueden facilitar o automatizar haciendo uso de tecnologías como las propuestas en el presente proyecto..

### 4 Conclusiones y trabajo a futuro

Es de vital importancia avanzar día a día con mecanismos de ayuda a personas con diversas discapacidades con el fin de facilitar las tareas de las personas a cargo del cuidado diario, para esto se pueden idear distintas soluciones propuestas por un equipo adecuado de profesionales y personal con experiencia, para así diseñar diferentes mecanismos de ayuda a personas que necesiten un tipo de atención más especializada. Es un principio deontológico el tomar una actitud activa, en la medida de lo posible, para que las desventajas económicas, las discapacidades físicas y cualesquier otro factor no dificulten el acceso a los beneficios de la informática a ningún sector de la población.

Para potenciar la utilidad de nuestro proyecto se plantea el monitoreo a tiempo real de los pacientes fuera del establecimiento donde este se encuentre, es decir se tiene planteado hacer uso de un dominio privado donde se puedan recoger y revisar los datos de los pacientes, de esta manera médicos especializados podrían verificar avances del paciente y recomendar rutinas y cuidados de acuerdo a los resultados recolectados durante el uso del dispositivo.

**Agradecimientos.** Durante la realización del presente informe es importante resaltar la colaboración de la Ing. Paola Ingavelez e Ing. Vladimir Robles en el diseño, revisión y optimización de las diferentes herramientas y componentes utilizados para la elaboración del presente proyecto, además de agradecer al personal del Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay por sus acertados consejos y aportes profesionales acerca de los cuidados y necesidades que los niños con parálisis cerebral presentan.

## Referencias

- [1] Castillo E.M.: Equipamiento para desarrollar actividades escolares para niños con parálisis cerebral espástica leve y moderada de 5 a 11 años (Disertación previa a la obtención de Título) pp.12–14 (2015)
- [2] Psic. Martínez González L. D.; Psic. Robles Rendón M. T.; Psic. Ramos del Rio B.; Psic. Santiesteban Macario F.; Lic. García Valdés M.; Psic Morales Enríquez M. G.; Psic. García Leños L. Carga percibida del cuidador primario del paciente con parálisis cerebral infantil severa del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación* vol. 20, pp. 23-29, 2008.
- [3] Dillehay R.; Sandys M., Caregivers for alzheimer’s patients: what we are learning from research *International Journal of Aging and Human Developments*, vol. 30, no. 4, pp. 263-285, 1990.
- [4] Oddinga E.; Roebroek M. E.; Stama H. J. ; *The epidemiology of cerebral palsy: Incidence, impairments and risk factors*, Taylor & Francis Online, vol. 28, no. 4, p. 1, 2006.
- [5] Martins Prudentel C. O.; *Relación entre la calidad de vida de madres de niños con parálisis cerebral y la función motora de los niños, después de diez meses de rehabilitación* Revista Latino-Americana Enfermagem, vol. 18, no. 2, Abril 2010.
- [6] Barrera Ortiz L.; *La carga del cuidado en cuidadores de niños con enfermedad crónica*, Revista Cubana de Enfermería, Marzo 2013.

# Asistencia digital, didáctica y comunicativa para pacientes con parálisis cerebral

J. Berrezueta-Guzmán<sup>1</sup>, L. Serpa-Andrade<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación GI-IATa  
Universidad Politécnica Salesiana  
Calle Vieja 12-30 y Elia Liut (Cuenca)  
E-mail: jberrezuetag@est.ups.edu.ec, lserpa@ups.edu.ec

**Resumen.** Se presenta la investigación y desarrollo de dispositivos electrónicos que asisten la comunicación, aprendizaje y terapia motriz fina a personas con parálisis cerebral de tipo espástica, basándose en la utilización de un transmisor electrónico que se conecta a la plataforma de una aplicación desarrollada en Android, en la que el paciente pueda comunicarse haciendo uso de imágenes, pictogramas sonidos y animaciones que un dispositivo Inteligente puede ofrecer. Los resultados obtenidos corroboraron la eficacia de su funcionamiento, haciendo que su aceptación en un grupo de prueba fuese satisfactoria tomando en cuenta que el análisis espectral de las ondas beta del cerebro mostró que el paciente se encuentra desarrollando su coordinación psicomotriz y comunicación conforme utiliza la asistencia digital propuesta.

**Palabras clave:** Parálisis cerebral, motricidad fina, comunicación, transmisor, conectividad bluetooth, aplicación Android,

## 1 Introducción

Alrededor del 15% de la población mundial posee algún tipo de discapacidad ya sea grave o moderada, este porcentaje es representado significativamente por países subdesarrollados y en vías de desarrollo. [1, 2] Con referencia al Ecuador, el INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos) en 2010 determino que el 2.77% de su población posee cierta discapacidad. [3] A continuación el CONADIS (Consejo Nacional de Igual de Discapacidades) postea en el 2015 que la principal causa de discapacidad en niños es la parálisis cerebral (PC). [4]

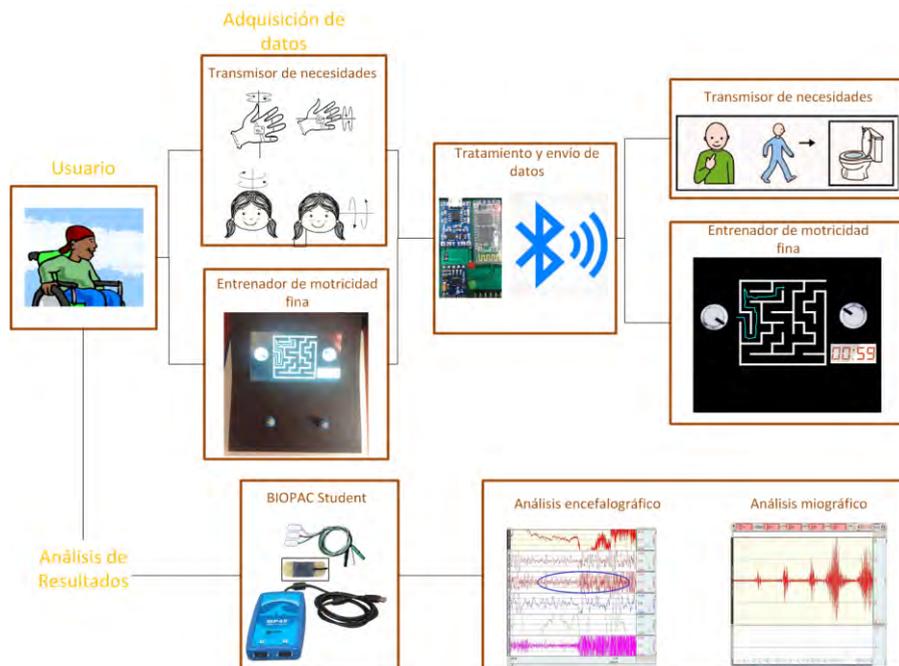
La PC es condición clínica considerada como un trastorno que impide el correcto funcionamiento psicomotriz e intelectual dificultando el desarrollo y aprendizaje del paciente. [5] Últimamente a la PC se le asocia con el término de diplejía espástica, que en años anteriores era conocida comúnmente como “Little disease” haciendo honor a William Little medico director del Hospital de Londres que en 1984 escribe sobre la influencia del parto anormal en un cuadro clínico presentando deficiencia en la marcha y deformación de la postura corporal debido a alteraciones en musculatura

del cuerpo. [5] Aún se desconoce cuáles sean los factores causantes de la PC, pero se la diagnostica a partir de los primeros meses de vida cuando el bebé presenta los cuadros clínicos antes mencionados. [6]

Los tratamientos y terapias que se utilizan comúnmente en instituciones especializadas buscan que el paciente desarrolle poco a poco su motricidad y los ayudan a que intenten ser lo más independientes posible. [7] Se tiene al alcance la tecnología y los recursos para proporcionar al paciente con PC una asistencia comunicativa, didáctica y de entrenamiento motriz fino, cuya base es la manipulación de herramientas comunicativas para brindarle al paciente una asistencia especializada de acuerdo a su condición.

### 3 Asistencia comunicativa y terapéutica para el desarrollo intelectual y motriz.

Con el dispositivo de asistencia comunicativa el paciente con PC puede expresar alguna necesidad fisiológica hacia su terapeuta, así como indicar si requiere algo en específico a algún familiar.



**Fig. 1.** Funcionamiento y composición del dispositivo que asisten la comunicación y del dispositivo de entrenamiento de la motricidad, para pacientes con parálisis cerebral. [8, 9]

Según la figura, el movimiento leve de cabeza o la mano, permite al paciente comunicar alguna necesidad existente en él o ella. Los movimientos derecha o izquierda de la cabeza o la mano permiten la navegación sobre el contenido, ya sea para transmitir una necesidad o simplemente hacer uso de material audiovisual, los movimientos de cabeza hacia abajo funciona como un “Enter” en la navegación mientras que el movimiento de cabeza hacia arriba devuelve la función de retornar al menú o interfaz anterior. Esto es posible gracias a la conectividad bluetooth entre el dispositivo que censa el movimiento y el dispositivo que tiene montado en sí la aplicación Android de comunicación. [8]

La aplicación cuenta con interfaz gráfica en su totalidad, el paciente es totalmente independiente de usarla una vez que ya se ha establecido la conexión. Esta aplicación es de entrenamiento inmediato, se adapta a distintos pacientes, ya sean que posean algún tipo de diplegia o hemiplejia inferior (entonces ahí se usa los movimientos de manos) o aquellos que poseen cuadriplejia (para ellos se usa los movimientos de cabeza). [8]

La motricidad fina en niños con PC, se ve muy poco favorable al momento de maniobrar objetos tanto en lo que es el agarre y manipulación, esto se debe a un déficit a nivel muscular que de principio les impide la correcta postura de las manos y más aún los movimientos básicos de manipulación. Este dispositivo de entrenamiento provee al paciente, perillas, sliders, botones y palancas, las cuales, dependiendo el programa de entrenamiento, el paciente podrá perfeccionar su maniobrabilidad, practicando los agarres y la coordinación de la visión con la motricidad fina, para resolver ciertas tareas que le comande la aplicación. [9]

## 4 Resultados

El universo de prueba fueron personas del Instituto de Parálisis Cerebral de Azuay (IPCA), en su mayoría niños de los cuales un aproximado de su totalidad mostró aceptación del dispositivo comunicativo, así como del entrenador motriz fino.

**Tabla 1.** Universo de pacientes con su respectiva edad y género en las que se realizaron las pruebas de funcionamiento y aceptación del dispositivo comunicativo y del dispositivo de entrenamiento de motricidad fina. [8, 9]

| Dispositivo comunicativo |                    |                     |                    | Dispositivo de entrenamiento de motricidad fina |                    |                     |                    |
|--------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Edad (años)              | Universo de prueba | Aceptación (Hombre) | Aceptación (Mujer) | Edad (años)                                     | Universo de prueba | Aceptación (Hombre) | Aceptación (Mujer) |
| 7                        | 8                  | 3                   | 2                  | 4-6                                             | 17                 | 9                   | 6                  |
| 8                        | 13                 | 6                   | 6                  | 7-9                                             | 40                 | 18                  | 18                 |
| 9                        | 11                 | 7                   | 3                  | 10-12                                           | 39                 | 14                  | 19                 |
| 10                       | 12                 | 6                   | 4                  |                                                 |                    |                     |                    |
| 11                       | 10                 | 3                   | 4                  |                                                 |                    |                     |                    |
| 12                       | 7                  | 2                   | 1                  |                                                 |                    |                     |                    |
| <b>Totales</b>           | <b>61</b>          | <b>27</b>           | <b>20</b>          | <b>Totales</b>                                  | <b>96</b>          | <b>41</b>           | <b>43</b>          |

Los datos en la tabla 1 muestran que la aceptación que se tuvo con ambos dispositivos supera el 70% del universo de prueba, al no haberse reportado inconvenientes con la funcionalidad, la asistencia que se brinda con estos dispositivos pueden continuar su proceso de mejora en su software, aumentando funciones y multimedia.

## 5 Conclusiones

La parálisis cerebral nos proporciona un campo amplio de estudio para ingeniar alternativas para su soporte terapéutico y comunicativo, los resultados expuestos indican que los dispositivos pueden representar a corto y mediano plazo una mejora en la calidad de vida de los pacientes que lo utilicen, que en su mayoría son niños.

El análisis encefalográfico y miográfico indican que el entrenador de motricidad fina permite que se coordine la actividad motriz e intelectual del paciente. Además el seguimiento del terapeuta confirma que la habilidad del niño para maniobrar sus manos, dedos y muñecas han avanzado significativamente tanto en el agarre y el maniobrar de objetos en distintas formas.

El dispositivo comunicativo asiste de manera eficaz al paciente ya que cumple y soporta la comunicación para que pueda transmitir alguna necesidad a su terapeuta, así también apoya significativamente la metodología de enseñanza del terapeuta hacia el paciente, ya que le brinda un amplio material didáctico digital.

## Referencias

1. OMS, B. M. (2011). Informe mundial sobre la discapacidad. OMS < [http://www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/es/index.html](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es/index.html) > [Consulta: ago. 2011].
2. Paneth, N., Hong, T., & Korzeniewski, S. (2006). The descriptive epidemiology of cerebral palsy. *Clinics in perinatology*, 33(2), 251-267.
3. Flores, R., Yopez, D., & Pramatarova, M. (2005). Ecuador: La discapacidad en cifras. *INEC (Ecuador)*.
4. Cazar, R., Diana, M., & Mila, M. (2005). Ecuador: la discapacidad en cifras. *INEC y Conadis. Ecuador*.
5. Rivero, A. R., García-Celay, I. M., & Lorente, M. C. (1993). *El niño con parálisis cerebral: enculturación, desarrollo e intervención* (Vol. 79). Ministerio de Educación.
6. Venegas, A. O., Gutiérrez, V. R., & de Paula, L. A. A. (2014). Revisión sistemática de las intervenciones para la estimulación en niños con retraso motor de 0 a 12 meses de edad. *Revista Movimiento Científico*, 8(1), 118-130.
7. Phelps, W. M. (1952). The role of physical therapy in cerebral palsy and bracing in the cerebral palsy. *En orthopaedic appliances Arlas*, 1, 251-522. Edwards Ann Arbor.
8. Berrezueta-Guzmán, J., Coronel-Maldonado, F., Serpa-Andrade, L., & Robles-Bykbaev, V. (2016, January). A Didactic Transmitter to Support the Communication and Learning Process of Children with Cerebral Palsy. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 42). EDP Sciences.
9. Berrezueta-Guzmán, J., Serpa-Andrade, L., Robles-Bykbaev, V., & Pinos-Velez, E. (2016). Digital Trainer for the Development of the Fine Motor Ability in Children with Cerebral Palsy. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 68, p. 20006). EDP Sciences.

# Buenas Prácticas de Accesibilidad para Medios Responsivos.

Gladys-Alicia Tensaca-Luna, Juan-Pablo Ureña-Torres,  
Ramiro Leonardo Ramirez, María-Belén Mora-Arciniegas & María Isabel Granda.

Universidad Técnica Particular de Loja, UTPL  
Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica  
Sección de Tecnología Avanzadas y SBC.

Loja, Ecuador

{gtenesaca, jpurena, rramirez, mbmora, migranda}@utpl.edu.ec

**Resumen.** El artículo pretende realizar un análisis y conocer aspectos relevantes de los procesos que se involucran en el desarrollo de un portal Web Accesible a aplicaciones móviles, evaluar cuál es el estado de aplicaciones responsivas de aplicaciones a los dispositivos móviles y proponer las mejores prácticas de accesibilidad. Para ello, se realizó una búsqueda minuciosa de información que tenga relación con los sitios web accesibles responsivos a todos los usuarios, llegando a proponer prácticas de accesibilidad a los sitios web accesibles responsivos con el fin de tener una guía acertada de desarrollo web accesible.

**Palabras claves:** Web Accesible, HTML5, Etiquetas, Educación Inclusiva, Sitios Responsivos.

## 1 Introducción

En el ámbito de educación superior, hoy en día las entidades académicas se ven sujetas a normas y estándares con el fin de que sus ofertas académicas puedan facilitar la consecución de un adecuado nivel de accesibilidad [1],

Siendo el conocimiento un factor clave de la sociedad actual que involucra que se mueva a gran velocidad, y que exige a los usuarios un proceso de aprendizaje permanente asociado con adaptabilidad y flexibilidad. Así, surgen las tecnologías móviles que ha generalizado a inicios del siglo XXI en la que los equipos computacionales y teléfonos convencionales se interconectaban por medio de cables, siendo un freno para movilidad, por ello surge un aporte importante en la sociedad la sustitución de los mismos por sus homólogos inalámbricos [2].

En este contexto, se evidencia la necesidad de aplicar y determinar técnicas, métodos, herramientas y buenas prácticas de accesibilidad a todos los usuarios de medios web responsables.

## 2 Estado del Arte

### 2.1 Accesibilidad Web

La Accesibilidad Web significa que todas las personas deben tener acceso a la información disponible en la web en igualdad de condiciones, desde cualquier lugar y a través de cualquier dispositivo en red, está orientada a lograr “una Web de todos y para todos”, independientemente de las discapacidades permanentes o temporales, los problemas asociados a la edad, las brechas generacionales, las habilidades y preferencias de las personas, la cultura y el nivel educacional alcanzado, entre otras [3].

La accesibilidad web comprende diversos tipos de discapacidad, tales como problemas visuales, auditivos, físicos, cognitivos, neurológicos y de habla[4].

### 2.2 Normas utilizadas en accesibilidad

#### Norma WCAG 2.0

La especificación de la norma WCAG 2.0 se estructura en tres niveles fundamentales que comprende: 4 principios, 12 pautas y 61 puntos de verificación, los mismos que se definen en tres niveles de conformidad A (más bajo), AA y AAA (más alto) [5]. En la tabla 1 se resume la norma [6].

**Tabla 1.** Resumen sobre las Pautas de Accesibilidad para el contenido Web (WCAG 2.0)

| Principio     | 1. Perceptibilidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2. Operabilidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3. Comprensibilidad                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4. Robustez                                                                                                                                       |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pautas</b> | 1.1 <b>Alternativas textuales:</b> para contenido no textual.<br>1.2 <b>Medio tiempo-dependiente:</b> Alternativas para el contenido multimedia.<br>1.3 <b>Adaptable:</b> Crear contenido que se pueda presentar de distintas formas.<br>1.4 <b>Distinguible:</b> Facilitar a los usuarios ver y escuchar el contenido. | 2.1 <b>Accesible por teclado:</b> Funciones deben estar disponibles mediante teclado.<br>2.2 <b>Tiempo suficiente:</b> Permanencia del contenido durante suficiente tiempo para leerlo y usarlo.<br>2.3 <b>Convulsiones:</b> evitar que el contenido provoque convulsión a personas con trastornos convulsivos. | 3.1 <b>Legible:</b> La información y el manejo de la interfaz de usuario deben ser comprensibles.<br>3.2 <b>Predecible:</b> Las páginas web se debe presentar y operar de manera predecible.<br>3.3 <b>Entrada de datos asistida:</b> Ayudar a los usuarios a evitar y corregir errores. | <b>4.1 Compatible:</b> Ayudar a los usuarios a evitar y corregir errores. Tienen por objetivo reducir el número de errores graves e irreversibles |

## 2.3 Niveles de accesibilidad

Para cada pauta, hay comprobables criterios de éxito, que se encuentran en tres niveles: A, AA y AAA, los cuales indican el grado de cumplimiento de la norma, como se indica en la Tabla 2 [6].

**Tabla 2.** Niveles de accesibilidad, Descripción y Nivel de conformidad que cumplen

| Nivel de Accesibilidad | Descripción                                                                                                                                                      | Nivel de prioridad                  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| A                      | Cuenta con la mínima accesibilidad para que uno o más grupos de usuarios no se les sea imposible acceder a la información.                                       | Cumple con la prioridad 1.          |
| AA                     | La página posee mayor accesibilidad que el caso anterior y debe cumplir algunas pautas adicionales.                                                              | Cumple con las prioridades 1 y 2.   |
| AAA                    | Se considera una página que no presenta ningún problema de accesibilidad por lo que cualquier usuario puede acceder correctamente a la información de la página. | Cumple con las prioridades 1, 2 y 3 |

## 2.4 Importancia y Ventajas de la accesibilidad

**Importancia:** La accesibilidad nace de la necesidad de uso de la web por parte de todos los usuarios, una página Web accesible permite proporcionar un acceso equitativo e igualdad de oportunidades como así también la participación activa de las personas con discapacidad [7], por ello, las organizaciones hoy en día se preocupan por crear y poseer portales web que contemplen y propicien un diseño exclusivo y el acceso igualitario [8].

### Ventajas

- Mejorar la Usabilidad: para cualquier persona que tenga facultades debidas así como también personas que se encuentren bajo circunstancias externas que garantice la facilidad de acceso equitativo y beneficien a organizaciones y a personas con capacidades especiales, que el diseño de las páginas sea accesible, reduzca las barreras de acceso a la información y elimine una brecha digital a los usuarios[9].
- Universalidad y Versatilidad: Uno de las utilidades de los dispositivos móviles es aprovechar su universalidad y versatilidad para favorecer la inclusión en aquellas personas necesitadas de apoyo especial. Entre las distintas experiencias se puede destacar el apoyo de alumnos invidentes con dispositivos móviles[10].

La accesibilidad web además de ayudar prioritariamente a las personas con discapacidad ofrece beneficios a otros colectivos, como por ejemplo las personas mayores, los usuarios de dispositivos móviles y empresas[11].

### 3. Herramientas de evaluación

Existen diversas herramientas de evaluación para mejorar la accesibilidad de un sitio web, entre ellas:

**Test de Accesibilidad Web (TAW):** es una herramienta para el análisis de la accesibilidad de sitios web, generando un informe basado en la página analizada con información sobre el resultado de la evaluación [4].

**Examinador:** es un servicio en línea gratuito para evaluar de modo automático la accesibilidad de una página web, usando como referencia algunas técnicas recomendadas por las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web 2.0 (WCAG 2.0); la herramienta adjudica una puntuación entre 1 y 10 como un indicador rápido de la accesibilidad de las páginas y proporciona un informe detallado de las pruebas realizadas [12].

## 4 Diseño Responsivo y Accesibilidad

### 4.1 Web móvil

El término Web Móvil se refiere al ingreso o acceso a la web desde dispositivos móviles, es decir, un usuario puede acceder a sus aplicaciones de internet desde cualquier lugar y en el tiempo que el usuario lo requiera.[13]. Denominados dispositivos móviles, denominados así por su capacidad de movilidad, lo que permite conectarse a internet desde cualquier lugar a través de redes wifi, tarjetas de telefonía, entre otras [14].

### 4.2 Responsive Web Desing

Diseño Web Adaptable (en inglés Responsive Web Design RWD) definido como una técnica de desarrollo y diseño, de tal forma que permita a cualquier sitio web adaptarse a cualquier dispositivo móvil o pantalla[15].

En lugar de tener un sitio para cada tipo de dispositivo, RWD facilita la posibilidad de que el mismo sitio responda a cada tipo de dispositivo que acceda y ofrece una salida apropiada, es decir la página, lo único que cambia es la apariencia que se define mediante diferentes presentaciones (Diferentes CSS)[16].

### 4.3 Relación entre Responsive Design y Accesibilidad

Un sitio desarrollado con la técnica Responsive Design no implica que dicho sitio sea accesible, pero si es un gran punto de partida [17], esto se explica por las siguientes razones:

- Parten de un enfoque en común: su objetivo es tener una web única con contenido flexible, que pueda ser visualizado correctamente desde cualquier dispositivo o navegador y disponible para todos los usuarios.
- Requisitos de accesibilidad: un sitio Responsive Design cumple con ciertos requisitos de accesibilidad, tales como, la separación entre el contenido y la presentación, el uso de medidas relativas o la eliminación de tablas para maquetar.

#### **4.4 Buenas prácticas de Accesibilidad en Páginas Responsiva.**

En internet, La W3C es el organismo responsable de mantener los estándares que dan soporte a las aplicaciones web, quienes mediante el Grupo de Trabajo denominado WAI[18] han desarrollado y publicado las WCAG [19], las cuales contienen pautas sobre la accesibilidad de contenidos web en general.

Sin embargo, según la W3C no existen pautas específicas para la accesibilidad móvil, actualmente se están desarrollando algunos borradores, por lo tanto, accesibilidad móvil está cubierto de las directrices de accesibilidad del W3C existentes para contenidos web en general[20].

Tomando en cuenta el alto número de usuarios de la web móvil[21], se propone una guía de buenas prácticas a seguir para el desarrollo de un sitio web responsivo Accesible.

#### **4.5 Propuesta de buenas prácticas para el desarrollo de Sitios web responsivos accesibles.**

Para realizar el caso de estudio de ha realizado el seguimiento en el portal de: Portal de Admisiones para nuevos estudiantes. (<http://casaabierta.utpl.edu.ec/>) en la que se puede evaluar los siguientes resultados:

- Aspectos Generales.
  - En este primer bloque se exponen algunas prácticas generales que el desarrollador deberá tomar en cuenta al iniciar el proceso de construcción de un sitio web responsivo accesible.
- Estructura del Contenido.
  - Proporciona un conjunto de buenas prácticas que ayudarán al usuario a comprender de mejor forma el contenido que se transmite.
- Navegación y Teclado:
  - Presenta un conjunto de recomendaciones que tienen por objetivo ayudar al usuario a navegar de forma consistente por todo el contenido de la página web.
- Diseño y Presentación adaptable y accesible.

**Tabla 3.** Resumen de Propuesta: Buenas Prácticas de Accesibilidad en Sitios Web Responsivos

| GRUPO AL QUE PERTENECE                              | RECOMENDACIÓN                                                                                                                                                  | CONFORMIDAD WCAG 2.0 | IMPACTO  |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|
| Aspectos Generales                                  | 3.1.1 Indique un título corto pero descriptivo a cada página web.                                                                                              | A                    | Alto     |
|                                                     | 3.1.2 Defina el idioma de la página web.                                                                                                                       | A                    | Medio    |
|                                                     | 3.1.3 Defina el idioma de las partes.                                                                                                                          | AA                   | Medio    |
|                                                     | 3.1.4 Trabaje por separado el contenido y la presentación visual del mismo para permitir diferentes presentaciones                                             | A                    | Muy Alto |
|                                                     | 3.1.5. Desarrolle una página web basándose en la estructura formal del lenguaje de marcado utilizado.                                                          | A                    | Alto     |
| ESTRUCTURA DEL CONTENIDO:                           | 3.2.1 Utilice encabezados descriptivos para organizar el contenido de cada página web.                                                                         | A<br>AA<br>AAA       | Alto     |
|                                                     | 3.2.2 Coloque la información más importante a primera vista.                                                                                                   | MWBP:<br>5.3.3       | Medio    |
|                                                     | 3.2.3 Los elementos deben ser lo suficientemente grandes y tener una distancia suficiente uno del otro.                                                        | W3C/W<br>AI: 3.2     | Medio    |
| <b>CREACIÓN E INSERCIÓN DE ELEMENTOS ACCESIBLES</b> |                                                                                                                                                                |                      |          |
| Imágenes:                                           | 3.3.1 Para cada imagen proporcione una alternativa textual relacionada al contenido de dicha imagen.                                                           | A                    | Muy Alto |
|                                                     | 3.3.2 Utilice imágenes de texto únicamente cuando sea obligatoria una presentación de texto concreto                                                           | AA<br>AAA            | Medio    |
| Tablas                                              | 3.4.1 Cree tablas de marcado solamente para presentar información tabular.                                                                                     | A                    | Alto     |
| AUDIO Y VIDEO                                       | 3.6.1 Proporcione al usuario alternativas para todo el contenido dependiente del tiempo.                                                                       | A<br>AA              |          |
| Recomendaciones Genéricas:                          | 3.7.1 No limitar al usuario el tiempo disponible para realizar una determinada actividad.                                                                      | A<br>AAA             |          |
|                                                     | 3.7.2 No abrir ventanas emergentes “pop-up” o cambiar de una ventana a otra sin informar al usuario.                                                           | A                    |          |
| NAVEGACIÓN Y TECLADO.                               | 3.8.1 Identifique claramente los enlaces.                                                                                                                      | A                    |          |
|                                                     | 3.8.2 Incluya enlaces descriptivos por su propio texto de enlace.                                                                                              | A<br>AAA             |          |
|                                                     | 3.8.3 Usar elementos estructurales para agrupar los enlaces.                                                                                                   | A                    |          |
|                                                     | 3.8.4 Agrupe elementos que realizan una misma acción.                                                                                                          | A<br>AA              |          |
|                                                     | 3.8.6 Proporcionar acceso a todas las funcionalidades del contenido a través del teclado sin requerir una determinada velocidad en la pulsación de las teclas. | A<br>AAA             |          |

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.8.7 Proporcionar a los usuarios diferentes formas para navegar entre páginas web.         | AA  |
| 3.8.8 Proporcione información sobre la ubicación del usuario en un conjunto de páginas web. | AAA |
| 3.8.9 Identificar la ubicación actual del foco del teclado.                                 | AA  |

---

Autoría propia

#### 4.6 Malas Prácticas o errores: Se puede tomar en cuenta [22]

- Mala práctica 1: Tratar imágenes informativas como imágenes decorativas para cargar diferentes tamaños de imagen.
- Mala práctica 2: Definir el viewport con restricción para el zoom.
- Mala práctica 3: Ocultar la barra de scroll horizontal mediante la CSS.

## 5. Conclusiones

El desarrollo de Aplicaciones Web Accesibles es un factor fundamental para la concreción del principio básico de acceso universal. Sin embargo, la gran mayoría de las páginas en la Web ha sido desarrollada desconociendo a los potenciales beneficiarios de un desarrollo accesible, es por ello que actualmente los sectores gubernamentales se apoyan en la norma WCAG2.0 que focaliza la inclusión a personas con capacidades especiales.

Con la realización del presente trabajo de investigación los desarrolladores web contarán con una guía del proceso de desarrollo de aplicaciones Web Responsivas, codo ello, ser un aporte para mejorar los procesos de producción de software Web de calidad y accesible a todos.

Con esta investigación se deja apertura en realizar un análisis de cada una de las buenas prácticas y aplicar los mismos en un sitio Web y mejorar, de esta forma, ayudar a sectores vulnerables a tener acceso inclusivo a todos los medios.

## Referencias

1. N. Piedra, J. Chicaiza, J. López, E. Cadme, and D. Torres, “Estado del arte sobre tecnologías de la Web Social y Web Semántica para la mejora de accesibilidad en educación superior,” pp. 77–91, 2012.
2. C. Cantillo Valero, “Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación,” pp. 1–21, 2012.
3. A. Martín, G. Gaetán, V. Saldaño, G. Miranda, S. Molina, and S. Pastrana, “Diseño y Evaluación tempranos para priorizar la Accesibilidad en la WWW,” *XIV Work. Investig. en Ciencias la Comput.*, pp. 410–414, 2012.
4. C. De Olea Moreta and L. Rodriguez Baena, “Pautas , métodos y herramientas de

- evaluación de accesibilidad web,” *Univ. Manizales, Fac. Ciencias e Ing.*, pp. 99–115, 2013.
5. A. Chacón-Medina, H. Chacón-Lopez, D. Lopez-Justicia, and C. Fernández-Jiménez, “Dificultades en la Accesibilidad Web de las Universidades Españolas de acuerdo a la norma WCAG 2.0,” *Rev. española Doc. Científica*, vol. 36, no. 4, pp. 1–13, 2013.
  6. A. Sánchez-Herederero Pérez, “Accesibilidad a los contenidos audiovisuales en la Web a través de HTML5,” 2011.
  7. V. D. Varas and A. E. Guzmán, “Importancia y Beneficios de la Accesibilidad Web para todos,” 2015.
  8. A. Martín, G. Gaetán, V. Saldaño, G. Miranda, S. Molina, and S. Pastrana, “Diseño y Evaluación tempranos para priorizar la Accesibilidad en la WWW,” pp. 2012–2014, 2014.
  9. M. B. Segarra-Faggione, Veronica; Mora-Arciniegas, “Análisis de la accesibilidad con enfoque semántico de un portal de servicios académicos para nivel universitario.,” 2016.
  10. M. Á. Fombona Cadavieco, Javier; Pascual Sevillano, “Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles.,” pp. 197–210, 2012.
  11. A. L. Aguirre Solano, “Desarrollo de un prototipo de sitio web como interfaz de acceso a objetos de aprendizaje de un software libre de edición de texto, accesibles para personas con discapacidad visual severa.,” Universidad Politécnica Nacional, 2015.
  12. C. Benavidez, “examinator,” 2015. .
  13. I. Aguado-Terrón, Juan-Miguel; Matínez Martínez, “De la Web social al Móvil 2.0: en el paradigma 2.0 en el proceso de convergencia mediática de la comunicación móvil,” pp. 155–161, 2009.
  14. N. Arroyo-Vázquez, “Accesibilidad de los contenidos en internet de las bibliotecas públicas desde dispositivos móviles,” *Anu. ThinkEPI*, pp. 153–156, 2009.
  15. E. K. P. Harb, “Responsive Web Design,” *Internetdocument*, no. 306, p. 10, 2011.
  16. S. Centeno Defas, Elvis Paúl; Cordonez S, “Universidad técnica de cotopaxi,” Universidad Técnica de Cotopaxi, 2012.
  17. P. Prieto Cabrera, ““Estudio de la normativa WCAG 2.0 y análisis de accesibilidad web para la creación de un prototipo de sistema experto basado en casos, que permita generar reportes de accesibilidad de páginas web, tomando como base un sitio web ecuatoriano,”” Universidad Politécnica Salesiana, 2014.
  18. “Web Accessibility initiative,” 2016. [Online]. Available: <https://www.w3.org/WAI/>. [Accessed: 19-Oct-2016].
  19. W3C, “Web Content Accessibility Guidelines.” [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>. [Accessed: 05-Oct-2016].
  20. W3C, “World Wide Web Consortium (W3C).” [Online]. Available: <https://www.w3.org/>. [Accessed: 28-Sep-2016].
  21. ARCOTEL, “Cuentas y Usuarios del servicio de acceso a internet.,” 2016. .
  22. O. Carreras, “Usableaccesible,” 2014. [Online]. Available: <https://olgacarreras.blogspot.com.ar/2014/01/responsive-design-y-accesibilidad.html>.

# Las TIC un potencializador accesible para la calidad de la Educación, mediada por las competencias del docente

Beatriz Elena Giraldo Tobón<sup>1</sup> – Ana Aparicio<sup>2</sup> – Félix Andrés Restrepo Bustamante<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docente Investigadora  
Universidad de Santander (Colombia)  
E-mail: [beatriz.tobon@cvudes.edu.co](mailto:beatriz.tobon@cvudes.edu.co)

<sup>2</sup>Docente Investigadora  
Universidad de Santander (Colombia)  
E-mail: [Ana.aparicio@cvudes.edu.co](mailto:Ana.aparicio@cvudes.edu.co)

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias de la Computación  
Estudiante PhD Ingeniería de la Información y del Conocimiento  
Universidad de Alcalá  
E-mail: [felix.restrepo@edu.uah.es](mailto:felix.restrepo@edu.uah.es)

**Resumen.** En este artículo se presenta La incorporación de Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) en los espacios educativos, para lograr la calidad de la educación , tiene como pretensión analizar y reflexionar el entorno del aprendizaje significativo en el quehacer pedagógico, que responda a las exigencias de la sociedad acorde con los avances tecnológicos y la globalización del conocimiento, en aras de la creación de ambientes de aprendizaje enriquecidos, que se adapten a modernas estrategias de aprendizaje, con excelentes resultados en el desarrollo de las habilidades cognitivas de niños y jóvenes en las áreas tradicionales del currículo. Así, en el escenario mundial se torna significativo el estudio de los fundamentos de la Pedagogía para resignificar la labor docente en aspectos que transversaliza su tarea, enmarcada por competencias tales como: La pedagógica, la formación en TIC y la Gestión. La primera y segunda, implican la aprehensión de conocimientos pedagógicos y habilidades para llevar las TIC a su escenario educativo como un potencializador accesible para el fortalecimiento de la calidad de la educación y la tercera, fortalece la construcción de identidad, significados, sujetos sociales, que respondan a las necesidades de la sociedad multicultural que los espera como seres polivalentes.

**Palabras clave:** TIC, Educación, Docente, Competencias.

## 1 Introducción

El docente fortalece la competencia de ser guía dinamizador en una educación encaminada a la formación integral, donde asume al ser humano como persona íntegra y reconoce sus dimensiones en permanente despliegue; un ser activo como agente de su propia formación en la materialización de un Proyecto de vida, en busca constante por la excelencia. En este sentido, el docente fortalece sus competencias pedagógicas, técnicas y de Gestión o investigativas, para posibilitar un camino accesible en el fortalecimiento de la calidad educativa a través del conocimiento mediado por las

TIC, proporcionando escenarios educativos ricos en didácticas informacionales y activas .

Al lado de lo anterior, la incorporación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lleva a las instituciones educativas reflexionar la práctica docente y su influencia en el aprendizaje. En un informe de las TIC sobre entornos de aprendizaje, precisa que estos no dependen del uso de la tecnología en sí mismos, sino de la capacidad del docente para utilizar la tecnología como un apoyo para modificar las prácticas pedagógicas tradicionales. [1]

Así, las TIC al interior del espacio educativo, se convierten en un potencializador de ambientes de aprendizaje ricos en materiales accesibles y experiencias que cautivan el interés; la construcción del conocimiento; las fuentes de información ricas y actualizadas que facilitan la imaginación, innovación y creatividad en el aprendizaje. Estas tecnologías, además de conformar un conjunto de herramientas, son un Entorno -un espacio, un cyber espacio que da lugar a la interacción entre las personas [2] Las describen como un ambiente que favorece la creatividad y la cooperación entre los actores del proceso formativo, ya que les permite compartir ideas y desarrollar actividades para garantizar accesibilidad en los procesos de enseñanza y el aprendizaje.

## 2 Competencias del Docente frente al universo TIC

En el contexto educativo, la competencia del docente se entiende como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes necesarios para desempeñar una ocupación dada y la capacidad de movilizar y aplicar estos recursos en un entorno determinado, para producir un resultado definido . [3]

Entre las competencias del docente se encuentran las **Pedagógicas**, las cuales tienen como prioridad el fortalecimiento de las TIC en los procesos de configuración del saber pedagógico, analizar los procesos de constitución de la Pedagogía como campo disciplinar y profesional, para maximizar las prácticas educativas [4] incorporar TIC en el diseño de estrategias y actividades que generen procesos de aprendizaje con espacios de diálogo y construcción de saberes, donde se posibilite el diálogo interdisciplinario, la resignificación del campo conceptual y aplicado de la Pedagogía. Con base en lo anterior, sobresalen las siguientes competencias para optimizar en el docente:

- Gestor de la planeación de la enseñanza y la interacción con TIC
- Dominio y práctica de métodos y técnicas didácticas pertinentes
- Reflexivo para interactuar con estudiantes diversos
- Creativo al momento de planear estrategias didácticas
- Innovador en la didáctica, la planeación metodológica, la investigación
- Guía y facilitador del aprendizaje
- Estudioso de la Pedagogía y la Didáctica
- Conocedor de las metodologías. didácticas activas, contemporáneas y emergentes

- Crítico y afectivo, para plantear alternativas pedagógicas
- Reflexivo en el fortalecimiento de la metacognición

Igualmente, se abordan las **competencias tecnológicas en el docente**, que tienen como finalidad incluir herramientas y materiales que potencialicen los procesos de enseñanza-aprendizaje y la capacidad de seleccionar herramientas TIC con la incorporación de usabilidad pedagógica, para que fortalecido en su dinámica, innove didácticas con la mediación de las TIC, y contage seguridad en la utilización adecuada de las mismas a través de métodos específicos y novedosos, hasta lograr un desempeño eficiente y ágil en el escenario tecnológico. [5] La educación está enmarcada por la innovación y mediación de las herramientas TIC, es por ende que se están aplicando didácticas contemporáneas y las teorías emergentes del aprendizaje como el Conectivismo en el cual, los estudiantes en red deben fortalecer la motivación, la independencia y la autosuficiencia en el mejoramiento del aprendizaje .

Con lo anterior, se requiere dinamizar en el docente las siguientes competencias:

- Líder en la implementación de aplicaciones de las web 2.0,3.0,4.0
- Arquitecto de ambientes virtuales
- Mediador del aprendizaje con la inclusión de las TIC
- Potencializador del uso adecuado de las herramientas tecnológicas
- Dinamizador de herramientas infovirtuales
- Estudioso en la usabilidad pedagógica de las TIC
- Estratega en la búsqueda y aplicabilidad de las TIC
- Ético en el manejo de la comunicación en la Red
- Confidente en el manejo y comunicación de la información con las TIC.
- Conocedor de las TIC de punta y las emergentes
- Facilitador de herramientas TIC accesibles, con criterios de usabilidad y flexibilidad

Por otra parte, **la competencia Gestión Educativa**, trata sobre la armonía de las habilidades de planear, hacer, evaluar y decidir, para potenciar la gestión escolar transversalizada por la habilidad de investigar, enfocada en la generación y producción de conocimiento, encaminado a la capacidad de utilizar las TIC en la transformación del entorno y generar nuevos conocimientos. [6]. Así las competencias de Gestión se pueden resumir en las siguientes:

- Dinamizador de una cultura de investigación en contexto
- Constructor de un aprendizaje integrador, que transversalice el conocimiento,
- Promotor del respeto por los derechos de autor.
- Desarrollador en forma creativa para transferir conocimientos en contextos específicos
- Gestor del trabajo colaborativo y cooperativo
- Líder en redes de aprendizaje colaborativo
- Investigador y promotor de comunidades de aprendizaje
- Orientador en soluciones efectivas de problemas en contexto
- Creador de conocimiento innovador y productivo en contexto específico

- Transferencial, flexible y polivalente, capaz de adecuarse a la diversidad
- Flexible para adecuarse a las demandas sociales
- Disponible para trabajo en equipo interdisciplinar, internacional.
- Evaluador de la propia docencia y del aprendizaje TIC[7]

**Competencias que el docente maximiza con el acto educativo:** Representada en la figura 1.



**Fig. 1.** Competencias TIC en el docente (GIRALDO, 2016).

Según el modelo de la figura, las competencias se resumen en:  
Dominio y práctica de conocimientos teóricos y metodológicos que favorezcan el ejercicio de la docencia, en la implementación de aplicaciones de las web 2.0,3.0,4.0

### 3 Rol del Docente frente a las TIC

En el marco de brindar un servicio educativo accesible y de calidad para todos, el ideal es que los docentes sean competentes y coherentes con las exigencias de la

sociedad del conocimiento, por lo cual es fundamental que asuman los siguientes roles : [8]

**Docente como acompañante, guía cálido, provocador de saberes**, quien asume que sólo a medida que se conoce, explora, experimenta, ama e inyecta la chispa de la pasión por la educación mediada por las TIC, se cristaliza en resultados óptimos de aprendizaje.

**El docente como facilitador**, prepara a sus alumnos para enfrentarse con todas sus competencias a un mundo creativo, flexible, con estándares educativos cada vez más altos. Así les motiva a prepararse en la educación, les apoya y facilita el aprendizaje. Así mismo, dinamiza en su preparación hábitos, valores, disciplina y motivación.

**El docente como gestor del conocimiento**, asume como tarea ejercitar a los estudiantes en el manejo efectivo de las TIC, de la comunicación efectiva para trabajar en redes y los encamina a estudiar con éxito en el campo universitario y en cada uno de los niveles de la educación formal, aspirando a que lleguen a la cima de la formación a través del aprender a aprender para emprender y ser

**El Docente como líder transformacional**, propende por un aprendizaje sostenible; asegura el éxito en el tiempo; apoya el liderazgo de otros; dirige su atención a la justicia social; desarrolla la diversidad y la capacidad del entorno.

**El Docente como investigador**, fortalece sus habilidades para reflexionar el acto educativo y reconocer que se puede elaborar una teoría tanto desde el punto de vista de la ciencia como desde el punto de vista de la práctica.

**El docente innovador**, reconoce los procesos, cambios y nuevas hipótesis que plantean los estudiantes.

**El Docente como potencializador de estrategias cognitivas**, el constructivismo enuncia que el estudiante que construye conocimiento por sí mismo, debe aprender por medio del descubrimiento, guiado por su propia curiosidad y así formular suposiciones intuitivas que más adelante trabajará por confirmarlas de manera sistemática. [8]

## 4 Tendencias TIC dinamizadas por el Docente

Los docentes, en su mayoría son Inmigrantes Digitales y asumen el reto de prepararse en lo pertinente a las Tecnologías de la Información y las comunicaciones, para posibilitarle a sus Nativos Digitales, ambientes de aprendizaje mediados por TIC e integrar en sus prácticas pedagógicas las tendencias que impactan en el proceso educativo, entre las que sobresalen: [9]

**Computación en la Nube**, es la Plataforma que permite el diseño de estrategias didácticas que utilizan recursos en internet y que potencia la igualdad de acceso a recursos, fomenta el trabajo colaborativo y estimula la innovación por medio de aplicaciones web fáciles de utilizar.

**Mashup de Datos**, Entorno web personalizado, diseñado y utilizado por docentes y estudiantes, el cual reutiliza las características tecnológicas de otros entornos web preexistentes. Posibilita en la clase tener contenidos siempre actuales, interactivos y potenciadores de la participación del estudiante en las clases.

**Webs Colaborativas** , Son aquellos grupos de personas que se reúnen a través de un tema en particular para conocerlo, interpretarlo y entenderlo y de esa manera trabajando en colaboración generan comunidad y conocimiento.

**Inteligencia Colectiva**, Es donde los individuos trabajan en pos del colectivo teniendo un tema y propósito en común dándose hoy en un espacio que puede ser el ciberespacio actualmente apalancado en aplicaciones Web 2.0, que permiten relaciones variadas con jerarquías dinámicas,

**Aplicaciones Móviles**, la rápida adopción de teléfonos inteligentes posibilita utilizar los dispositivos de los propios estudiantes y docentes como herramientas para la docencia y el aprendizaje.

**Tabletas**, son un medio útil para fomentar el aprendizaje más allá de los tiempos y espacios de clase.

**Aprendizaje basado en juegos** , son entornos altamente inmersivos e interactivos en los que los estudiantes se sienten motivados a experimentar y aprender.

**Entornos personales de aprendizaje**, en estos entornos, los estudiantes se sitúan en el centro y adquieren un rol protagonista y activo en su proceso de aprendizaje.

**Geolocalización**, los datos geolocalizados posibilitan que los usuarios encuentren a personas con intereses similares situadas en un entorno cercano y entren en contacto con ellas a través de servicios de redes sociales basados en la localización.

**Analíticas de aprendizaje**, consisten en la interpretación de un amplio rango de datos producidos y recogidos acerca de los estudiantes para orientar su progresión académica, predecir actuaciones futuras e identificar elementos problemáticos

**Aplicaciones Semánticas**, infieren el significado o semántica de la información en Internet para hacer conexiones y proporcionar respuestas que de otro modo supondrían dedicar una gran cantidad de tiempo y esfuerzo.

**Cursos Masivos abiertos en Línea**, la esencia de un MOOC es un curso en línea en el que puede inscribirse gente de todo el mundo, todos los materiales del curso, y el curso en sí, son de código abierto y libre.

**Realidad Aumentada**, se basan en la generación de imágenes nuevas a partir de la combinación de información digital en tiempo real y el campo de visión de una persona

Además de las categorías presentadas según el tipo de contenido sobre el que aporta una herramienta, se pueden entrar a considerar otros usos más específicos como aporte a los procesos de enseñanza y de aprendizaje lo que permite hacer una mejor selección de las herramientas web 2.0, 3.0, 4.0 a utilizar según el uso académico ,para lo cual las posibilidades [10] propuestas son:

- Zoho work. Enlace: <http://www.zoho.com/>
- ShowDocument. Enlace: [http://www.showdocument.com/index\\_es.html](http://www.showdocument.com/index_es.html)
- Google Drive. Enlace: <http://drive.google.com>
- Blogger: Enlace: <http://www.blogger.com>
- Enlace: <http://www.geogebra.org>
- <http://www.jingproject.com/>, FLICKR: <http://www.flickr.com/>
- Youtube: <http://www.youtube.com/>. Vimeo: <http://vimeo.com/>.
- Slideshare: <http://www.slideshare.net>.
- Blogger: Enlace: <http://www.Blogger.com/>,

- Wikis: Enlace: <http://cooltoolsforschools.wikispaces.com/>,
- Delicious: <http://delicious.com/>,
- Feed RSS READER: Enlace: <http://www.rssreader.com/>
- (<http://www.uib.es/depart/gte/gte/edutec-e/revelec20/anibal20.htm>.):
- (<https://scratch.mit.edu/info/faG/>)
- (<https://www.ueouebra.om/about>)
- ([https://docs.moodle.on/all/es/Acerca de Moodle](https://docs.moodle.on/all/es/Acerca_de_Moodle)).
- (<http://clic.xtec.cat/es/index.htm>).
- <http://bscw.fit.fraunhofer.de>
- <http://www.ning.com/>
- <http://www.secondlifespain.com>
- <http://xer.ravalnet.org>
- <http://twitter.com>
- <http://www.myspace.com>
- <http://www.facebook.com>

**Las siguientes páginas se recomiendan para recrear espacios educativos:**

- [www.tarkus.info](http://www.tarkus.info)
- [www.juegosdepalabras.com](http://www.juegosdepalabras.com)
- [www.elmundo.es/pasatiempos](http://www.elmundo.es/pasatiempos)
- [www.dibujosparapintar.com](http://www.dibujosparapintar.com)
- [www.clubestrella.com](http://www.clubestrella.com)

La principal implementación de estas herramientas en el entorno de clases, se centra en la integración de la tecnología a la misma, con el fin de familiarizar al estudiante con un entorno de trabajo dinámico, donde tenga oportunidad de socializar temas vistos en clase, dejar tareas, trabajos extra clase o incluso publicar las vivencias de grupo.

### 3 Conclusiones

Las TIC en el escenario educativo potencializa con mayor efectividad el proceso aprendizaje, cuando el docente está preparado en competencias pedagógicas, tecnológicas y de gestión en el aula, para inyectarle al escenario formativo un carácter innovador, creativo, accesible y dinámico.

Desde la interacción con las TIC se potencian procesos de formación y de innovación didáctica, a partir de la rigurosidad, de la exigencia académica y la calidez humana, mediante el estudio exhaustivo de aprendizajes que aparecen en el escenario mundial educativo para contextualizar aportes significativos desde saberes previos, conocimiento fuente, gradualidad analógica, conocimiento meta y unas competencias básicas, generales, laborales, ciudadanas y específicas que le generan al estudioso una formación sólida y le permiten elevar el nivel de vida para potenciarse como un

empleador ,un líder del medio ambiente y de los Derechos Humanos, un constructor de paz, gestor de progreso personal y profesional en el territorio.

A manera de cierre, el docente, asume las exigencias en la educación como un modelo sistémico e interdisciplinar , donde la docencia, la investigación, su saber, saber hacer y querer hacer le posibilitarán centrarse en la mejora del proceso educativo con la integración de las TIC y facilitar aspectos relacionados con la autonomía del estudiante, la facilidad para el desarrollo de trabajos en equipo en forma colaborativa y cooperativa, la posibilidad de modificar y adaptar los métodos de evaluación y la interacción bidireccional entre el docente y el estudianto, fortaleciendo con ello, la competencia Comunicativa en el docente; de tal manera que permita una triangulación entre TIC-Docentes-Estudiantes y su forma de expresarla por medio de la utilización de las herramientas TIC para posibilitar la innovación educativa y la excelencia del Acto educativo, desde el fortalecimiento de las competencias TIC en el docente.

## Referencias

1. De Zubiría M. Enfoques pedagógicos y didácticas contemporáneas. Bogotá: Magisterio. (2005).
2. Flórez, O. R. Hacia una Pedagogía del Conocimiento. Bogotá. McGraw-Hill. Segunda edición. (2006)
3. Zabalza, M. Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional. Madrid, España: Narcea. (2013).
4. Yáñez Álvarez, C. y Villardón Gallego, L. Planificar desde competencias para promover el aprendizaje. El reto de la sociedad del conocimiento para el profesorado universitario. Bilbao, España: Universidad de Deusto. (2006).
5. .Sigalés, C "Formación universitaria y TIC: nuevos usos y nuevos roles". Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). [artículo en línea]. UOC. Vol. 1, n° 1. (2014). [Fecha de consulta: 07/09/2016].<http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/sigales0704.pdf>
6. Bricall, J. M. y Brunner, J. J. Universidad siglo XXI. Europa y América Latina. Regulación y financiamiento. Documento Columbus sobre gestión universitaria. (2015).
7. Martínez, E. Usos didácticos de la Web 2.0 para soportar ambientes de aprendizaje. Bogotá: Norma (2014).
8. Mejía, M. R. Pensar la educación, las TIC y la pedagogía en el siglo XXI Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (2012).
9. Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L. & Adams, S. Informe para Iberoamérica (2012)
10. Salinas, J "Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria". Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). [artículo en línea]. UOC. Vol. 1, n° 1. (2004). [Fecha de consulta: 06/09/2016].<http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf>

# Accesibilidad en Objetos de Aprendizaje: Una Herramienta de Apoyo en el Uso de Videos

Irma Cuzco<sup>1</sup>, Ines Yambay<sup>1</sup>, Christian Oyola<sup>1</sup>,  
Paola Ingavélez<sup>1</sup>, Vladimir Robles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia-GIATA

<sup>1</sup> Universidad Politécnica Salesiana

Calle Vieja 12-30 y Elia Liut

Tfno:(593)7 2862213 Fax: 918856646

E-mail: {iyambay, icuzco, coyola}@ups.edu.ec, {pcingavelez, vrobles}@ups.edu.ec

**Resumen.** En este artículo se presenta el estudio realizado para desarrollar una herramienta que permita sistematizar el contenido de un Video cargado en la Web, con el fin de convertir la temática principal a una etiqueta de navegación accesible, misma que es adaptada como complemento al recurso original, brindando al usuario final la oportunidad de identificar si el Video es de su interés o simplemente navegar a los instantes de tiempo más relevantes dentro del mismo. Mediante el uso de algoritmos y metodologías de inteligencia artificial se logra identificar la presentación más óptima de este recurso dependiendo de las diversidades funcionales, garantizando la personalización de este objeto de aprendizaje en base a sus exigencias.

**Palabras clave:** Objeto de aprendizaje, accesibilidad, video, inteligencia artificial, expresiones regulares.

## 1 Introducción

La accesibilidad va más allá de un concepto, método o proceso asociado a discapacidad. Es un sentir de igualdad de condiciones en la participación y pertenencia de todos a un entorno común. Varias definiciones encontramos asociadas a accesibilidad, su relación con usabilidad y diseño universal marcan un completo uso de la creatividad humana a la hora de comprender la totalidad del concepto. Muy probablemente la definición más completa la encontramos en el Real Decreto Legislativo 1/2013, del 29 de noviembre, de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social, en su Artículo 2, literal k, que la describe como: "...la condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible"...[1].

En el tema de discapacidad es importante considerar las cifras a nivel mundial y su tendencia, pues alrededor de 1000 millones de habitantes, o el 15 % de la población mundial, tienen algún tipo de discapacidad, y su incidencia es mayor en países en desarrollo.[2] lo que constituye una tendencia poco alentadora, puesto que actualmente

las estructuras para el cuidado de la salud, la rehabilitación y la educación especial no alcanzan su pleno desarrollo, lo que nos hace reflexionar sobre la necesidad de contar con procesos de evaluación que favorezcan la inclusión.

La Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad establece la problemática que les impide en muchos casos acceder a la educación, información y con ello su integración con la sociedad, es por ello que la educación es tratada en el Artículo 24 de dicho documento, en forma particular, señalando que "...los estados partes aseguren un sistema educativo inclusivo en todos los niveles." [3].

En este sentido e-learning constituye en muchos casos, la única oportunidad de educación que ellas tienen. En e-learning, varios son los estándares y modelos que buscan establecer formas o estructuras que certifiquen un óptimo proceso, desarrollo, implementación y evaluación, sin embargo, muchos objetos de aprendizaje se han desarrollado respondiendo a un "estudiante estándar" perdiendo la universalidad de su propósito, y la adaptabilidad propia del aprendizaje diverso existente. [4]

En muchos casos se particulariza el entorno virtual a una discapacidad específica, generando nuevas barreras de accesibilidad para otras patologías. [5]

El presente trabajo pretende aportar con el desarrollo de una herramienta que permita ramificar la accesibilidad en videos, mediante la generación de un texto resumen basado en los tiempos e ideas principales, contemplando elementos necesarios a través de algoritmos inteligentes que orienten y den mayor relevancia a la estructura semántica, lo que conlleva a completar varias acciones investigativas en el planteamiento y evaluación que contribuirán en la validación de estándares y mejoras de videos dentro de un objeto de aprendizaje.

## 2 Estado del Arte

Los objetos de aprendizaje (O.A) es un material de apoyo al docente, constituidas por paquetes de información multiformato y con carácter interactivo, orientado a presentar información para lograr un único objetivo educativo a través de micro- unidades didácticas que contemplen: contenidos, recursos, actividades y evaluación [6].

Entre los posibles campos de aplicación de las tecnologías semánticas a los metadatos cabe destacar lo siguiente [7]:

- Ontologías multimedia que permiten convertir los metadatos existentes a RDF (Resource Description Framework) u OWL (Web Ontology Language) para una mejor interoperabilidad o para la realización de búsquedas o razonamientos, creando un nivel superior en los tipos de metadatos.

## **2.1 Sistema inteligente para la recomendación de objetos de aprendizaje**

Este sistema de recomendación, realiza una búsqueda en diferentes repositorios de objetos de aprendizaje, donde cada objeto tiene metadatos descriptivos, se utilizan estos metadatos para recuperar aquellos objetos que satisfagan no sólo el tema de la consulta, sino también el perfil de usuario, teniendo en cuenta sus características y preferencias [8]. Para el manejo de grandes cantidades de datos multimedia debemos implementar el uso de metadatos para de esta manera gestionar la cantidad de información con la que se pretenda trabajar y resolver peticiones con mayor eficacia [9], los metadatos son muy importantes dentro de la web semántica ya que brinda la posibilidad de crearlos y exportarlos.

## **2.2 Objetos de aprendizaje: Tendencias dentro de la web semántica**

Actualmente, el nuevo marco de la web semántica habilita en la educación online la adaptabilidad de cada una de las necesidades de los usuarios, dichas necesidades dentro de los videos accesibles pueden ser solo audio, como también la necesidad que un video proporcione un subtítulo adecuado. El W3C plantea la necesidad de crear una "capa semántica" basada en sistemas de metadatos entendibles por las máquinas y que sirva para describir el Web. Los objetos de aprendizaje dentro de la web semántica, implica ciertas tendencias de desarrollo que se centran en el área de educación, como son la informática, el diseño instruccional y los sistemas de bibliotecas. Dentro de la web semántica las tecnologías Unicode [11] y URIs [12] son indispensables para identificar los recursos web. La familia de tecnologías XML (eXtensible Markup Language) [13] se utiliza para presentar, manipular y transmitir documentos y datos estructurados.

## **2.4 Plataforma Moodle**

La plataforma Moodle es un paquete de software diseñado para ayudar al profesor a crear fácilmente cursos en línea, debido a que proporciona bastante adaptabilidad para los usuarios esta herramienta se caracteriza por su facilidad de actualización y un diseño modular, características idóneas para esta propuesta. Sin embargo, la plataforma Moodle promueve una pedagogía constructivista social, es decir, actividades que facilitan la interacción, colaboración y cooperación, lo que hace que la gestión de los objetos de aprendizaje sea de mayor importancia ya que no basta con diseñar actividades, si no facilitar su desarrollo. Entre los objetivos que se quieren conseguir es el proporcionar un marcado semántico de los materiales educativos, cuya importancia sería el de ofrecer al estudiante contenidos didácticos dentro de un entorno educativo interactivo, para lo cual se cuenta con herramientas de evaluación de un objeto de aprendizaje reutilizable accesible, es así como se existe HEODAR [14] una herramienta que pretende evaluar los contenidos, dentro de esta propuesta es importante mencionarla debido a que la categoría pedagógica permite evaluar aspectos asociados al usuario y en la categoría didáctico-curricular se presentan criterios asociados a la significatividad lógica, es decir, si el Objeto de Aprendizaje es adecuado para los objetivos curriculares.

### 3 Metodología

La propuesta que se plantea se basa en un concepto de aprendizaje abierto y a distancia, en donde se expone un soporte lógico (software) que permite generar a partir de un mosaico de recursos de aprendizaje basados en la web, Nuevos Objetos de Aprendizaje Reutilizables (N.O.A.R) y Accesibles capaces de adaptarse a las exigencias de personas con diversidades funcionales, garantizando la personalización del aprendizaje. Dentro de la metodología para el desarrollo de este sistema, se han estructurado tres etapas que comprenden:

1. Segmentación y generación de estructuras a partir de imágenes en movimiento o Vídeos.
2. Compilación de nuevas estructuras al recurso original, en base a las diversidades funcionales.
3. Implementación de N.O.A.R sobre plataformas virtuales didácticas o MOOCS (Massive Open Online Course).

Existe una gran cantidad de recursos de aprendizaje a los cuales se los ha segmentado en dos grandes grupos, tenemos a los Recursos de Aprendizaje No basados en la Web, que pueden considerarse como los materiales de apoyo físicos (apuntes) y los Recursos de Aprendizaje basados en la Web, a los cuales se los atribuye texto, video, imagen, sonido, etc. (Fig.1). La lógica de funcionamiento de este sistema, está apoyada sobre un recurso basado en la Web que es Video. A raíz de este recurso se desarrolla un compilador inteligente que engloba a las 3 etapas que se describieron anteriormente. Este compilador es el encargado de generar un N.O.A.R Accesible, adaptado a las exigencias del usuario.

#### 3.1 Segmentación y generación de estructuras a partir de Video

La primera etapa que constituye este compilador es la Segmentación y generación de estructuras a partir de Video, en esta etapa se realizan 4 procesos que son:

**Audio y Video Splitter:** Partimos de un Video cargado en la Web al cual, mediante el uso de algoritmos y metodologías, se logra acceder a la estructura del subtítulo en formato texto y además los instantes de tiempo en que las oraciones dan forma al mismo. Esta información es almacenada en un Archivo de Texto plano para su posterior aplicación dentro del compilador.

**Analizador de Audio:** Debido a que el complemento CC de subtítulo presente en ciertos Videos cargados en la web (ser el caso de videos en YouTube), no es precisa al momento de expresar el contenido del Video, se opta por realizar un proceso de conversión del formato del Video original a un formato de Audio, con el fin de obtener un segundo texto plano mediante la conversión de audio el contenido del video.

**Análisis Léxico:** En esta fase se engloban los dos procesos anteriores partiendo de la siguiente lógica: A raíz del primer texto plano con el subtítulo y los minutos en los cuales es empleado este subtítulo, se aplican de manera uniforme con el segundo archivo de texto plano que de igual manera contiene la estructura del Video en formato texto, técnicas de ER (Expresiones Regulares) que permiten comparar el contenido de los dos archivos y generar gracias a estas técnicas y con la ayuda de un Diccionario de palabras, un archivo final el cual contiene en su estructura un buen léxico referente al

subtitulado y un respaldo de los instantes de tiempo en que este subtitulado es efectuado dentro del video.

Aplicación del módulo PLN (Procesamiento Lenguaje Natural): En esta etapa se define la síntesis del Video por medio de los archivos generados en los procesos anteriores, mediante este módulo de procesamiento de lenguaje, se logra apuntar a la idea o las ideas principal del video dependiendo la duración del mismo y de la temática. Al final se obtiene un complemento de la síntesis del video con los instantes de tiempo en donde es trata la idea, o las ideas principales del video.

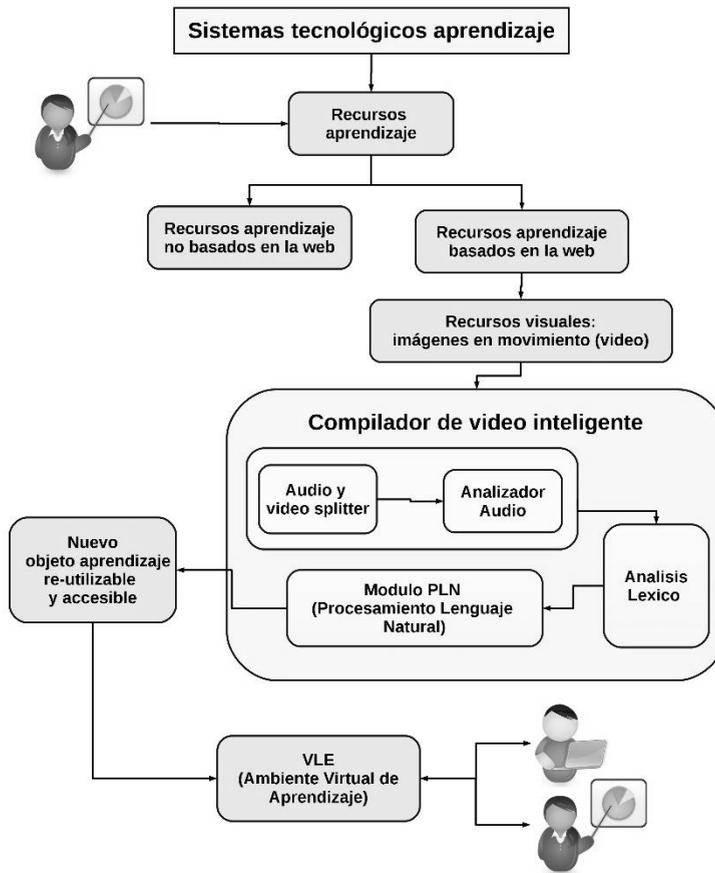
### **3.2 Compilación de nuevas estructuras al recurso original, en base a las diversidades funcionales**

La compilación consiste en adaptar el complemento generado en la etapa anterior, al recurso original (Video). En este proceso es indispensable conocer el perfil del usuario final, con el objetivo de adaptar este complemento a sus exigencias. Para garantizar una buena navegación dentro del video a una persona ya sea con o sin discapacidad se le presenta un N.O.A.R accesible siguiente este mecanismo: Al usuario final se presenta un Video con etiquetas de navegación (complemento) adaptadas al Video en los instantes previos al inicio del mismo, estas etiquetas contienen la o las síntesis de este recurso, de manera que si el usuario accede a estas etiquetas se le indicará la síntesis del video y los instantes de tiempo más relevantes.

Este complemento se adaptará en base al perfil del usuario es decir si una persona presenta un perfil relacionado con una Discapacidad Visual, las etiquetas se las presenta en un formato de Audio, de ser el caso que se presente un perfil relacionado a una Discapacidad Auditiva, las etiquetas o el complemento se lo presenta en formato Texto, si una usuario sin discapacidad desea acceder a este Video las etiquetas se las presentará en cualquiera de estos dos formatos, dependiendo de su requerimiento. Así el usuario final procederá a determinar si el Video es de su interés o simplemente acceder a los instantes de tiempo más relevantes.

### **3.3 Implementación de N.O.A.R sobre plataformas virtuales didácticas, MOOCS (Massive Open Online Course)**

La presencia de un tutor o de un guía dentro de la formación en plataformas virtuales es indispensable, ya que es el encargado de difundir los materiales necesarios dentro de estas plataformas (ejm. Moodle) al momento de impartir una cátedra, la función del tutor dentro de este sistema consiste en la decisión de adaptar o no su recurso de Video a las exigencias de sus alumnos, si de ser este el caso, el tutor es el encargado de seleccionar el material necesario y vincularlo con la herramienta o el sistema que se ha planteado, de esta manera obtendrá un recurso de Video Accesible y Reutilizable. A continuación, se plasma un esquema de contenido referente a la arquitectura detallada anteriormente del sistema y sus componentes claves para el desarrollo del mismo.



**Fig. 1.** Arquitectura del Sistema planteado compuesta por sus 3 etapas iniciales y los componentes que influyen en el desarrollo de estas, realizando énfasis en el motor del sistema que es el compilador de video inteligente.

## 4 Resultados alcanzados

Para lograr los resultados planteados en la Tabla 1, se tomaron como referencia tres criterios; Claridad y comprensión del subtítulo que proporciona la plataforma de Google sobre los Video en YouTube, Factibilidad que tiene un subtítulo en inglés frente a uno en español, Accesibilidad a estos Videos bajo sus plataformas de reproducción. Estos criterios fueron planteados en comparación con la lógica de la herramienta a desarrollar donde 5 personas con discapacidad Auditiva a las cuales se proyectó este sistema, mostraron una aceptación al mismo en comparación al contenido y subtítulo original.

**Tabla 1.** Comparación de Herramientas para Subtitulado Accesible.

|                      | Subtitulo YouTube | Texto a raíz de mp3 |
|----------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Entendible</b>    | 2                 | 4                   |
| <b>Coherente</b>     | 3                 | 5                   |
| <b>Síntesis</b>      | 2                 | 5                   |
| <b>Accesibilidad</b> | 1                 | 5                   |

Los resultados expuestos en la Tabla 2, se obtuvieron en base a 3 criterios, Calidad Soporte Vocal, Velocidad de Audio y comprensión, para lo cual 3 personas con deficiencia Visual, mostraron el nivel de aceptación de la reproducción del audio mp3, con el objetivo de tener referencia de las exigencias en cuanto a la reproducción de audio al momento de generar las etiquetas para el video.

**Tabla 2.** Nivel de aceptación en Calidad y reproducción de audio MP3.

| Enfoque                      | Archivo MP3 |
|------------------------------|-------------|
| <b>Calidad Soporte Vocal</b> | 2           |
| <b>Velocidad de Audio</b>    | 3           |
| <b>Comprensión</b>           | 1           |

## 5 Conclusiones

Centrarnos en las personas con discapacidad es abrir un abanico diverso de estudios, esfuerzos, percepciones y búsqueda de soluciones. Son varias las consideraciones a tener en cuenta para viabilizar o impedir el acceso de una persona con discapacidad a entornos virtuales. En muchos casos la expresión oral y/o hablada genera problemas en el entendimiento del entorno. Un elemento auditivo multimedia con larga duración, podría bajar el interés y carecer de importancia. El uso constante de términos poco empleados al igual que la sintaxis compleja o larga, limita la posibilidad de entendimiento. Es necesario el desarrollo de herramientas que ramifiquen alternativas de acceso a recursos educativos, fortaleciendo su accesibilidad y diseño universal.

## 6 Trabajo futuro

Actualmente no se cuenta con herramientas capaces de adaptarse de forma dinámica a los requerimientos de diversos grupos de usuarios con distintos tipos de discapacidad. Por ello, consideramos de gran interés desarrollar las siguientes líneas como trabajo futuro:

- Diseñar e implementar una base de conocimiento sustentada en ontologías que permita establecer los perfiles y preferencias tanto genéricas como específicas de usuarios de plataformas educativas.
- Desarrollar de una taxonomía semántica para organizar los contenidos de los diferentes cursos de forma automática, a fin de adaptar los formatos de presentación de dichos cursos de acuerdo a las preferencias y requerimientos de los usuarios.
- Desarrollar un módulo inteligente de sugerencias de contenidos educativos y académicos para estudiantes con preferencias, necesidades y perfiles similares.

## 7 Referencias

1. Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social., Real DecretoU.S.C. (2013).
2. Banco Mundial. (2015). Discapacidad: Panorama general. Retrieved 10, 2016, from <http://www.bancomundial.org/es/topic/disability/overview>
3. ONU. (2006). The secretariat for the convention on the rights of persons with disabilities (SCRPD). Retrieved from <http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-e.pdf>
4. Amador, C. E. V., Rodríguez, F. Á, González, L. G., Sicilia, M., Tavarez, M. M., & Arteaga, J. M. (2011). Una experiencia en el desarrollo masivo de objetos de aprendizaje empleando parámetros de calidad y un proceso de gestión bien definido. *Ieee-Rita*, 6(4), 155-163
5. Castro, M. V. d., Bissaco, M., Panccioni, B. M., Rodrigues, S. C. M., & Domingues, A. M. (2014). Effect of a virtual environment on the development of mathematical skills in children with dyscalculia. *PLoS ONE*, 9(7), e103354. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0103354>
6. M. Callejas Cuervo, E. J. Hernández Niño y J. N. Pinzón Villamil, «Objetos de aprendizaje, un estado del arte.» *Entramado*, vol. 7, n° 1, 2011.
7. Bloehdorn, S. et al: Semantic Annotation of Images and Videos for Multimedia Analysis. *Proceedings of the 2nd European Semantic Web Conference (2005)*
8. A. Casali, V. Gerling, C. Deco y C. Bender, «Sistema Inteligente para la recomendacion de objetos de aprendizaje.» Santa Fe, Argentina, 2011.
9. X. Ribes, «La web 2.0. El valor de los metadatos y la inteligencia colectiva.» *Telos: cuadernos de comunicación, tecnología y sociedad*, n° 73, 2007.
10. W3C, «OWL Web Ontology Language, » W3C Working Draft, 2012.
11. Bird, Steven. «NLTK: the natural language toolkit. » *Proceedings of the COLING/ACL on Interactive presentation sessions. Association for Computational Linguistics*, 2006.
12. Stolcke, Andreas. «SRILM-un conjunto de herramientas de modelado lenguaje extensible.» *Interspeech*. Vol. 2002. 2002.
13. Ogren, Philip V., Philipp G. Wetzler, and Steven Bethard. «ClearTK: A UIMA toolkit for statistical natural language processing. » *Towards Enhanced Interoperability for Large HLT Systems: UIMA for NLP 32 (2008)*.
14. Melnik, S.; Decker, S.A. *Layered Approach to Information Modeling and Interoperability on the Web*. Stanford University, 4 de septiembre de 2000.

# Pautas para la Mejora en el Acceso y Análisis en un Big Data

Gladys-Alicia Tenesaca-Luna, Ma. Carmen Cabrera-Loayza, René Elizalde,  
María-Belén Mora-Arcniegas & Veronica Segarra-Faggioni

Universidad Técnica Particular de Loja, UTPL  
Departamento de Ciencias de la Computación y Electrónica  
Sección de Tecnología Avanzadas y SBC.

Loja, Ecuador

{gtenesaca, mccabrerax, rrelizalde, mbmora, vasesgarra }@utpl.edu.ec

**Abstract.** El presente artículo realiza un análisis a los términos relacionados a “Big Data” y presenta un enfoque del análisis de Big Data Accesibles para todos los usuarios en la que, empresas generadoras de grandes volúmenes de datos comparten información que requieren ciertos niveles y buenas prácticas para poder cumplir con las características de “4Vs” Velocidad, Volumen, Variabilidad y Veracidad, en la que buscan alcanzar todo su potencial en poder extraer de los datos información oportuna que permita proporcionar conocimiento valioso para el negocio. La analítica de los datos determina cumplir con un proceso para obtener los resultados deseados, sin embargo, los datos gestionados por las empresas son ahora cada vez más grandes y variados que resulta imposible tratarlos con los sistemas tradicionales y es necesario tener un conjunto de prácticas que facilite el trabajo del análisis de los mismos.

**Palabras claves:** Big Data, Datos Accesibles, Clustering, Análisis de Big Data

## 1 Introducción

Desde el inicio de los tiempos la humanidad se ha enfrentado a la necesidad de entender y analizar todo lo que nos rodea, para ello ha hecho uso de diversas herramientas como archivadores, bibliotecas, bitácoras, colecciones de libros y en la actualidad un enorme volumen de datos informatizados almacenándose según le permita la tecnología de ese tiempo con la seguridad de que se necesitaría por consulta, evidencia o análisis a la información.

Hoy en día nos encontramos en la “Ola de información”, “Revolución Industrial de los datos” en la que ha surgido una nueva tecnología que para muchas personas, organizaciones ha tenido gran importancia, ya que se ha eliminado una limitación a la tecnología actual, dicho término se denomina **Big Data**, que hace referencia a los sistemas que procesan grandes conjuntos de datos, también denominados datasets, Big Data (“Ola de la información”) es la más utilizada por las empresas con nuevos

enfoques Big Data, se emplea hoy en día para describir el conjunto de procesos, tecnologías y modelos de negocio que están basados en datos y en capturar el valor que los propios datos encierran [1].

Es por ello, en el presente trabajo se deduce que Big Data es una tecnología de apoyo a la sociedad digital en la surge la necesidad de realizar un análisis de Big Data en base a mejores prácticas basados en algoritmos y herramientas tecnológicas que apoyan al conocimiento y necesidades del cliente y dar de esta forma una ventaja competitivas a las empresas.

## **2 Estado del Arte**

### **2.1 Big Data**

Los datos masivos o Big Data (término en inglés) se refiere a grandes volúmenes de datos, los cuales no pueden ser procesados con facilidad a través de herramientas y técnicas tradicionales [2]. Sin embargo, [3] señala que Big Data no se caracteriza por la gran cantidad de datos sino por la capacidad para ser analizados.

Se debe mencionar que Big Data corresponde al crecimiento exponencial de la velocidad, volumen, y variedad de los datos. [4] indica que resulta imposible tratar un Big Data con las herramientas de bases de datos y analíticas convencionales. Finalmente, los datos masivos permiten a las organizaciones recopilar, almacenar, gestionar grandes cantidades datos (volumen), los cuales provienen de diversas fuentes (variedad), y son analizados en tiempo real (velocidad) con la finalidad de que la empresa tenga mayor ventaja ante sus competidores.

### **2.2. Accesibilidad**

La accesibilidad se refiere a la condición que debe cumplir los contenidos digitales para que sean perceptibles, comprensibles y utilizables por cualquier persona, independientemente de si tiene o no algún tipo de discapacidad [5].

La accesibilidad en Big Data es una prioridad, ya que el éxito en la gestión de grandes volúmenes de datos depende de ella, además para el análisis de la información es necesario tener fácil acceso a los datos [6], es decir, la accesibilidad corresponde a la habilidad para acceder y combinar datos no estructurados o semi-estructurados, y así poder conseguir mejoras en el análisis y rendimiento de la información.

En el trabajo de [6] se hace mención que las técnicas de Big Data deberían estimular el desarrollo de herramientas y algoritmos que permitan que la estructura de datos sea escalable, accesible y sostenible con el fin entender mejor la interacción entre los procesos.

### **2.3. Usuarios que utilizan Big Data**

El uso de Big Data se encuentra en diferentes áreas como en la industria, salud, telecomunicaciones, finanzas, entre otros. En el ámbito de las redes sociales tenemos por ejemplo Facebook, Twitter; por lo tanto, los usuarios de Big data son varios.

En el trabajo de [7] se menciona que empresas líderes como Microsoft, Apple, Facebook, Google están ofreciendo diversas aplicaciones para ayudar a los gobiernos, organizaciones y empresas a almacenar sus datos en la nube y reducir su mantenimientos actuales [3].

## **3 Análisis de un Big Data para ser Accesible**

Realizar un correcto análisis de los datos requiere de un conjunto de herramientas que permitan explotarlos al máximo, de tal manera que genere mejoras en cuanto a la fiabilidad, adaptabilidad, accesibilidad, integridad, exactitud, entre otros aspectos importantes del negocio [8]. Actualmente la evolución de la tecnología da soporte a las empresas para que puedan obtener un análisis de sus datos generando una ventaja competitiva en la gestión de sus procesos y recursos.

El objetivo principal de implementar técnicas de análisis de Big Data en las empresas está enfocado directamente en el cliente, en poder mejorar su experiencia y obtener una mayor comprensión de las preferencias y el comportamiento de los mismos [9].

### **3.1 Herramientas de accesibilidad en Big Data**

En la actualidad existen grupos de desarrollo a nivel de investigación de universidades públicas y privadas dedicadas a la manipulación de información, esto ha captado la atención de muchas empresas que miran en la información un valor enorme. Según [10] los grupos de investigación en el pasado tenían que realizar operaciones (guardar y manipular) en supercomputadoras que residían en las redes internas de las universidades; este contexto podía traer grandes problemas. Ante este problema empresas como Google o Amazon han tomado la posta en la creación de servicios en la nube (Cloud Computing).

Como se mencionó anteriormente, la empresa Amazon (<https://aws.amazon.com/es/>), ofrece diversas soluciones, todas enfocadas a mantener datos disponibles; pero el servicio más allá, la empresa gana más terreno en el almacenamiento, brindando servicios adicionales como: análisis de información, servicios móviles e internet de las cosas.

Por otro lado existe servicios que brinda Google (<https://cloud.google.com/>); tomando como base el conjunto de herramientas que tiene la empresa, trata de atraer clientes para almacenar sus datos, de igual manera ofrece servicios adicionales como

procesamiento por lotes (CLOUD DATAFLOW), uso de librerías Hadoop o Spark (CLOUD DATAPROC), BigQuery (Cloud Data Warehouse).

Pero es importante según [11], analizar que el fin de Big Data no solo es la administración confiable de datos, si no más bien tomar como punto de partida para crear un sin número de aplicaciones a todos nivel: social, educacional, médico.

### **3. 2 Soluciones algorítmicas para hacer un Big Data Accesible**

Al hablar de Big Data no únicamente se hace referencia a la gran cantidad de datos que se puede almacenar, sino también a las técnicas, métodos y algoritmos que se requiere para procesar, analizar y tomar decisiones sobre la información recolectada.

Actualmente se utilizan métodos y algoritmos de Aprendizaje Automático y Minería de Datos que dependiendo de la naturaleza de los datos, éstos son usados en diferentes situaciones dentro de un Big Data [7], en el presente trabajo se mencionan los algoritmos más utilizados entre los cuales se encuentran: los algoritmos de Clustering como el k-means, C-means, Algoritmos Genéticos y algoritmos de MapReduce.

Los algoritmos de Clustering [12] tienen como objetivo principal clasificar los datos en grupos de tal manera que los objetos se agrupan en grupos similares de acuerdo a métricas específicas. Los algoritmos de Clustering se han convertido en una herramienta de meta-aprendizaje y una poderosa alternativa con exactitud para analizar grandes volúmenes de datos masivos generados por las aplicaciones modernas. En el marco del proceso general de agrupamiento los algoritmos de Clustering se pueden clasificar en algoritmos basados en [12]: Jerarquía, Particionado, Densidad, Rejillas y basado en modelos.

Para evaluar los algoritmo de Clustering en Big Data, Fahad en [12] presenta varios criterios específicos para evaluar las fortalezas y debilidades relativas de cada algoritmo con respecto a las propiedades tridimensionales de grandes volúmenes de datos, estos criterios son: volumen, velocidad y variedad. El criterio de volumen hace referencia a la capacidad que tiene un algoritmo para hacer frente a una gran cantidad de datos. Finalmente, el criterio de variedad hace referencia a la capacidad de un algoritmo de agrupamiento para manejar diferentes tipos de datos, ya sean éstos numéricos, categóricos, jerárquicos, entre otros.

Por otro lado, los algoritmos genéticos (GA en sus siglas en inglés) son un enfoque meta-heurístico que pueden ser combinados por otros métodos y crear una potente solución para acceder y analizar un Big Data. En general, los algoritmos genéticos son una técnica utilizada para generar parámetros, un algoritmo, un conjunto de símbolos, o instrucciones para resolver un problema mejor. Esto se logra a través de un proceso de entrenamiento iterativo, donde cada generación, o conjunto de algoritmos posibles, se prueba para determinar su rendimiento relativo [13].

Finalmente, otro de los algoritmos predominantes usados para el acceso y análisis de Big Data es MapReduce [14], este algoritmo se basa en la estructura {clave, valor}, además utiliza tres funciones, la función map para procesar bloques de información, función reduce que fusiona los resultados previos de acuerdo a su clave, y la función principal es ejecutada en una sola máquina principal mediante el MapReduce framework. MapReduce framework es un modelo de programación que permite un fácil desarrollo de aplicaciones paralelas escalables para procesar grandes volúmenes de datos en clústers de máquinas remotas. MapReduce de Google o su equivalente de código abierto Hadoop [15] es una poderosa herramienta para la construcción de este tipo de aplicaciones.

#### **4 Buenas prácticas para el análisis de un Big Data accesible**

Las empresas están destinando todo su potencial en poder extraer de los datos información oportuna que permita proporcionar conocimiento valioso para el negocio. La analítica de los datos determina cumplir con un proceso para obtener los resultados deseados, no obstante, los datos gestionados por las empresas son ahora cada vez más grandes y variados que resulta imposible tratarlos con los sistemas tradicionales y es necesario tener un conjunto de prácticas que facilite el trabajo del análisis de los mismos [9].

Este conjunto de prácticas son considerados como las mejores prácticas establecidas para hacer un correcto análisis del gran volumen de datos de las empresas, logrando aprovechar el valor de cada dato extraído. La aplicación de estas buenas prácticas llevará a poder ofrecer al cliente resultados enfocados en sus necesidades.

- Usar 10 a 100 TB o más aún de datos para el análisis, constituye una de las prácticas establecidas para realizar una analítica avanzada de datos enfocada a la dimensión de volumen de datos de Big Data. Esto proporcionará un amplio volumen de datos de los cuales se podrá extraer conocimiento claro del cliente y mejorar el nivel de accesibilidad a los servicios y beneficios empresariales [16].
- Definir una plataforma para realizar el análisis de grandes volúmenes de datos en las empresas. Las necesidades empresariales y tecnológicas son diversas lo que les lleva tener que seleccionar una plataforma adecuada evaluando diferentes opciones entre diseños, modelos y arquitecturas, sin embargo, evaluaciones previas muestran que las empresas buscan plataformas de análisis para grandes volúmenes de datos que permitan analizar una diversidad de datos y no solo un conjunto específico o pequeño de datos [16].
- Identificar los distintos tipos de datos de los Big Data que se analizan, es otra de las mejores prácticas establecidas. Una de las dimensiones de Big Data es la variedad de datos y se manifiesta por el análisis de el creciente número de tipos de datos que están siendo gestionados y analizados [16]. Analizar este tipo de datos no estructurados sigue siendo un reto para las empresas hoy en día [9].

- Actualizar el análisis de datos frecuentemente, es una práctica relacionada con la velocidad de datos de Big Data. La velocidad hace referencia a como se crean, procesan y analizan los datos, la misma que permanentemente esta en continuo aumento debido al movimiento de información.
- Las empresas actuales requieren de plataformas que soporten capacidades modernas para el análisis en tiempo real de los datos, por lo que esta buena práctica se vuelve esencial al momento de mantener actualizados los procesos empresariales [16].

#### **4.1 Tendencias de Accesibilidad**

En el artículo “Big Data Analytics” [16] destaca el constante crecimiento de la analítica de datos y menciona cuatro posibles grupos de opciones sobre la base de combinaciones de tendencias que pueden surgir.

- Grupo 1- Fuerte potencial y compromiso de crecimiento: las opciones que tienen una mayor probabilidad de crecimiento son aquellas que tienen un alto compromiso empresarial. Este grupo destaca como tendencias: el análisis avanzado de datos, la visualización, el análisis en tiempo real, bases de datos en memoria y el análisis de datos no estructurados.
- Grupo 2 – Moderado crecimiento y buen potencial de crecimiento: el segundo grupo enfocado directamente en los diferentes tipos de plataformas para el análisis de datos, determinan el empleo de plataformas con mayor capacidad de análisis en volúmenes de datos grandes y con buen potencial.
- Grupo 3 – Débil compromiso y un buen crecimiento: existe un compromiso débil debido a que son relativamente nuevos, sin embargo, el crecimiento potencial de las empresas es bueno. Hay un alto interés en el uso de sistemas de archivos distribuidos y analítica distribuida, empleando herramientas como Hadoop, MapReduce e incluso SQL que es empleado por los usuarios para realizar análisis de datos.
- Grupo 4 – Fuerte compromiso o disminución del crecimiento: incluye opciones esenciales de mercados para el análisis de datos, como el uso de herramientas OLAP, SQL y DBMS construidos para OLTP, estas son las tendencias usadas para el almacenamiento y análisis de datos.

### **5 Empresas que se pueden orientar a Big Data Accesible**

Big Data es usada por las empresas con diversos objetivos como: i) Identificar patrones y tendencias, ii) Predecir escenarios económicos, iii) Prevención del delito y iv) Pronosticar ventas, entre otros[17].

## 5.1 Información Sensible

Los entornos de procesamiento Big Data frecuentemente manejan grandes cantidades de información personal de usuarios. Los servicios de Internet como Google, Facebook, Twitter, Apple o Microsoft, tienen capacidad de recopilar información acerca de un usuario acerca de las búsquedas realizadas, las relaciones de amistad que mantiene, los mensajes intercambiados, la ubicación geográfica, la información almacenada en la nube, etc. Es decir, es información de carácter sensible ya que se refiere a actividades diarias realizadas por una persona [1].

## 5.2 Fuentes de datos gratuitas de Big Data.

En la siguiente lista se muestran las empresas que comparten gran cantidad de datos a los usuarios[18].

- Fuentes de datos gratuitas de Amazon: A través de Amazon Web Services podemos acceder a varios data sets para su uso gratuito. Eso a cambio del alojamiento gratuito de estos data sets de datos los usuarios si están obligados a pagar por el uso realizado de la capacidad de computación y calculo usada.
- Facebook Graph API: Permite el acceso a una gran cantidad de información sobre lo que comparten sus usuarios en la red social a través de de la API de Facebook Graph y que puede ser utilizada para analizar el compartimiento de sus usuarios.
- Compilación de datos de Gapmainder: Puedes revisar las visualizaciones que ya han elaborado de cada uno de los Data Sets que ponen a disposición del público.
- DBpedia o los datos extraídos de la Wikipedia: Wikipedia está formado por millones de datos, estructurados y desestructurados sobre cualquier tema del que se tenga constancia en el mundo.

## 6 Conclusiones

Las empresas consideran que el análisis de Big Data mejora la capacidad de conocimiento y predicción del comportamiento y preferencias del cliente, lo que da un valor agregado a la empresa para poder predecir las mejoras posibles en sus procesos y servicios. La analítica de Big Data constituye el pilar fundamental para las empresas, por lo que requiere de un conjunto de pasos que guíe y norme su aplicación, por lo cual las empresas deben basar su trabajo en las mejores prácticas para el análisis de Big Data.

El manejo de grandes volúmenes de información (Big Data) en la actualidad, lleva consigo una responsabilidad importante, es por eso que universidades y grupos de investigación han puesto su mirada en soluciones confiables y accesibles en todo momento, usando servicios en la nube; además de forma transparente se tiene acceso

a servicios y librerías adicionales que brinda grandes empresas; permiten crear mejores condiciones de análisis de información.

Además, en el presente trabajo se hace referencia a los principales algoritmos que son utilizados para el acceso y análisis de un Big Data, con especial atención que algoritmos deben ayudar a la clasificación, agrupamiento y reducción de grandes volúmenes de datos, como resultado de esta sección se resalta la gran evolución que ha tenido el uso del algoritmo de MapReduce utilizando frameworks como Apache Hadoop para dar solución a los problemas que se presentan en el tratamiento de la información dentro de un Big Data en la que actualmente los usuarios acceden y utilizan la información.

## Referencias

1. F. García, “Seguridad y Privacidad en Big Data.”
2. B. M. Purcell, “The emergence of ‘big data’ technology and analytics,” *J. Technol. Res.*, 2013.
3. B. Marr, *Big Data*. New Delhi, India, 2015.
4. E. Dans, “Big Data: una pequeña introducción,” 2011.
5. L. G. Ben Caldwell, Michael Cooper, “Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0,” 2009.
6. C. L. Philip Chen and C.-Y. Zhang, “Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data,” *Inf. Sci. (Nij.)*, vol. 275, pp. 314–347, Aug. 2014.
7. E. O. M. Ebadati and M. M. Tabrizi, “A Hybrid Clustering Technique to Improve Big Data Accessibility Based on Machine Learning Approaches,” 2016, pp. 413–423.
8. S. Ji-fan Ren, S. Fosso Wamba, S. Akter, R. Dubey, and S. J. Childe, “Modelling quality dynamics, business value and firm performance in a big data analytics environment,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 7543, no. March, pp. 1–16, 2016.
9. Schroeck Michael; Shockley Rebecca; Smart Janet., “Analytics: el uso de big data en el mundo real,” *IBM. Inf. Ejec.*, p. 22, 2012.
10. J. Torres, “Del cloud computing al big data. Vision introductoria para jóvenes emprendedores.” Barcelona: FUOC, 2012.
11. L. F. Tabares and J. F. Hernández, “Big Data Analytics: Oportunidades, Retos y Tendencias,” *Calí, Colomb.*, 2014.
12. A. Fahad, N. Alshatri, Z. Tari, A. Alamri, I. Khalil, A. Y. Zomaya, S. Foufou, and A. Bouras, “A Survey of Clustering Algorithms for Big Data : Taxonomy and Empirical Analysis,” *IEEE Trans. Emerg. Top. Comput.*, vol. 2, no. 3, pp. 267–279, 2014.
13. B. K. Tannahill and M. Jamshidi, “System of Systems and Big Data analytics – Bridging the gap,” *Comput. Electr. Eng.*, vol. 40, no. 1, pp. 2–15, 2014.
14. K. Shim, “MapReduce Algorithms for Big Data Analysis,” in *Databases in Networked Information Systems: 8th International Workshop, DNIS 2013, Aizu-Wakamatsu, Japan, March 25-27, 2013. Proceedings*, A. Madaan, S. Kikuchi, and S. Bhalla, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp. 44–48.
15. M. Bhandarkar, “MapReduce programming with apache Hadoop.”
16. P. Russom, “BIG DATA ANALYTICS,” 2011.
17. B. L. Goldman, “El Big Data y la Analítica de Negocios en el capitalismo,” 2015.
18. F. Brossard, “7 Fuentes de datos gratuitas para el Big Data Analytics que todo el mundo debería conocer,” 2016.

# Sistema de Aprendizaje Mediante Estimulación Sensorial para Niños con Parálisis Cerebral

Diego Chiluisa<sup>1</sup> y Fernando Ortega<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería de Sistemas

E.T.S. Ingeniería de Sistemas

Universidad Politécnica Salesiana (UPS)

Turuhuayco 3-69

Cuenca (Ecuador)

Tfno.: (+593) 72862213

Email: [dchiluisac@est.ups.edu.ec](mailto:dchiluisac@est.ups.edu.ec), [fortegab2@est.ups.edu.ec](mailto:fortegab2@est.ups.edu.ec)

**Resumen.** El artículo presenta la información relevante para el proceso de investigación y desarrollo que se siguió para diseñar un sistema que, usado en conjunto con un aula multisensorial, permite a los terapeutas del Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay(IPCA) el desarrollo de aprendizajes, relación de necesidades básicas y evaluación para la estimulación de niños con discapacidad y contribuya con el proceso educativo y de inclusión de los niños en la sociedad mediante juegos que incentiven la participación de los niños y el reconocimiento de objetos, animales y plantas. En este proceso se contó con la colaboración tanto de los terapeutas como de la directiva del IPCA para determinar las características y funciones que poseerá el dispositivo, además de brindarnos las facilidades y recursos necesarios para una operación óptima del sistema.

**Palabras clave:** Inclusión, Reconocimiento, Sensorial, Sistema, Panel, Arduino, JavaScript, RealTime, sockets, IPCA

## 1. Introducción

La parálisis cerebral es un síndrome originado en la neurona motora superior del Sistema Nervioso Central, causando parálisis motora y trastornos como la encefalopatía [1] [2], por lo que es considerada “un grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura, causantes de limitación de la actividad, que son atribuidos a una agresión no progresiva sobre un cerebro en desarrollo, en la época fetal o primeros años” [3].Las limitaciones mencionadas convierten a los niños en “individuos dependientes que requieren de cuidados de larga duración por parte de la familia y el equipo de salud” [4]. A pesar de esta situación, la condición cognitiva de los niños puede mejorar, en cierta medida, con el paso del tiempo y el empleo de diversos tratamientos e intervenciones [5].

El IPCA es un instituto de ayuda social que se dedica al tratamiento, cuidado y educación de niños con diversos tipos de discapacidad, el cual se encuentra

atendiendo actualmente alrededor de 45 niños con discapacidad y que se encuentran entre los 3 y doce años de edad. Como se ha mencionado anteriormente el trabajo con niños con parálisis se ve obstaculizado por las limitaciones características de la parálisis; para superar tales complicaciones los terapeutas recurren a diversas técnicas y herramientas en el proceso de aprendizaje, los cuales van relacionándose con los recursos tecnológicos en mayor medida conforme avanza el tiempo, ejemplo de ello tenemos el aula de computación en la que se emplea recursos multimedia, o el comunicador de necesidades básicas que facilita la interacción niño-guardián. Debido a esta situación se tomó la decisión de diseñar y desarrollar un sistema que facilite a los terapeutas la enseñanza a niños con discapacidad, mediante la utilización de estímulos multisensoriales que permitan al niño reconocer y relacionar distintos objetos o temas, además permitirá que los terapeutas tengan una mejor alternativa para percibir las necesidades de los niños que en muchos de los casos estos suelen ser muy reservados en cuanto a sus necesidades. Para que el sistema pueda alcanzar dicho objetivo, contará con un panel que se utilizará a manera de juego, que en conjunto con una presentación audiovisual llamará la atención del niño, además de una aplicación híbrida que permitirá al terapeuta controlar los temas con los que trabajar, evaluar los conocimientos que ha adquirido y analizar el progreso realizado para considerar la posibilidad de una futura inclusión al sistema educativo estándar.

La presentación estimulará el sentido visual mediante el empleo de imágenes o videos, el sentido del oído será estimulado con el audio del video o sonidos relacionados con las imágenes; además se considera la posibilidad de enlazar el sistema con otros sistemas en un aula multisensorial para incluir cambios en el entorno en la experiencia del niño, también se considera la utilización de diversas clases de materiales en el diseño de los botones para poder estimular el sentido del tacto de los niños.

## **2. Arquitectura**

### **2.1 Arquitectura hardware**

Para la construcción del panel hemos utilizado la plataforma arduino, un sistema embebido de código abierto, hardware y software extensibles y de bajo coste, que la hacen la opción más práctica y sencilla para la construcción del circuito. Arduino incluye todos los componentes básicos que requiere un microcontrolador, permitiéndole así al panel percibir y ejercer control sobre el mundo en concreto.

La placa utilizada es el Arduino MEGA 2560, esta se encuentra situada en el interior del panel junto con los siguientes componentes:

- Wifi ESP8266
- Botones capacitivos
- Leds indicadores
- Batería de alimentación

Los usuarios podrán interactuar con el panel a través de los dispositivos:

- Botones capacitivos: sensores que se basan en el efecto de la capacidad eléctrica sobre un circuito, la cual actúa como una batería que almacena tensión, por lo

que influirá en nuestro circuito. Estos sensores siguen el principio de un condensador.

El panel se comunicara con el sistema central (servidor con la aplicación web) a través del dispositivo:

- Wifi ESP8266: es un módulo wifi serial con procesador de 32bits, diseñada para delegar con todas las funciones relacionadas con el modelo TCP/IP, capaz de crear puntos de acceso y unirse a ellos, en nuestro caso se utilizara como un cliente. El ESP8266 es el módulo wifi más económico en el mercado además de ser muy potente.

La arquitectura sería la siguiente:

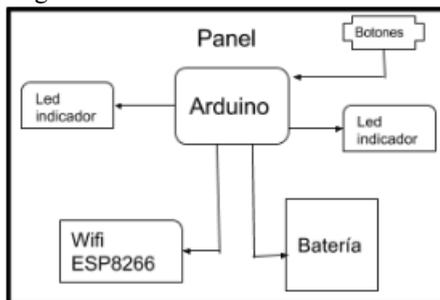


Ilustración 1: Arquitectura Hardware.

## 2.2 Arquitectura software

El software es la parte más importante del sistema ya que ésta será el cerebro o núcleo del sistema. El software consta de un servidor y una aplicación WEB “Backend” y “Frontend”, además de una base de datos.

- El lenguaje de programación usado para crear el software tanto en el servidor como en la aplicación WEB es JavaScript.
- La base de datos que se integra es MySQL

La comunicación de la aplicación WEB y el Arduino se da por:

### 2.2.1 Servidor:

Es una aplicación en ejecución, que está al servicio del panel y los diferentes dispositivos conectados a este, es decir que el servidor atenderá y responderá a las peticiones que le hagan tanto el panel como los dispositivos ya mencionados, además es el encargado de realizar el procesamiento de la lógica que utiliza el sistema. El servidor está construido con diferentes herramientas:

- **NodeJS:** es un entorno de ejecución asincrónica “dirigida por eventos” que se ejecuta sobre JavaScript, fue usada para la creación del servidor web y la implementación del “Real Time” junto con socket io.
- **Express:** Una infraestructura de aplicaciones web, características para aplicaciones web, usado para crear el servidor junto con NodeJS.

- **Socket.io:** Permite la comunicación bidireccional entre la aplicación y el panel ayudando a mantener la velocidad y fiabilidad requerida para el funcionamiento del sistema. Permite trabajar al sistema en “Tiempo Real”.

## 2.2.2 Aplicación Web

El núcleo de la aplicación está conformado por los lenguajes HTML5 y JavaScript ; la aplicación está pensada para que sea utilizada tanto en ordenadores como en dispositivos móviles por lo que se considera una aplicación híbrida, pudiendo ser cargada en un contenedor nativo de cada plataforma, el cual se va a abrir desde el navegador web.

Para el diseño, presentación, escalabilidad y facilidad de uso además de las animaciones fueron diseñadas por el lenguaje de estilos CSS.

La aplicación servirá para modificar la configuración del panel, las diferentes fases disponibles y servir para la presentación del contenido luego de interacción con el mismo.

También presentará, en conjunto con la base de datos del sistema, los registros de los niños, su actividad y su avance con el sistema.

## 2.2.3 Base de datos

MySQL es la base de datos que utiliza el sistema para registrar toda acción y actividad dentro de esta. Esta base de datos está encargada de registrar a los niños, la actividades que llevan a cabo, los tiempos en que realizan dichas actividades, errores cometidos y preguntas acertadas.

La base de datos contará con 4 tablas: Alumnos, Sesión, Preguntas y Panel que guardaran los datos referentes a la información del niño, información de la actividad, preguntas que se han realizado y la configuración del panel respectivamente.

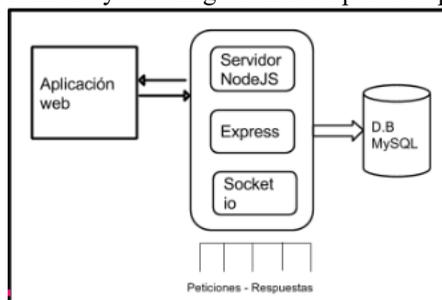


Ilustración 2: Arquitectura Software.

## 3. Funcionamiento

Al iniciar la aplicación se presenta una pantalla de inicio con información del sistema y la respectiva información de los creadores de la aplicación, así como la información

de contacto, desde la misma pantalla el terapeuta o profesor puede seleccionar el tipo de sesión que se va realizar con el niño, registrar un nuevo niño en la base de datos del sistema o revisar el progreso de los niños con los datos almacenados.

Una vez iniciada la aplicación se enciende el panel el cual automáticamente se conectara a la red previamente configurada y con ello al servidor que contiene la aplicación.

Será entonces cuando el terapeuta podrá elegir entre las distintas sesiones disponibles que presta la aplicación.

Las sesiones disponibles en el sistema son las siguientes:

- **Experimentación:** El niño es libre de emplear el panel como desee, permitiéndole acostumbrarse y experimentar con el mismo; no es necesario señalar qué niño se está empleando el panel.
- **Aprendizaje:** Ya es necesario registrar al niño, el cual usa el panel siguiendo las instrucciones del profesor. El cual ya tiene la posibilidad de asignar preguntas y marcar las respuestas correctas sobre el tema que se esté llevando, sin embargo dichas actividades no se registran aún en la base de datos. Ya que esta fase tiene como propósito el refuerzo en el aprendizaje y no será evaluada. Además cuando esta fase está activada en el modo presentación no solo mostrará los respectivos videos e información sobre las imágenes asignadas sino que se visualizará junto a este contenido imágenes que hagan entender al niño si está en lo correcto o incorrecto.
- **Evaluación:** Al igual que en la sesión anterior es necesario registrar al niño con el que se trabaja, en esta sesión el profesor indica al sistema considerar como correctos para evaluar los conocimientos del niño respecto al tema en cuestión. Terminada la evaluación, datos como la fecha de la sesión, el tema evaluado y el número de intentos realizados por el niño son almacenados en la base de datos del servidor para su posterior análisis.

En las tres sesiones el terapeuta es capaz de vincular los 16 botones del panel a cualquier imagen u objeto de la aplicación, es decir que si se trabaja con colores el terapeuta podrá asignar a cada botón un color específico.

Una vez seleccionada la sesión, de ser necesario, se selecciona el niño con el que se va trabajar y se escoge las imágenes referentes al tema de estudio.

Ya preparada la sesión el niño puede interactuar con el sistema desde el panel presionando los botones ubicados en el mismo.



Ilustración 3: Panel.

Esto mostrará la pantalla de presentación con el video correspondiente al botón pulsado.

La pantalla de estadísticas permite al profesor analizar el progreso de los niños gracias a los datos almacenados en la sesión de evaluación.

A continuación podemos observar las diferentes pantallas que conforman el aspecto gráfico del sistema:

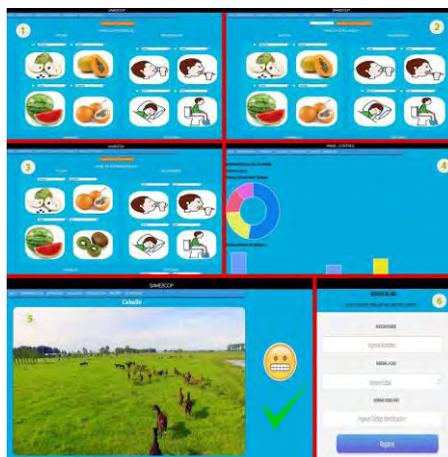


Ilustración 4: Pantallas del Sistema.

## 4. Desarrollo

Para el diseño y desarrollo del proyecto era fundamental conocer las capacidades, limitaciones y necesidades, tanto de niños como de terapeutas, por lo que se realizó varias visitas al IPCA, en las que se pudo observar, entre otras cosas, la interacción entre los pacientes y los terapeutas, el empleo de las herramientas con las que cuenta el IPCA y el comportamiento de los niños durante las clases.

Estas observaciones se complementaron con entrevistas a los terapeutas y directivos del instituto, a partir de las cuales se pudo determinar las características y funciones con las que contará el sistema, que fueron implementadas teniendo en cuenta en cuenta los siguientes aspectos:

- Los botones deben de ser lo suficientemente grandes como para que los niños los presionen tranquilamente.
- El espacio entre cada botón debe asegurar que los niños no presionen varios botones al mismo tiempo.
- El panel debe poder ser usado en diferentes posiciones para que se adapte a la edad y necesidad de los niños.
- Los niños no deben de ser capaces de mover libremente el panel para reducir el riesgo de lesiones.
- Los terapeutas deben ser capaces de mover y guardar el panel sin problemas.

El prototipo se diseña con madera y cartón prensado, obteniendo un peso que permite a los terapeutas mover el dispositivo con facilidad, pero impide que los niños puedan hacer lo mismo, reduciendo la posibilidad de que se lesionen con el mismo; se emplea aluminio en los botones por su capacidad para conducir la corriente, así como la

facilidad al manejarlo, y las imágenes se imprimen en acetato. El prototipo obtenido es el siguiente:



Ilustración 5: Prototipo.

### 5.1 Hardware de control del usuario

Ya que los botones son capacitivos, cuando el usuario toque con su cuerpo uno de los botones, se producirá un cambio en el sensor el cual será captado y medido por el arduino para posteriormente determinar la sensibilidad de este. Gracias a que podemos configurar la sensibilidad del sensor podemos utilizar diferentes materiales sobre este y seguir captando la interacción del usuario con el botón.

Cuando el dispositivo se encienda se conectara a una red o punto de acceso previamente configurado, una vez dentro de esta red este dispositivo permitirá la comunicación entre los dispositivos que se encuentren en la misma red con el arduino. Los leds servirán para indicar si el dispositivo está encendido y conectado a la red.

### 5.2 Sistemas de control (Aplicación)

Para la elaboración de la aplicación se tuvo en cuenta el hecho de que debía funcionar en todo tipo de dispositivos, la escalabilidad y disponibilidad de esta. Además un factor importante era el de desarrollarla de una manera que consumiera pocos recursos y procesamiento de los dispositivos para así ser utilizado tantos en dispositivos de gama alta como en los de gama baja

## 5. Conclusiones

Durante las pruebas que se realizaron con niños con parálisis cerebral el dispositivo logró captar la atención de los niños, los cuales fueron capaces de usar el panel sin mayor problema, con lo que se pudo observar que el sistema en general funciona de forma correcta, pero es necesario revisar algunos detalles en el diseño del panel tales como el tamaño de los botones y del panel, así como la forma del mismo.

También se ha observado la capacidad de aprovechar la conectividad del sistema para incluir modalidades de trabajo grupal usando las computadoras existentes en el instituto, así como un trackpad para incrementar las posibilidades del sistema.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente podemos concluir que el proyecto ha sido concluido de forma exitosa, dando como resultado un sistema funcional útil en el tratamiento y educación de niños con parálisis cerebral infantil, que posee la capacidad de seguir creciendo y adaptándose a las necesidades tanto de niños como terapeutas.

## 6. Agradecimientos

Ha sido posible la realización de este proyecto gracias al apoyo y disposición del personal del Instituto de Parálisis Cerebral del Azuay, que nos recibieron en cada ocasión en la que acudimos con dudas respecto al rumbo que debíamos tomar con nuestro proyecto.

También es adecuado agradecer a la Ing. Paola Ingavelez por las indicaciones que nos ha dado respecto a los aspectos que eran necesarios considerar a la hora de diseñar el sistema.

## 7. Referencias

- [1] S. Gómez López, V. H. Jaimes, Palencia Gutierrez, C. M. Palencia Gutierrez, A. Guerrero y M. Hernández, «Parálisis Cerebral Infantil,» Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría, pp. 30 - 39, (2013).
- [2] C. C. Vázquez Vela y C. A. Vidal Ruiz, «Parálisis Cerebral Infantil: definición y clasificación a través de la historia,» Ortopedia Pediátrica, pp. 6 - 10, (2014).
- [3] P. P. Argüelles, «Parálisis Cerebral Infantil,» Protocolos Diagnóstico terapéuticos de la AEP: Neurología Pediátrica, pp. 271 - 277, (2008).
- [4] C. R. Martínez López, B. Ramos del Rio, M. T. Robles Rendón, L. Martínez González y C. G. Figueroa López, «Carga y Dependencia en cuidadores primarios informales de pacientes con parálisis infantil severa,» Psicología y Salud, pp. 275 - 282, (2012).
- [5] E. Moraleda, M. J. Romero y M. J. Cayetano, «La parálisis cerebral como una condición dinámica del cerebro: un estudio secuencial del desarrollo de niños hasta los 6 años de edad,» Universitas Psychologica, pp. 119 - 127, (2013).

# Implementación de una aplicación de realidad aumentada en recursos educativos

Diego P. Morocho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ciencias de la Computación  
Universidad Técnica Particular de Loja  
E-mail: dpmorocho@utpl.edu.ec

Audrey Romero P.<sup>2</sup>, Juan Carlos Morocho<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad Técnica Particular de Loja  
E-mail: {aeromero2, jcmorocho}@utpl.edu.ec

**Resumen.** En este trabajo se presenta la implementación de una aplicación móvil con la tecnología de realidad aumentada en recursos académicos como medio para potenciar el aprendizaje. Esta tecnología, que ha surgido gracias a la evolución vertiginosa de los dispositivos móviles, y que específicamente en un ámbito educativo permite incrementar la interacción entre el estudiante y los recursos educativos como apoyo en el aprendizaje, incluso en materias poco atractivas o de alta complejidad, así como también favorece las acciones inclusivas en personas con necesidades especiales. La aplicación se ha implementado usando las herramientas Unity 3D y Vuforia SDK que han facilitado su desarrollo.

**Palabras clave:** Realidad Aumentada, Aplicaciones Móviles, Recursos Educativos, Unity 3D, Vuforia SDK.

## 1 Introducción

La formación académica se ha visto favorecida con los avances tecnológicos de las últimas décadas debido a que muchas instituciones educativas poseen la infraestructura tecnológica, que ha cambiado de la tradicional pizarra a funciones ejecutadas mediante un computador[1]. Así también, los dispositivos digitales, y específicamente los dispositivos inteligentes, cada vez más cuentan con mayores prestaciones, menores dimensiones y adoptan nuevas tecnologías de interconexión móvil, lo que hace que sean empleados en tareas de nuestra vida diaria ya sea en el trabajo, estudio u ocio.

El uso de la tecnología brinda un nuevo mundo de posibilidades en la educación ya que permite: acceso a información actualizada, interacción síncrona y asíncrona, diseño de innovadoras estrategias de enseñanza/aprendizaje, lo que enriquece dicho proceso.

La realidad aumentada (Augmented Reality AR por sus siglas en inglés) es una tecnología que consiste en agregar elementos virtuales en una escena real, combinando el entorno físico con el digital[2]. La realidad aumentada puede aprovecharse en el ámbito educativo junto con los recursos educativos para obtener una mejor comprensión de un tema en particular, ampliar la información de una manera interactiva, mejorar la interacción de los estudiantes que posean necesidades especiales.

En este trabajo se aborda en la sección 2 una breve presentación de la aplicabilidad de la realidad aumentada en el contexto educativo, la sección 3 ofrece la descripción de las consideraciones de diseño de la aplicación y la sección 4 contiene el detalle del uso de las herramientas Unity 3D y Vuforia SDK en el desarrollo de la aplicación requerida. A continuación, la sección 5 explica brevemente la validación de la aplicación y finalmente, la sección 6 contiene las conclusiones a las que se han llegado hasta el momento.

## **2 Aplicabilidad de realidad aumentada en el contexto educativo**

La tecnología de realidad aumentada funciona a través de la cámara de un dispositivo, necesita una imagen o “target” sobre el cual se mostrará el contenido digital que se especifique, pudiendo ser modelos 3D, audio, video o imágenes.

Algunas aplicaciones por ejemplo, permiten crear juegos interactivos a partir de libros para el aprendizaje en niños[3] usando dispositivos móviles, otras permiten aprender nuevos idiomas[4], demostrando que la aplicación de esta tecnología en un entorno académico eleva la motivación y concentración[5] por el aprendizaje.

Dentro del ámbito educativo, la realidad aumentada puede proporcionar grandes oportunidades en distintas áreas como la ciencia o la ingeniería, puesto que estas disciplinas conllevan en su currículum un enfoque práctico en el aula[6], adicionalmente, proporciona otro tipo de destrezas como el pensamiento crítico, la colaboración, el intercambio de información o el análisis de sistemas complejos, que son en gran medida producto de convertir el aprendizaje en un juego, en un reto, en una aventura y un descubrimiento, facilitando la interacción entre los alumnos así como entre los alumnos y sus profesores.

## **3 Diseño de la aplicación**

El objetivo principal para diseñar la aplicación es motivar el interés del estudiante en un recurso educativo específico para complementar su aprendizaje.

Con base al objetivo propuesto se ha identificado como estrategia de trabajo: (1) seleccionar una temática específica, (2) determinar los recursos educativos base, (3) identificar las necesidades de interacción en los recursos, (4) implementar la aplica-

ción y (5) validación. A continuación, se presentan los pasos (1), (2) y (3), debido a que están relacionados directamente con el diseño de la aplicación.

(1) Seleccionar una temática específica

Se ha considerado como criterio de selección de la temática, que uno de los focos potenciales de la realidad aumentada está en materias poco atractivas o de alta complejidad. Por esta razón, se ha seleccionado un tema relacionado con la anatomía del cuerpo humano y un segundo tema sobre tecnologías de información.

(2) Determinar los recursos educativos base

Los recursos educativos en los que se basará para el desarrollo de la aplicación son ilustraciones contenidas en libros de texto, debido a que se requiere de una superficie para proyectar las imágenes en 3D.

(3) Identificar las necesidades de interacción de los recursos

Sobre las ilustraciones de los libros de texto se vinculan modelos 3D, videos, imágenes o audios, como recursos con el fin de profundizar en los contenidos de una forma interactiva.

## 4 Desarrollo de la aplicación

Las herramientas seleccionadas para el desarrollar la aplicación son Unity 3D y las librerías de realidad aumentada Vuforia SDK.

Unity 3D es un motor creación de aplicaciones (principalmente de juegos), multi-plataforma, y que fue desarrollado por la empresa Unity Technologies en 2005[6].

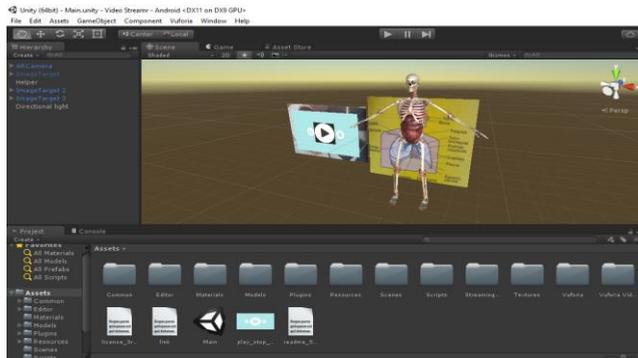
Unity 3D fue seleccionado para el desarrollo de esta aplicación, ya que posee una interfaz con herramientas fáciles de usar, integra una tienda de recursos para agregar según las necesidades del proyecto, usa como base el lenguaje C# para programar scripts[6] con lógicas que la aplicación requiera y puede exportar la aplicación a varias plataformas, ahorrando tiempo de desarrollo y codificación, además de ser compatible con algunas librerías de realidad aumentada. Además, es compatible con las librerías de realidad aumentada como Vuforia SDK, desarrollada por la empresa Qualcomm[7]. Vuforia posee un SDK y ofrece en su sitio Web[8] la posibilidad de crear las imágenes (target) y exportarlos en el formato requerido para el desarrollo en Unity 3D. Vuforia SDK posee soporte completo para rastreo de imágenes, a diferencia de otras librerías que solo permiten el rastreo de códigos QR u otras formas básicas. Esta característica la convierte a la librería en una herramienta relevante para el uso de cualquier recurso académico que contenga gráficos.

El proceso aplicado se resume brevemente a continuación:

1. Primero, se define la imagen(target) sobre el cual se va a mostrar el contenido en realidad aumentada, para este caso, se toma como ejemplo dos ilustracio-

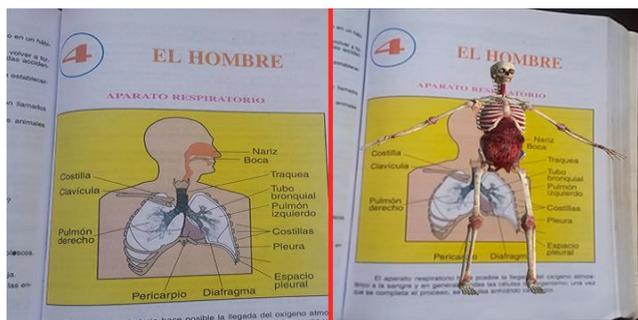
nes, de dos libros distintos, el primero del cuerpo humano y el segundo de temas relacionados a las tecnologías de la información.

2. Las imágenes definidas se cargan en la plataforma Vuforia que generan los archivos necesarios para el rastreo mediante la cámara del dispositivo móvil.
3. Dentro de Unity 3D, importamos estos archivos junto con el SDK de Vuforia y los recursos a usar, en este caso un modelo 3D del cuerpo humano y una URL de un video para reproducirlo vía streaming.
4. En el espacio de trabajo, se realizan los ajustes de escala y posición del modelo 3D y video en relación a la imagen definida (Fig. 1).



**Fig. 1.** Unity 3D: Ajuste de recursos para el rastreo y posicionamiento del contenido en realidad aumentada.

5. Se procede a exportar la aplicación para la plataforma deseada, Unity 3D ofrece soporte para una gran variedad de plataformas. Para este ejemplo se exporta para el sistema operativo móvil Android, generando el archivo con extensión apk el cual se instala en cualquier dispositivo Android. La Fig. 2 en la parte derecha muestra el modelo 3D del cuerpo humano definido para esa imagen, mientras que la Fig. 3 muestra la reproducción de un video en streaming desde un servidor el cual puede ser configurable, permitiendo la actualización del video.



**Fig. 2.** Realidad aumentada mostrando un modelo 3D sobre una ilustración de un libro.

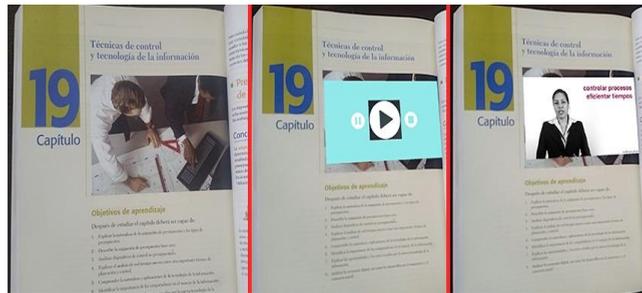


Fig. 3. Realidad aumentada mostrando un video sobre una ilustración de un libro.

## 5 Validación de la aplicación

La validación de la aplicación consiste en dos fases. La primera fase, que corresponde a realizar un control de calidad a la aplicación a fin de que no presenten errores al usuario (estudiante) de la aplicación cuando esté haciendo uso de la misma. La segunda fase, que consiste en verificar si la estrategia utilizada logra captar la atención del estudiante, y así se vea reflejado en obtener un refuerzo en su aprendizaje de un tema de estudio concreto.

Para efectos de este trabajo se ha completado la primera fase de la validación quedando pendiente comprobar el impacto en los estudiantes que utilicen esta aplicación.

## 6 Conclusiones

Aunque es prematuro conocer el impacto real de la aplicación de realidad aumentada, producto de este trabajo, esta tecnología seguramente irá madurando con el pasar del tiempo, y puede cambiar la manera en que los estudiantes asimilan los contenidos. Por otro lado, el diseño de los modelos en 3D es una actividad que tiene su grado de complejidad, ya que estos diseños deben adaptarse al tema que se está abordando. Al ser un trabajo en desarrollo, se puede a futuro medir el impacto de esta aplicación en un entorno educativo y estimar el grado de aceptación y aprendizaje logrados.

## Referencias

- [1] C. Chuanrong and T. Hengliang, “The Application of Digital Technology in Interior Design Education,” in *2016 Eighth International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA)*, 2016, pp. 688–691.
- [2] R. A. Roberto, V. Teichrieb, and P. S. Cavalcante, “Towards the development

- of guidelines for educational evaluation of augmented reality tools,” in *2016 IEEE Virtual Reality Workshop on K-12 Embodied Learning through Virtual & Augmented Reality (KELVAR)*, 2016, pp. 17–21.
- [3] A. Bhadra, J. Brown, H. Ke, C. Liu, E.-J. Shin, X. Wang, and A. Kobsa, “ABC3D -Using An Augmented Reality Mobile Game to Enhance Literacy in Early Childhood,” 2016.
- [4] N. Zainuddin and R. M. Idrus, “The use of augmented reality enhanced flashcards for arabic vocabulary acquisition,” in *2016 13th Learning and Technology Conference (L T)*, 2016, pp. 1–5.
- [5] M.-C. Hsieh, “Teachers’ and Students’ Perceptions toward Augmented Reality Materials,” in *2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, 2016, pp. 1180–1181.
- [6] N. Harshfield, D. Chang, and Rammohan, “A Unity 3D framework for algorithm animation,” in *2015 Computer Games: AI, Animation, Mobile, Multimedia, Educational and Serious Games (CGAMES)*, 2015, pp. 50–56.
- [7] A. B. Dos Santos, J. B. Dourado, and A. Bezerra, “ARToolkit and Qualcomm Vuforia: An Analytical Collation,” in *2016 XVIII Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, 2016, pp. 229–233.
- [8] Qualcomm, “Vuforia Developer Portal,” 2016. [Online]. Available: <https://developer.vuforia.com/>.

# Desarrollo de una herramienta de análisis automático de la accesibilidad web

Alejandro Mayol Carrión, Sergio Luján-Mora<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos  
Universidad de Alicante  
03690 San Vicente del Raspeig (Alicante)  
amc179@alu.ua.es, sergio.lujan@ua.es

**Resumen.** El desarrollo de sitios web accesibles se ha convertido en una obligación legal en muchos países. Las herramientas de análisis automático de la accesibilidad web se pueden emplear para verificar el cumplimiento de estas obligaciones legales. Sin embargo, el empleo de una única herramienta de análisis automático no es suficiente para verificar la accesibilidad web, ya que ninguna herramienta es lo suficientemente exhaustiva y precisa como para verificar todos los requisitos de accesibilidad que se emplean en la actualidad. En este artículo se explica el desarrollo de AccesTitan, una herramienta de análisis automático de la accesibilidad web. Su arquitectura y diseño modular facilitan su mejora y ampliación para incorporar nuevas pruebas de accesibilidad. Los resultados presentados en este trabajo se pueden emplear para desarrollar otras herramientas de análisis similares.

**Palabras clave:** Accesibilidad web, WCAG 2.0, W3C, PhantomJS.

## 1 Introducción

En la actualidad, es difícil concebir nuestras vidas sin el uso de Internet y en especial de la Web. La importancia de Internet es tan grande que incluso recientemente las Naciones Unidas adoptó una resolución [1] en la que reconocía la importancia de garantizar el acceso a Internet de todas las personas; condenaba de forma inequívoca las medidas cuyo objetivo sea impedir u obstaculizar el acceso o la divulgación de información en línea, vulnerando el derecho internacional de los derechos humanos; y alentaba a todos los países a adoptar medidas necesarias para garantizar que los sistemas y tecnologías de la información y las comunicaciones sean accesibles para las personas con discapacidad.

La Web ha alcanzado tanta importancia que en la actualidad existe mucha información y muchos servicios que sólo están disponibles en la Web. Debido a ello, muchos países han desarrollado leyes que exigen que ciertos sitios web sean accesibles para así garantizar el acceso de todas las personas, incluidas las personas con discapacidad.

La accesibilidad web implica un diseño de los sitios web que garantice que las personas con discapacidad “puedan percibir, entender, navegar e interactuar con la

Web, aportando a su vez contenidos” [2]. Para ayudar a lograr esta meta, el World Wide Web Consortium (W3C), el organismo internacional que desarrolla las principales normas que gobiernan el funcionamiento de la Web, a través de la Web Accessibility Initiative (WAI) [3], lleva 20 años desarrollando normas sobre la accesibilidad web. La principal norma del WAI que ayuda a desarrollar sitios web accesibles es Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 [4].

Numerosos estudios han propuesto varios métodos de análisis [5, 6, 7, 8] como medio de medir, verificar y certificar la accesibilidad de un sitio web. Estos métodos se pueden clasificar en empíricos y analíticos. Los métodos empíricos se basan en la observación por parte de un experto o la experimentación con sujetos reales. El método empírico más conocido es el test de accesibilidad con usuarios que presenten diferentes tipos de discapacidad; los resultados que ofrece este método son muy exactos y permite detectar errores de accesibilidad que pasan desapercibidos con otros métodos, pero tiene como desventaja que su empleo es muy costoso. Debido a ello, se suelen emplear los métodos analíticos basados en herramientas de análisis automático. Numerosas herramientas de análisis automático de la accesibilidad web se han desarrollado (AccessLint, AChecker, eXaminator, TAW, Tenon.io, WAVE) [9], pero el empleo de una única herramienta no garantiza la detección de todos los problemas de accesibilidad que pueda tener un sitio web [10]. Por ello, aunque ya existan herramientas de análisis automático de la accesibilidad web, sigue siendo necesario el desarrollo de nuevas herramientas que mejoren las existentes.

En este artículo se presenta AccesTitan, una herramienta de análisis automático de la accesibilidad web. Esta herramienta está disponible en línea, se basa en el análisis de las técnicas de WCAG 2.0 y genera como salida un informe con los resultados de la evaluación. Su arquitectura modular facilita su ampliación para incorporar nuevos requisitos de accesibilidad que se puedan desarrollar en el futuro. Además, su arquitectura también permite el empleo de diferentes conjuntos de pruebas en función de los requisitos legales de cada país.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma. En la sección 2 se presentan algunos trabajos relacionados con el análisis automático de la accesibilidad web. En la sección 3 se discute el desarrollo de AccesTitan. Por último, en la sección 4 se presentan las conclusiones y los trabajos futuros que incluyen posibles mejoras de la herramienta desarrollada.

## 2 Trabajos relacionados

El W3C mantiene una lista de herramientas de evaluación de la accesibilidad web [9]. En el momento de redactar este artículo, esta lista incluye 79 herramientas que se clasifican en diferentes criterios. Sin embargo, sólo 30 herramientas están disponibles en línea, analizan WCAG 2.0 y generan informes con los resultados del análisis.

El W3C tiene una guía de desarrollo de herramientas de evaluación de la accesibilidad web [11]. Esta guía establece tres modos de funcionamiento para las herramientas, automático, semiautomático y manual, en función de la participación humana durante el proceso.

Varios estudios han analizado y comparado el comportamiento de las herramientas de análisis automático de la accesibilidad web [10, 12, 13, 14]. La conclusión principal de estos estudios es que no hay ninguna herramienta que sea totalmente exhaustiva y precisa, por lo que es necesario combinar los resultados obtenidos con varias herramientas para tener una idea aproximada del nivel de accesibilidad de una página web.

Desgraciadamente, existen pocos artículos científicos que expliquen con detalle cómo se puede desarrollar una herramienta de análisis automático de la accesibilidad web. En [15] se presenta EvalIris<sup>1</sup>, una herramienta de análisis automático que emplea una especificación propia basada en XML para representar las pautas que deben ser analizadas. Este diseño permite la fácil inclusión o exclusión de pruebas de análisis mediante la modificación del documento XML. En [16] se presenta EvalAccess<sup>2</sup>, otra herramienta de análisis basada en EvalIris. La usabilidad de EvalAccess se compara con Bobby y WAVE. En [17] se explica el desarrollo y funcionamiento de eXaminator<sup>3</sup>, una herramienta de evaluación que analiza un subconjunto de las técnicas de WCAG 2.0.

### 3 Desarrollo de una herramienta de análisis automático

El desarrollo de la herramienta de análisis automático que se presenta en este artículo se ha dividido en tres partes: análisis de WCAG 2.0, implementación y, finalmente, interfaz de usuario.

#### 3.1 Análisis de WCAG 2.0

A la hora de desarrollar una herramienta que pueda realizar un análisis automático de la accesibilidad web, es necesario conocer en profundidad los principios, las pautas, los criterios de conformidad y las técnicas de WCAG 2.0. No todas las reglas o pruebas descritas a lo largo de las distintas secciones de WCAG 2.0 son completamente analizables de forma automática; según la regla, los resultados proporcionados por un análisis automático se pueden considerar fiables o pueden requerir de una verificación manual por parte de un experto en accesibilidad web para evitar falsos positivos o falsos negativos.

El primer paso fue estudiar en profundidad todas las técnicas suficientes y recomendables [18] y escoger las técnicas que sí se podían analizar de manera automática. Para explicar el criterio usado para decidir qué técnicas podían ser analizadas automáticamente tomaremos como ejemplo la técnica para *HTML H37: Using alt attributes on img elements*<sup>4</sup>. En cada técnica siempre aparecen los siguientes apartados:

---

<sup>1</sup> EvalIris: <http://www.sc.ehu.es/acwbbpke/evaliris.html>

<sup>2</sup> EvalAccess: <http://sipt07.si.ehu.es/evalaccess/evalaccesssource.html>

<sup>3</sup> eXaminator: <http://examinator.ws/>

<sup>4</sup> Techniques for WCAG 2.0 – H37: <https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/H37.html>

- Aplicabilidad: en qué elementos se puede aplicar la técnica.
- Descripción: breve información que explica por qué la técnica ayuda a mejorar la accesibilidad de una página web.
- Ejemplos: una serie de ejemplos que pueden incluir fragmentos de código HTML donde se ve reflejada la técnica o los problemas que causa su ausencia.
- Recursos: para ampliar información sobre la técnica.
- Técnicas relacionadas: las otras técnicas recogidas en WCAG 2.0 que se relacionan con la que se está tratando.
- Pruebas: procedimientos que se deben llevar a cabo para comprobar si la página web objeto de análisis cumple con la técnica en cuestión y los resultados que se deben cumplir para considerar la prueba como superada.

En el caso de la técnica de ejemplo, las pruebas que se describen son muy sencillas: examinar cada elemento *img* (*image*) y comprobar que todas las imágenes que no sean decorativas, es decir, todas las imágenes que transmiten alguna información o realizan alguna función en la página tienen un atributo *alt* (*alternative text*) para definir el texto alternativo. Esta técnica se puede analizar de manera automática de forma parcial:

- Se puede comprobar si cada elemento *img* tiene un atributo *alt*.
- Se puede comprobar si una imagen realiza una función en la página: se puede detectar si la imagen forma parte de un enlace o de un botón.
- Sin embargo, no hay forma automática de comprobar si una imagen es de carácter decorativo o informativo, por lo que el resultado deberá ser siempre respaldado por un experto en accesibilidad web.

Además, hay otras técnicas relacionadas con el elemento *img* que son difíciles de analizar, a no ser que se opte por el empleo de heurísticas. Por ejemplo, la técnica general *G94: Providing short text alternative for non-text content that serves the same purpose and presents the same information as the non-text content*<sup>5</sup> implica comprobar que el texto alternativo de una imagen realiza la misma función y presenta la misma información que la imagen. Esto es imposible de automatizar en la actualidad, sin embargo, sí que es posible detectar ciertas situaciones anómalas como la presencia de palabras sospechosas, como por ejemplo “photo”, “image of” o “logo”.

También se puede aplicar una heurística para comprobar la longitud del texto alternativo. En el caso de nuestra herramienta, consideramos que un texto alternativo con una longitud inferior a 5 caracteres o superior a 100 caracteres no es adecuado.

### 3.2 Implementación

Una vez seleccionadas las técnicas que podían ser analizadas de forma automática, se implementó la herramienta de análisis. Se diseñó una arquitectura modular que permitiese una fácil actualización y ampliación de las pruebas a analizar. Para cada una de las técnicas en las que se podían aplicar las pruebas descritas en WCAG 2.0 de

---

<sup>5</sup> Techniques for WCAG 2.0 – G94: <https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/G94.html>

manera automática, se creó una función en JavaScript que se encargaba de analizarla. Por ejemplo, en la Figura 1 se muestra el código para la técnica H37:

- Mediante el Document Object Model (DOM) se seleccionan todos los elementos de la página web (*document*) del tipo *img*.
- Para cada elemento *img* se comprueba si tiene un atributo *alt* y el atributo no está vacío.
- La función devuelve 0 si la prueba no es aplicable porque no existen imágenes en la página web; devuelve 1 si todas las imágenes tienen definido un texto alternativo; y devuelve 2 si alguna imagen no tiene definido un texto alternativo.

```
function testH37(document){
    var img = document.querySelectorAll("img");
    if(img.length > 0){
        for(var i = 0; i < img.length; i++){
            if(img[i].getAttribute("alt") == null){
                return 2;
            }
        }
        return 1;
    }
    return 0;
}
```

**Fig. 1.** Código fuente en JavaScript de la implementación de la técnica H37.

En algunos casos se aplicó una heurística en la comprobación de una técnica. Por ejemplo, en la Figura 2 se muestra el código para el fallo común *F25: Failure of Success Criterion 2.4.2 due to the title of a Web page not identifying the contents*; además de comprobar que la página tiene un elemento *title*, se comprueba que la longitud del título no es inferior a 25 caracteres, ya que la técnica *H25: Providing a title using the title element* indica que se debe comprobar que el título describe el contenido del documento y hemos considerado que un título inferior a 25 caracteres no es suficientemente descriptivo.

```
function testF25(document){
    if(document.title.length < 25){
        return 2;
    }
    return 1;
}
```

**Fig. 2.** Código fuente en JavaScript de la implementación del fallo común F25.

Para poder llevar a cabo un análisis de accesibilidad de manera automática se empleó lo que se conoce como “navegador sin interfaz” (*headless browser*). Este software permite abrir una página web a partir de su URL y cargar todo el contenido de la misma como si se estuviese cargado en un navegador normal. Esto es muy importante en la actualidad, ya que el empleo de un navegador sin interfaz permite el análisis del contenido de una página web generado mediante JavaScript, lo cual es

imposible mediante una evaluación basada en el análisis del código HTML de una página. Una vez cargada la página, el navegador sin interfaz permite acceder a su contenido mediante el DOM.

Los resultados del análisis se almacenan en un archivo con formato JSON. Este archivo es generado tras finalizar el proceso de análisis y es necesario para poder mostrar los resultados del análisis al usuario. En la Figura 3 se muestra un fragmento del archivo generado en el que se puede observar el resultado para la técnica H37 y el fallo común F25 que se han mostrado en la Figura 1 y la Figura 2 respectivamente. El atributo enlace contiene la URL de la técnica de WCAG 2.0 que ha sido analizada, lo que permite que el usuario pueda navegar a dicha técnica cuando se muestran los resultados en forma de página web.

```
{
  descripcion: "H37: Usar el atributo 'alt' en elementos 'img'",
  enlace: "https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/H37.html",
  test: testH37,
  resultado: 5,
},
{
  descripcion: "F25: Fallo del Criterio de Conformidad 2.4.2 debido al título de una
página que no identifica los contenidos.",
  enlace: "https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/F25.html",
  test: testF25,
  resultado: 5,
},
```

**Fig. 3.** Fragmento de los resultados del análisis en formato JSON.

### 3.3 Interfaz de usuario

El sitio web AccesTitan presenta dos partes bien diferenciadas. Por una parte, las distintas páginas que conforman el sitio web y por las que puede navegar el usuario. Desde estas páginas se inicia el análisis y se muestra posteriormente el resultado obtenido. Por otra parte, la herramienta y los archivos alojados en el servidor web que permiten llevar a cabo el análisis automático.

Desde el punto de vista de un usuario, para llevar a cabo un análisis simplemente debe introducir la URL de la página web que desea analizar en el campo de texto que se le presenta en la página principal de AccesTitan. El resultado que genera la herramienta se organiza en dos partes, tal como se puede ver en la Figura 4.

Por un lado, una puntuación de cero a diez, global y orientativa sobre el grado de accesibilidad de la página web analizada; esta puntuación está basada en la cantidad de pruebas superadas y no superadas. Además, también se muestra la fecha del análisis y la URL de la página web analizada. Por otro lado, se muestran las pruebas realizadas organizadas en los siguientes bloques: superadas, fallidas, las que requieren una revisión manual por parte de un experto y las que no se han aplicado en el análisis. En cada bloque se muestra una lista con las correspondientes pruebas; cada prueba está enlazada a la documentación sobre la técnica [17] de WCAG 2.0.



Fig. 4. Página de resultados de AccesTitan.

## 4 Conclusiones y trabajos futuros

Con más de 500 billones de páginas webs que se estima que existen en la actualidad, existe una necesidad imperativa de que esas páginas web sean accesibles. Las herramientas de análisis automático prestan un servicio útil que ayuda a los desarrolladores de páginas web a encontrar fallos de manera rápida y sencilla.

La mejora más evidente que se puede aplicar a AccesTitan es aumentar el número de técnicas de accesibilidad que esta herramienta es capaz de analizar; por ejemplo, se pueden implementar comprobaciones relacionadas con CSS o PDF.

Otra de las posibles mejoras es indicar en qué línea exacta del código fuente se encuentra el error de accesibilidad. De este modo, el usuario puede localizarlo de forma directa. Además, en caso de ser un error repetido a lo largo de la página web, se puede mostrar el número total de fallos y su localización.

También es interesante incorporar la posibilidad de que el usuario, al realizar el análisis, seleccione las opciones del mismo. Por ejemplo, sobre qué nivel de accesibilidad desea que se realice el análisis (A, AA o AAA), así como sobre qué reglas, es decir, WCAG 1.0 o WCAG 2.0, para que cualquier sitio web, sin importar su antigüedad, pueda ser analizado según la norma más apropiada.

Además, una gran mejora es ofrecer la opción de que el usuario descargue el análisis en un formato de texto como JSON o un archivo de lectura como PDF, para que pueda consultar el resultado del mismo en todo momento o comparar distintos análisis. Otra posibilidad es ofrecer AccesTitan mediante un servicio web que utilice REST como interfaz de comunicación.

Finalmente, también se quiere adaptar el funcionamiento de AccesTitan al proceso de evaluación de la accesibilidad web establecido por el W3C [19]. Se quiere implementar la opción de exportar los resultados de las pruebas en el formato EARL [20], lo que permitirá el intercambio de los resultados entre diferentes herramientas.

## Referencias

1. United Nations – Office of the High Commissioner for Human Rights, Resolution adopted by the Human Rights Council on 1 July 2016 - 32/13. The promotion, protection and enjoyment of human rights on the Internet, [http://ap.ohchr.org/documents/dpage\\_e.aspx?si=A/HRC/RES/32/13](http://ap.ohchr.org/documents/dpage_e.aspx?si=A/HRC/RES/32/13) (2016)
2. World Wide Web Consortium, Introducción a la Accesibilidad Web, <http://www.w3c.es/Traducciones/es/WAI/intro/accessibility> (2005)
3. World Wide Web Consortium, Web Accessibility Initiative (WAI), <https://www.w3.org/WAI/> (2016)
4. World Wide Web Consortium, Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, <https://www.w3.org/TR/WCAG20/> (2008)
5. Bühler, C., Heck, H., Perlick, O., Nietzio, A., Ulltveit-Moe, N., Interpreting Results from Large Scale Automatic Evaluation of Web Accessibility, Computers Helping People with Special Needs, Springer, Berlin/Heidelberg, 184-191 (2006)
6. Vigo, M., Arrue, M., Brajnik, G., Lomuscio, R., Abascal, J., Quantitative metrics for measuring web accessibility, Proceedings of the 2007 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility, 99-107 (2007)
7. Brajnik, G., A comparative test of web accessibility evaluation methods, Proceedings of the Tenth International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, 113-120 (2008)
8. Brajnik, G., Beyond Conformance: The Role of Accessibility Evaluation Methods, Proceedings of the 2nd International Workshop on Web Usability and Accessibility, 63-80 (2008)
9. World Wide Web Consortium, Web Accessibility Evaluation Tools List, <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/> (2006)
10. Vigo, M., Brown, J., Conway, V., Benchmarking Web Accessibility Evaluation Tools: Measuring the Harm of Sole Reliance on Automated Tests, Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility, 1-10 (2013)
11. World Wide Web Consortium, Developers' Guide to Features of Web Accessibility Evaluation Tools, <https://www.w3.org/TR/WAET/> (2014)
12. Luque Centeno, V., Delgado Kloos, C., Arias Fisteus, J., Álvarez Álvarez, L., Web Accessibility Evaluation Tools: A Survey and Some Improvements, Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 157(2), 87-100 (2006)
13. Timbi-Sisalima, C., Martín Amor, C.I., Otón Tortosa, S., Hilera, J.R., Aguado-Delgado, J., Comparative Analysis of Online Web Accessibility Evaluation Tools, Proceedings of the 25<sup>th</sup> International Conference on Information Systems Development, 562-573 (2016)
14. Thompson, T., My Post-CSUN Comparison of Web Accessibility Checkers, <http://terrilthompson.com/blog/730> (2016)
15. Abascal, J., Arrue, M., Fajardo, I., Garay, N., Tomás, J., The use of guidelines to automatically verify Web accessibility, Universal Access in the Information Society, 3(1), 71-79 (2004)
16. Abascal, J., Arrue, M., Fajardo, I., Garay, N., An Expert-Based Usability Evaluation of the EvalAccess Web Service, HCI Related Papers of Interacción 2004, 1-17 (2006)
17. Benavidez, C., Libro blanco de eXaminator, [http://examinator.ws/info/libro\\_blanco\\_examinator.pdf](http://examinator.ws/info/libro_blanco_examinator.pdf) (2012)
18. World Wide Web Consortium, Techniques for WCAG 2.0, <https://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/> (2016)
19. World Wide Web Consortium, Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology (WCAG-EM) 1.0, <https://www.w3.org/TR/WCAG-EM/> (2014)
20. World Wide Web Consortium, Evaluation and Report Language (EARL) 1.0 Schema, <https://www.w3.org/TR/EARL10-Schema/> (2011)

# Propuestas sobre cambios de nivel de accesibilidad de los criterios de conformidad establecidos por WCAG 2.0

José R. Hilera<sup>1</sup>, Salvador Otón<sup>1</sup>, Héctor R. Amado-Salvatierra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Alcalá, España  
E-mail: {jose.hilera, salvador.oton}@uah.es

<sup>2</sup>Universidad Galileo, Guatemala  
E-mail: hr\_amado@galileo.edu

**Resumen.** En este trabajo se presentan los resultados de un estudio sobre posibles cambios en las pautas sobre accesibilidad del contenido web establecidas por el World Wide Web Consortium como estándar WCAG 2.0. En el estudio han participado desarrolladores web de dieciséis países diferentes, y se ha centrado en recabar su opinión sobre la posibilidad de cambiar la asignación del nivel de accesibilidad de algunos de los criterios de conformidad establecidos por WCAG 2.0. Se trata de un estudio que es continuación de otro más general sobre posibles mejoras del estándar, en el que se detectó que existía una opinión generalizada sobre que uno de los aspectos de mejora podría consistir en realizar cambios en los niveles de conformidad.

**Palabras clave:** Accesibilidad, WCAG, W3C.

## 1 Introducción

La accesibilidad es la propiedad que deben cumplir los productos o servicios para que puedan ser utilizados por cualquier persona, incluidas las personas con discapacidad. En el ámbito de la accesibilidad de las páginas web, el principal estándar en el que se basan los desarrolladores son las *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) propuestas por el World Wide Web Consortium (W3C). En 1999 se publicó la versión 1.0 de estas pautas, y en 2008 fueron actualizadas a la versión WCAG 2.0 [1]. En 2012 esta versión fue asumida como estándar ISO [2].

La importancia de WCAG se pone de manifiesto no solo porque haya sido convertida en estándar por ISO, sino también porque hay muchos países que han creado legislación que se basa en esta norma. Seguir estas pautas da soporte para crear un contenido accesible para un mayor número de personas con discapacidad, incluyendo ceguera y baja visión, deficiencias auditivas, deficiencias del aprendizaje, limitaciones cognitivas, limitaciones de la movilidad, deficiencias del habla, fotosensibilidad y combinaciones de las anteriores.

El estándar WCAG 2.0 define un conjunto de 61 criterios de conformidad aplicables a las páginas y sitios web, organizados en 12 pautas y 4 principios (Tabla 1). Además, establece tres niveles de accesibilidad (A, AA y AAA) para los sitios web, según los criterios de conformidad que se cumplan. En el caso del nivel A, hay que satisfacer un subconjunto de 25 criterios. Para tener un nivel AA, además de los anteriores, otro subconjunto de 13 criterios adicionales. Y se tendría un nivel AAA si se cumplen los 61 criterios.

**Tabla 1.** Organización de los 61 criterios de conformidad en WCAG 2.0 [3].

| Principios      | Pautas                                                                                                                                            | Criterios de Conformidad |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1. Perceptible  | 1.1 Proporcionar alternativas textuales para todo contenido no textual de modo que se pueda convertir a otros formatos que las personas necesiten | 1                        |
|                 | 1.2 Proporcionar alternativas para los medios tiempo dependientes                                                                                 | 9                        |
|                 | 1.3 Crear contenido que pueda presentarse de diferentes formas sin perder información o estructura                                                | 3                        |
|                 | 1.4 Facilitar a los usuarios ver y oír el contenido                                                                                               | 9                        |
| 2. Operable     | 2.1 Proporcionar acceso a toda la funcionalidad mediante el teclado                                                                               | 3                        |
|                 | 2.2 Proporcionar a los usuarios el tiempo suficiente para leer y usar el contenido                                                                | 5                        |
|                 | 2.3 No diseñar contenido de un modo que se sepa podría provocar ataques, espasmos o convulsiones                                                  | 2                        |
|                 | 2.4 Proporcionar medios para ayudar a los usuarios a navegar, encontrar contenido y determinar dónde se encuentran.                               | 10                       |
| 3. Comprensible | 3.1 Hacer que los contenidos textuales resulten legibles y comprensibles                                                                          | 6                        |
|                 | 3.2 Hacer que las páginas web aparezcan y operen de manera predecible                                                                             | 5                        |
|                 | 3.3 Ayudar a los usuarios a evitar y corregir los errores                                                                                         | 6                        |
| 4. Robusto      | 4.1 Maximizar la compatibilidad con las aplicaciones de usuario actuales y futuras, incluyendo las ayudas técnicas                                | 2                        |

En este trabajo se muestran los resultados de un estudio sobre posibles mejoras de WCAG 2.0 a partir de la opinión de desarrolladores web que lo conocen y aplican. En el siguiente apartado se describe el método utilizado. En el apartado 3 se analizan los criterios de conformidad de WCAG 2.0 que los expertos recomiendan cambiar de nivel de accesibilidad. Y en el último apartado se comentan algunas conclusiones del estudio.

## 2 Método aplicado en el estudio

El estudio se ha realizado en dos fases. En 2015 se publicaron los resultados de una primera encuesta general en la que se recabó la opinión de 25 expertos de 12 países sobre posibles mejoras del estándar WCAG 2.0 [4]. A partir de los resultados obtenidos se pudo determinar que la opinión más generalizada era que una forma de mejora consistiría en reasignar algunos criterios de conformidad asociados a los niveles de accesibilidad A, AA o AAA. En 2016 se realizó una segunda encuesta a otros 18 expertos diferentes de los anteriores, de 8 países; pero en este caso preguntando solamente sobre los criterios de conformidad que recomendaban cambiar de nivel. En la tabla 2 se muestran la distribución de participantes en cada fase. Las personas que participaron en 2016 son diferentes a las de 2015.

**Tabla 2.** Procedencia de los participantes en cada fase del estudio.

| <b>País</b>    | <b>2015</b> | <b>2016</b> | <b>Total</b> |
|----------------|-------------|-------------|--------------|
| Argentina      | 4           | 1           | 5            |
| Canadá         | 1           |             | 1            |
| Chile          | 1           | 1           | 2            |
| Colombia       | 2           |             | 2            |
| El Salvador    |             | 1           | 1            |
| Ecuador        | 6           |             | 6            |
| España         | 3           | 9           | 12           |
| Estados Unidos | 2           |             | 2            |
| Guatemala      | 2           |             | 2            |
| México         |             | 1           | 1            |
| Nicaragua      |             | 1           | 1            |
| Perú           |             | 2           | 2            |
| Polonia        | 1           |             | 1            |
| Reino Unido    | 1           |             | 1            |
| Uruguay        | 1           |             | 1            |
| Venezuela      | 1           | 2           | 3            |
| <b>Total</b>   | <b>25</b>   | <b>18</b>   | <b>43</b>    |

### 3 Propuestas de cambio de nivel para criterios de conformidad

En las tabla 3 y 4, se recogen las propuestas de cambio de nivel de accesibilidad en las que coincidió más de un experto en cada fase. Hubo otras propuestas de cambio de nivel, pero sólo por parte de un experto en cada caso, y por ello no se han considerado en los resultados del estudio. En todos los casos significativos, los expertos proponían pasar del nivel de conformidad actual a un nivel inferior; es decir, ser más rigurosos en las condiciones exigidas para niveles más bajos de accesibilidad.

En la tabla 3 se muestran las propuestas que sugieren cambiar requisitos de accesibilidad, del nivel AA al nivel A. Hay que tener en cuenta que el nivel A es un nivel de accesibilidad básico. Según los resultados, los desarrolladores opinan que se debería ser más exigente de lo que la norma es actualmente, y establecer más criterios de conformidad para cumplir un nivel de accesibilidad básico como el A. Se recomienda aumentar en ocho el número de requisitos a satisfacer para el nivel de accesibilidad A. Entre estos ocho criterios, hay dos en los que coinciden los resultados de 2015 y 2016, se trata de los criterios 1.4.3 y 2.4.6.

El criterio 1.4.3 se refiere al contraste del texto presentado al usuario en una página web. En general, lo encuestados consideran que el contraste es esencial a la hora de acceder a la información de una página web, independientemente de si una persona tiene o no discapacidad; que los usuarios pueden sentir cansancio en la vista y se pueden ocultar algunas funcionalidades.

Por su parte, el criterio 2.4.6 establece que una página web debe estar organizada a través de encabezados (H1, H2,...), e incluir etiquetas descriptivas para ayudar a los usuarios a identificar componentes específicos dentro del contenido. Los entrevistados consideran que este requisito es fundamental y por tanto debe ser cumplido por todo sitio web para obtener

un nivel de accesibilidad básico (A). Además, opinan que es fácil de cumplir por los desarrolladores, y ayuda a los usuarios a entender qué información contienen las páginas web y cómo está organizada, además de favorecer una navegación coherente.

**Tabla 3.** Cambios de nivel de criterios de conformidad (AA a A)

| <b>Criterio de Conformidad</b>                                                                                                                                                                                                                                        | <b>2015</b> | <b>2016</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| 1.4.3 Contraste (mínimo): La presentación visual de texto e imágenes de texto tiene una relación de contraste de, al menos, 4.5:1.                                                                                                                                    | x           | x           |
| 1.4.4 Cambio de tamaño del texto: A excepción de los subtítulos y las imágenes de texto, todo el texto puede ser ajustado sin ayudas técnicas hasta un 200 por ciento sin que se pierdan el contenido o la funcionalidad.                                             | x           |             |
| 1.4.5 Imágenes de texto: Si con las tecnologías que se están utilizando se puede conseguir la presentación visual deseada, se utiliza texto para transmitir la información en vez de imágenes de texto.                                                               |             | x           |
| 2.4.5 Múltiples vías: Se proporciona más de un camino para localizar una página web dentro de un conjunto de páginas web, excepto cuando la página es el resultado, o un paso intermedio, de un proceso.                                                              |             | x           |
| 2.4.6 Encabezados y etiquetas: Los encabezados y etiquetas describen el tema o propósito.                                                                                                                                                                             | x           | x           |
| 2.4.7 Foco visible: Cualquier interfaz de usuario operable por teclado tiene una forma de operar en la cual el indicador del foco del teclado resulta visible.                                                                                                        | x           |             |
| 3.2.3 Navegación coherente: Los mecanismos de navegación que se repiten en múltiples páginas web dentro de un conjunto de páginas web aparecen siempre en el mismo orden relativo cada vez que se repiten, a menos que el cambio sea provocado por el propio usuario. |             | x           |
| 3.2.4 Identificación coherente: Los componentes que tienen la misma funcionalidad dentro de un conjunto de páginas web son identificados de manera coherente.                                                                                                         |             | x           |

En la tabla 4 se muestran las propuestas que sugieren cambiar requisitos de accesibilidad, del nivel AAA al nivel AA. Este caso es importante, ya que la mayoría de legislaciones sobre accesibilidad web de los países exigen un nivel AA a los sitios web. Precisamente una de las razones que aducen los expertos para este cambio de nivel es porque consideran que esos criterios, actualmente en el nivel AAA, deberían también exigirse legalmente; y por la experiencia está comprobado que los desarrolladores web sólo tienen en cuenta los niveles A y AA, ignorando normalmente los criterios del nivel AAA, ya que la legislación de su país sólo exige hasta el nivel AA. Según los resultados, se recomienda pasar 10 criterios del nivel AAA al AA. Entre ellos, hay tres en los que coinciden los resultados de 2015 y 2016, se trata de los criterios 1.4.8, 2.4.8 y 2.4.10.

La intención del criterio 1.4.8 es asegurar que el texto se presente de modo que pueda ser percibido sin que el diseño interfiera con su legibilidad [5]. Algunos desarrolladores justifican el cambio de nivel teniendo en cuenta que la lectura en pantalla es más difícil que en papel, sobre todo para personas con ciertas dificultades cognitivas, de lenguaje o aprendizaje. Además, la tecnología actual CSS y JavaScript hace sencillo el asegurar el cumplimiento de este criterio; por ejemplo, ofreciendo una barra de herramientas que permita cambiar los colores de fondo, el interlineado o los caracteres por línea. También hay desarrolladores que recomiendan desglosar este criterio en varios, pues incluye demasiados requisitos.

**Tabla 4.** Cambios de nivel de criterios de conformidad (AAA a AA)

| <b>Criterio de conformidad</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>2015</b> | <b>2016</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| 1.4.6 Contraste (mejorado): La presentación visual de texto e imágenes de texto tiene una relación de contraste de, al menos, 7:1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             | x           |
| 1.4.8 Presentación visual: En la presentación visual de bloques de texto, se proporciona algún mecanismo para lograr lo siguiente: (1) Los colores de fondo y primer plano pueden ser elegidos por el usuario, (2) El ancho no es mayor de 80 caracteres o signos, (3) El texto no está justificado (alineado a los márgenes izquierdo y derecho a la vez), (4) El espacio entre líneas (interlineado) es de, al menos, un espacio y medio dentro de los párrafos y el espacio entre párrafos es, al menos, 1.5 veces mayor que el espacio entre líneas, (5) El texto se ajusta sin ayudas técnicas hasta un 200 por ciento de modo tal que no requiere un desplazamiento horizontal para leer una línea de texto en una ventana a pantalla completa. | x           | x           |
| 2.2.3 Sin tiempo: El tiempo no es parte esencial del evento o actividad presentada por el contenido, exceptuando los multimedia sincronizados no interactivos y los eventos en tiempo real.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | x           |             |
| 2.4.8 Ubicación: Se proporciona información acerca de la ubicación del usuario dentro de un conjunto de páginas web.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | x           | x           |
| 2.4.10 Encabezados de sección: Se usan encabezados de sección para organizar el contenido.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | x           | x           |
| 3.1.3 Palabras inusuales: Se proporciona un mecanismo para identificar las definiciones específicas de palabras o frases usadas de modo inusual o restringido, incluyendo expresiones idiomáticas y jerga.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             | x           |
| 3.1.4 Abreviaturas: Se proporciona un mecanismo para identificar la forma expandida o el significado de las abreviaturas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             | x           |
| 3.1.5 Nivel de lectura: Cuando un texto requiere un nivel de lectura más avanzado que el nivel mínimo de educación secundaria una vez que se han eliminado nombres propios y títulos, se proporciona un contenido suplementario o una versión que no requiere un nivel de lectura mayor a ese nivel educativo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |             | x           |
| 3.3.5 Ayuda: Se proporciona ayuda dependiente del contexto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | x           |             |
| 3.3.6 Prevención de errores (todos): Para las páginas web que requieren al usuario el envío de información, se cumple al menos uno de los siguientes casos: (1) Reversible: El envío es reversible, (2) Revisado: Se verifica la información para detectar errores en la entrada de datos y se proporciona al usuario una oportunidad de corregirlos, (3) Confirmado: Se proporciona un mecanismo para revisar, confirmar y corregir la información antes de finalizar el envío de los datos.                                                                                                                                                                                                                                                         |             | x           |

En cuanto al criterio 2.4.8, su objetivo es proporcionar al usuario una forma de orientación dentro de un conjunto de páginas web, un sitio o una aplicación web y encontrar la información relacionada. Algunos desarrolladores proponen exigir este requisito para el nivel AA porque es fácil de cumplir, dado que el empleo de mecanismos de “migas de pan” o de descripciones de los pasos de un proceso es algo cada vez más habitual; y porque los sitios web actuales son complejos, con múltiples flujos donde el usuario puede perderse fácilmente. En el caso de este criterio, hay incluso desarrolladores que opinan que debería ser básico, es decir, de nivel A.

El criterio 2.4.10 es otros de los que los participantes en el estudio consideran que debería ser un requisito exigido por la legislación, es decir como parte del nivel de accesibilidad AA. Este criterio establece que hay que proporcionar encabezados para las distintas partes

de una página web cuando ésta se encuentra dividida en secciones. Es un complemento del criterio 2.4.6, por lo que es lógico que si se ha recomendado pasar el 2.4.6 al nivel A, éste pase al nivel AA. Algunos desarrolladores justifican que desde la aparición de HTML5 debería ser, incluso, un requisito básico de nivel A, ya que incluye etiquetas estructurales como *header*, *section*, *article*, *aside*, *footer* o *nav*; que deberían utilizarse en todas las páginas [6].

## 4 Conclusiones

Durante las dos fases del estudio se han detectado interesantes coincidencias en las opiniones de los desarrolladores entrevistados sobre el posible cambio de asignación de criterios de conformidad de WCAG 2.0, actualmente vinculados a los niveles de accesibilidad AA y AAA, para pasar al nivel inmediatamente inferior. Con ello se aumentaría el nivel de exigencia para alcanzar los niveles A y AA. Teniendo en cuenta las coincidencias en las respuestas de las encuestas de 2015 y 2016, para conseguir un nivel A se pasaría de exigir el cumplimiento de 25 requisitos a cumplir 27. En el caso del nivel AA, en lugar de los 38 criterios actuales habría que cumplir 41.

Recientemente, el W3C ha anunciado un plan para revisar WCAG 2.0 y obtener una actualización 2.1 en 2018, como paso previo para una futura nueva versión 3.0 con importantes cambios [7]. Estudios como los llevados a cabo en este trabajo, así como otras opiniones manifestadas por expertos en diferentes foros sobre cómo mejorar este estándar, pueden servir como punto de partida para contribuir a mejorar este importante estándar, que hoy en día es que se utiliza en la mayoría de países para determinar el nivel de accesibilidad de los sitios web.

## Agradecimientos

Agradecer el apoyo de la Red ESVI-AL ([www.esvial.org](http://www.esvial.org)) para poder llevar a cabo este trabajo; así como a los participantes en las encuestas y en el curso “Accesibilidad web avanzada: Análisis y corrección de problemas de accesibilidad en páginas y aplicaciones web” de la Universidad de Alcalá, patrocinado por la Red ESVI-AL.

## Referencias

1. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. World Wide Web Consortium (2008). <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>.
2. ISO/IEC 40500:2012, Information technology -- W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. International Standard Organization, Ginebra, Suiza (2012).
3. Benavidez, S.: Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0 (Traducción al Español). Fundación Sidar (2009). <http://www.sidar.org/traduccion/wcag20/es/>.
4. Hilera, J.R., García, E., García, A., Batanero, C., Otón, S.: Towards the improvement of W3C Web Content Accessibility Guidelines. Proceedings of the 12th International Conference on Applied Computing, pp. 34-40, IADIS Press (2015).

5. Benavidez, S.: Comprender las WCAG 2.0 (Traducción al Español). Fundación Sidar (2010). <http://www.sidar.org/traducciones/wcag20/es/comprender-wcag20/>.
6. HTML5. World Wide Web Consortium (2014). <http://www.w3.org/TR/html5/sections.html>.
7. Cooper, M.: WCAG 2.1 Under Exploration. World Wide Web Consortium (2016). <https://www.w3.org/blog/2016/10/wcag-2-1-under-exploration/>.



