

Prototipo de software para el aprendizaje de las matemáticas de niños con discapacidad visual

Milton Campoverde-Molina¹, Sergio Luján-Mora², Llorenç Valverde³,
Omar Guaraca¹, Ronald Condoy¹

¹ Unidad Académica de Tecnologías de la Información y la Comunicación, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca – Ecuador.

² Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos Universidad de Alicante, España.

³ Dept. de Matemàtiques i Informàtica Universitat de les Illes Balears, España.

E-mail: mcampoverde@ucacue.edu.ec

Resumen. Esta investigación da a conocer el desarrollo del prototipo de software para el aprendizaje de las matemáticas de niños con discapacidad visual en la Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón de la ciudad de Cuenca - Ecuador. Luego de haber tenido una entrevista con las autoridades y profesores de la unidad educativa, se determina que sería de gran apoyo utilizar alternativas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. A pesar de la importancia de las alternativas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, la unidad educativa no cuenta con una de estas. Por lo tanto, el propósito de esta investigación es desarrollar un prototipo de software en la Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón que fomente en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en beneficio de sus niños con discapacidad visual. Para desarrollar el prototipo de software se ha utilizado la metodología en cascada: definición de los requisitos, diseño de software e implementación y pruebas unitarias. Para ello, se determinó como objeto de estudio a 6 estudiantes del quinto año de educación general básica. El sistema fue desarrollado en el lenguaje de programación PHP, con código HTML, CSS y JavaScript. Después de haber desarrollado el sistema, se han realizado varias pruebas obteniendo muy buenos resultados en cuanto a su uso, nivel de comprensión y entendimiento de las matemáticas. También hubo una excelente acogida por parte de los docentes y estudiantes que demostraron mucho interés por usar el software en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Discapacidad visual, educación, matemáticas, software, TIC.

1. Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su informe mundial sobre la discapacidad 2011 [1], se 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 estimacio-

nes previas de la Organización Mundial de la Salud, correspondientes a los años 1970, que eran de aproximadamente un 10%. De acuerdo con, los datos en cifras publicados en la página web de la OMS [2], la cifra estimada de personas con discapacidad visual es de 253 millones: 36 millones con ceguera y 217 millones con discapacidad visual moderada a grave. El 81% de las personas con ceguera o discapacidad visual moderada a grave son mayores de 50 años.

Conforme, a las estadísticas publicadas por el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) con información del Ministerio de Salud Pública se puede determinar que existe un incremento de 43.910 personas registradas con discapacidad en el Ecuador ya que en febrero del 2016 [3] existían 408.021 y en noviembre 2018 existen 451.931 [4]. En la provincia del Azuay se puede establecer que existe un incremento de 1.140 personas registradas con discapacidad de acuerdo a los datos de octubre del 2016 en donde existían 28.173 [5] y 29.313 en noviembre 2018. De las 29.313 personas con discapacidad de la provincia del Azuay, las 19.919 viven en la ciudad de Cuenca que es el 67,95% de la población azuaya desglosada de la siguiente forma: auditiva (8,70 %), física (33,08 %), intelectual (13,31 %), psicosocial (mental) (3,65 %), visual (9,20 %). Además, existen 5.432 personas mayores a 65 años (adultos mayores) que es el 27,27% de la población cuencana. La evolución de las personas con discapacidad visual en la ciudad de Cuenca – Ecuador.se puede observar en la Fig. 1:

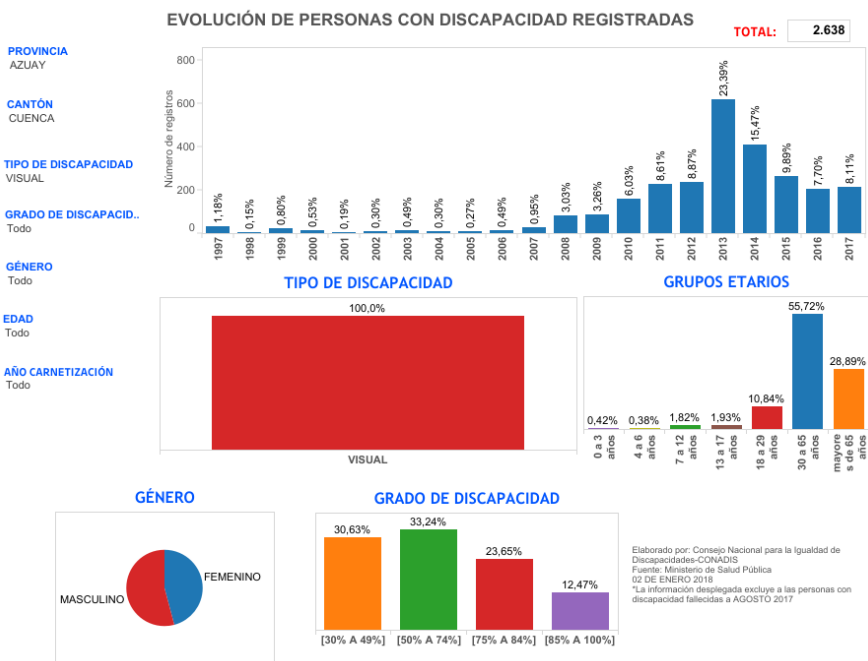


Fig. 1. Porcentaje de las personas con discapacidad visual en Cuenca – Ecuador por género, edad, grado de discapacidad y su evolución [4].

Haciendo, un análisis del gráfico se puede ver que existe un 8,11% de personas con discapacidad visual en el Cuenca - Ecuador 2017. Las causas [6] de discapacidades en el Ecuador son originadas por: accidente de trabajo, accidente de tránsito, accidente

deportivo, accidente doméstico, congénito/genético, desastres naturales/guerra, enfermedad adquirida, problemas de parto, trastornos nutricionales, violencia y otros (no se sabe). Por tal razón, esta investigación tiene como sustento implementar alternativas tecnológicas que den un aporte significativo en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas de niños con discapacidad visual. Contemplando, que en el ámbito educativo las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son consideradas valiosas herramientas de trabajo que pueden contribuir al desarrollo personal con un carácter individualizado e independiente pero integracionista y creativo. Por otra parte, su utilización en las distintas actividades económicas, sociales, culturales, entre otras, ha impuesto la necesidad de que la escuela asuma un rol activo en la preparación del futuro ciudadano para la utilización de dichas tecnologías, de manera que pueda utilizarlas para su desarrollo [7]. Si se quiere, lograr una educación inclusiva [8], es necesario determinar cómo deben ocupar ese espacio las personas con discapacidad. El problema que enfrentan los estudiantes con discapacidad visual en la educación es la falta de ayudas técnicas que permitan manipular la información o facilitar su autonomía y aprendizaje.

El aporte del sistema frente a otros métodos de enseñanza-aprendizaje existentes es la incorporación de las recomendaciones de accesibilidad en el prototipo que permita la comunicación del estudiante utilizando la tecnología de apoyo Job Access With Speech (JAWS) con el sistema. Para el aprendizaje de las matemáticas el estudiante puede revisar, entender y practicar las actividades de cada uno de los módulos las veces que sean necesarias hasta adquirir una destreza. Además, el sistema está desarrollado en base a las necesidades académicas de la institución.

Considerando todos los puntos tratados en los párrafos anteriores, esta investigación plantea como objetivo desarrollar un prototipo de software en la Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón de la ciudad de Cuenca – Ecuador que fomente en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en beneficio de sus niños con discapacidad visual.

2. Metodología

Se utilizó en el desarrollo del prototipo de software de aprendizaje de las matemáticas de niños con discapacidad visual la metodología en cascada que consta de las siguientes fases [9]:

- 1) *Definición de los requisitos*: los servicios, restricciones y objetivos son establecidos con los usuarios del sistema. Se busca hacer esta definición en detalle.
- 2) *Diseño de software*: se divide el material educativo computarizado en sistemas de software o hardware. Se establece la arquitectura total del material. Se identifican y describen las abstracciones y relaciones de los componentes del sistema.
- 3) *Implementación y pruebas unitarias*: construcción de los módulos y unidades del material educativo computarizado. Se realizan pruebas de cada unidad.

Cada fase tiene como resultado documentos que deben ser aprobados por el usuario. También tendrá diferentes actividades que se deben ejecutar para el proceso de desarrollo del software.

3. Resultados

3.1 Definición de Requisitos

Esta investigación forma parte del proyecto de investigación científica “La accesibilidad tecnológica como estrategia de inclusión educativa”, ejecutado por docentes investigadores y estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Cuenca; que se está desarrollando en la Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón. En la actualidad la institución cuenta con 60 estudiantes 44 con discapacidad auditiva y 16 con discapacidad visual, desde estimulación temprana hasta décimo año de educación básica. Luego de haber tenido una entrevista con las autoridades y profesores de la Unidad Educativa, se toma como población a 6 estudiantes con discapacidad visual del quinto año de educación general básica, determinando que será de gran apoyo utilizar alternativas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas de estos niños, en la Fig. 2 se visualiza el porcentaje de discapacidad visual de los 6 estudiantes según su carnet del CONADIS.

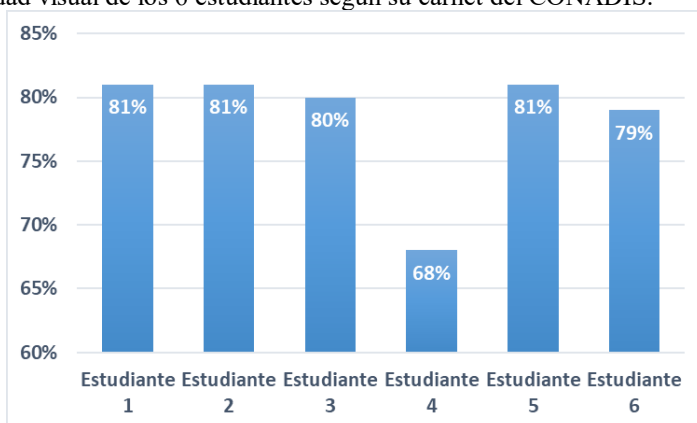


Fig. 2. Porcentaje de discapacidad visual de los estudiantes según el carnet del CONADIS.

Según el plan de estudios dado por el ministerio de educación del Ecuador para el quinto año de educación general básica (5 EGB) en el área de matemáticas los contenidos a desarrollar son:

- Sistema de numeración decimal.
- Operaciones fundamentales “suma, resta, multiplicación, división”.
- Fracciones.
- Figuras geométricas.
- Raíz cuadrada.

3.1.1 Requisito administrador

- 1) **R1.** Realizar el mantenimiento de los registros del sistema, a través del ingreso de información general de los estudiantes, conceptos, operaciones, test y juegos por cada uno de los objetivos educativos planteados.

3.1.2 Requisito profesor

- 1) **R2.** Registrar la planificación de las actividades que los estudiantes deben realizar en un periodo de tiempo definido
- 2) **R3.** Evaluar el avance de los aprendizajes de cada estudiante a través de los reportes para la retroalimentación de los contenidos.

3.1.3 Requisito estudiante

- 1) **R4.** Realizar la ejecución de las actividades planificadas por los docentes.

3.1.4 Diagramas de casos de uso

Un diagrama de caso de uso muestra la relación entre los actores y los casos de uso del sistema. Representa la funcionalidad que ofrece el sistema en lo que se refiere a su interacción externa [10]. En este apartado se desarrollaron los diagramas de casos de uso para definir el conjunto de funcionalidades que el sistema debe cumplir de acuerdo a los requisitos estipulados.

3.2 Diseño de software

3.2.1 Arquitectura

La arquitectura del prototipo para el aprendizaje de las matemáticas de los niños con discapacidad visual se puede ver en la Fig. 3, que está diseñada en tres capas:

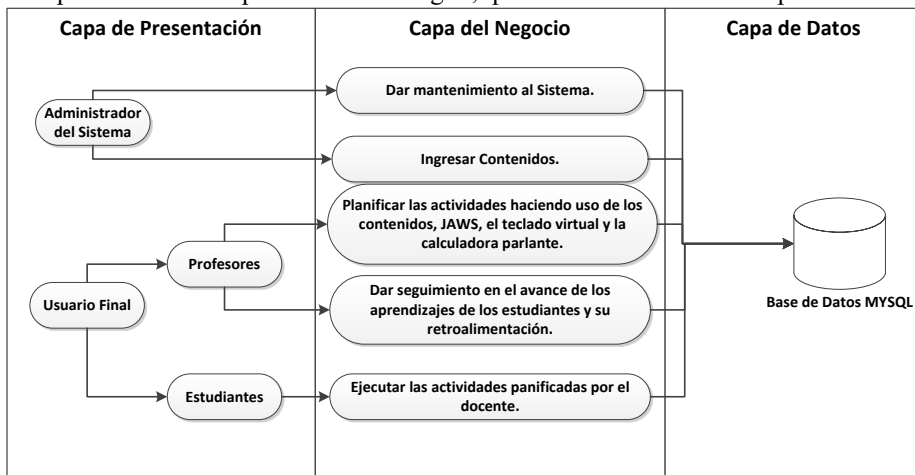


Fig. 3. Diagrama de bloques de la arquitectura del prototipo de software de aprendizaje de las matemáticas de niños con discapacidad visual.

- **Capa de presentación:** esta capa contiene las interfaces del profesor, de los estudiantes y tipos de usuarios que utilizarán el sistema.

- **Capa de negocio:** admite el desarrollo de las actividades según el tipo de usuario; si es administrador debe planificar las actividades, conceptualizar los temas y verificar el avance en el aprendizaje de los estudiantes; si es estudiante debe realizar las actividades planificadas por el docente.
- **Capa de datos:** esta capa permite almacenar los datos del administrador, usuarios y datos que recopila el software según las actividades que se realice se guardarán en una base de datos local.

3.2.2 Modelo Entidad Relación

El modelo de datos entidad-relación (ER) se basa en una percepción de un mundo real que consiste en un conjunto de objetos llamados entidades y las relaciones entre estos objetos. A continuación, en la Fig. 4 se puede observar el modelo entidad relación del prototipo de software de aprendizaje de las matemáticas de niños con discapacidad visual.

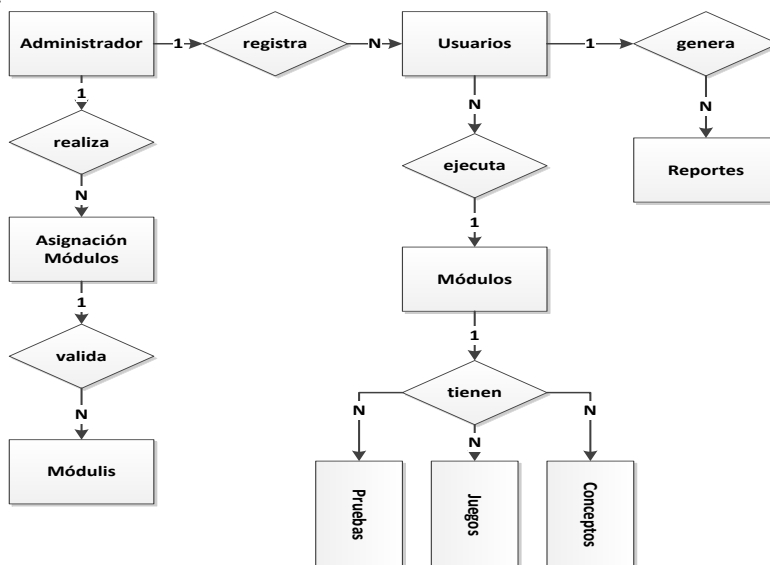


Fig. 4. Modelo entidad relación del prototipo de software de aprendizaje de las matemáticas de niños con discapacidad visual.

Del diagrama entidad relación se realizó la base de datos en el software de base de datos MySQL con sus tablas o entidades y su relación entre sí, en donde se almacenan los datos manipulados en el sistema por los usuarios administrador, docentes y estudiantes.

3.2.3 Implementación y pruebas unitarias

Para la interacción de los estudiantes con el software, se utiliza JAWS, software lector de pantalla para ciegos o personas con visión reducida como medio de comunicación. Convierte toda la información del programa en una reproducción de voz sintetizada. También, se utiliza un teclado parlante como tecnología de apoyo para reconocimiento

de la ubicación de las teclas y una calculadora parlante como apoyo para resolver operaciones de cálculos, los cuales se pueden ver en la Fig. 5:

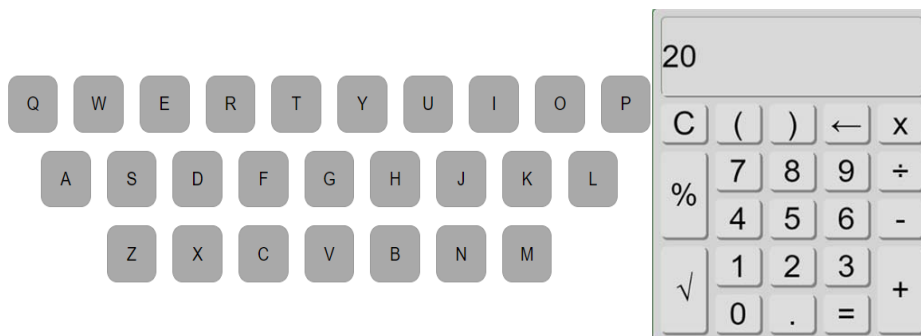


Fig. 5. Teclado y calculadora parlante.

El sistema fue desarrollado en el lenguaje de programación PHP, utilizando código HTML, CSS y JavaScript. El cual cuenta con dos tipos de usuarios:

- *Administrador*: es quien se encarga de ingresar los contenidos de cada uno de los módulos (guardar, actualizar y eliminar).
- *Usuarios finales*: son los profesores quienes deben planificar las actividades que el estudiante debe desarrollar haciendo uso de los contenidos, JAWS, el teclado virtual y la calculadora parlante; los estudiantes deben ejecutar las actividades planificadas por el docente.

En la Fig. 6 se puede observar la interfaz de inicio al sistema, a través de la cual los docentes y estudiantes pueden ingresar a los distintos módulos del sistema.



Fig. 6. Interfaz de inicio del prototipo de software de aprendizaje de las matemáticas de niños con discapacidad visual.

El prototipo contiene por cada uno de sus módulos:

- *Conceptos*: este apartado permite a los estudiantes entender los fundamentos, las reglas y operaciones.
- *Juegos*: los juegos ayudan a los estudiantes a practicar las operaciones y cálculos matemáticos.
- *Pruebas*: estas realizan una evaluación luego de haber elaborado las dos actividades anteriores para medir su avance en el aprendizaje y pasar al siguiente tema.
- *Reporte de estudiantes*: ayuda al profesor a obtener una visión del aprendizaje y rendimiento de sus estudiantes con respecto al aprendizaje de los contenidos de la asignatura a través del uso del programa. También permite generar estadísticas de los tiempos que los estudiantes emplean para realizar cada actividad y re-troalimentar su instrucción. Del mismo modo el docente puede identificar los contenidos con mayores dificultades en el aprendizaje de los estudiantes.

El software se ha desarrollado y se encuentra en la fase de implementación y pruebas. El reconocimiento del teclado a través de sonidos se probó con un estudiante universitario con un 80% de discapacidad visual de acuerdo a su carnet del CONADIS, el cuál manifestó que implementar este sistema en las escuelas ayudaría mucho. El problema que tuvo con el sistema es el de moverse de un lugar a otro para ingresar datos, él normalmente lo hace con la tecla TAB mientras que el sistema lo hace con la tecla ENTER. También indico que es recomendable saber la experiencia que el usuario tiene con el lector de voz JAWS para saber a qué velocidad se debe configurar que facilite la comprensión del alumno. Además, se desarrollaron pruebas con los estudiantes y profesores obteniendo muy buenos resultados en cuanto a su uso, incrementando el nivel de comprensión y entendimiento de las matemáticas en los niños y además hubo una excelente acogida por parte de los docentes y estudiantes que demostraron mucho interés por usar el software en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la Tabla 1 se puede observar los resultados obtenidos de la manipulación del prototipo de software de aprendizaje de las matemáticas de 3 niños de la unidad educativa.

Tabla 1: Resultados de la manipulación del sistema de 3 niños de la Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón.

Nº	Indicadores	Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3
1	Puede captar la voz (JAWS).	✓	✓	✓
2	Puede reconocer las teclas en el teclado virtual.	✓	✓	✓
3	Puede manipular la tecla TAB.	✓	✓	✓
4	Puede manipular la tecla ENTER.	✓	✓	✓
5	Puede iniciar al sistema.	✓	✓	✓
6	Puede ingresar a los módulos.	✓	✓	✓
7	Puede reproducir de texto a voz.	✓	✓	✓
8	Puede realizar las actividades.	✓	✓	✓
9	Puede manipular la calculadora.	✓	X	✓

4. Conclusiones

El sistema fue desarrollado en su primera etapa, el mismo que apoyará el proceso de enseñanza-aprendizaje de los niños con discapacidad visual en la asignatura de matemáticas en sus contenidos: Sistema de numeración decimal, Operaciones Fundamentales “suma, resta, multiplicación, división”, fracciones, figuras geométricas y raíz cuadrada en la Unidad Educativa Claudio Neira Garzón, los formularios que contiene el sistema son administrador, profesor y estudiante.

Los formularios del profesor y estudiante tienen por cada contenido tienen conceptos, juegos y pruebas. En los conceptos los estudiantes pueden entender los fundamentos y las reglas de las operaciones matemáticas. Con los juegos los estudiantes pueden reforzar su conocimiento mediante la resolución de ejercicios propuestos. Finalmente, con las pruebas se puede medir el avance en el aprendizaje de los estudiantes antes de pasar de un tema a otro. El formulario del profesor además tiene el reporte de estudiantes para realizar la retroalimentación de los contenidos a los alumnos con dificultades en la evaluación.

En las pruebas realizadas con el sistema se han obtenido muy buenos resultados, teniendo una excelente acogida por parte de los docentes y estudiantes de la Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón. También se demostró mucho interés por usar el software, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. En cuanto al uso del programa, se obtuvieron sugerencias de cambios para mejorar su interactividad con los estudiantes y profesores.

Finalmente, el prototipo de software de aprendizaje de las matemáticas de niños con discapacidad visual, para su interacción con los estudiantes debe utilizar el programa JAWS. Este prototipo tiene como objetivo contribuir en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón en beneficio de sus niños con discapacidad visual. Las barreras de usuario han ido evolucionando, a través de nuevas formas, estructuras de diseño y desarrollo de software, que mejoran la usabilidad de los programas centrados en un diseño para todos.

Referencias

- [1] Banco Mundial. (2011). *Resumen Informe mundial sobre la discapacidad*. Revista *Educación*, volumen 218, número 219, p. 27. 2011.
- [2] Organización Mundial de la Salud. (2017). *Ceguera y discapacidad visual*. Octubre 2017, [En línea]. Disponible: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> [Último acceso: 07 diciembre 2018].
- [3] Campoverde-Molina, M. (2016). *La accesibilidad web. Un reto en el entorno educativo ecuatoriano*. Revista Científica y Tecnológica UPSE, vol. III, pp. 90–98, diciembre 2016.
- [4] Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2018). *Información Estadística de Personas con Discapacidad*. [En línea]. Disponible: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp->

- content/uploads/downloads/2018/08/persona.html [Último acceso: 07 diciembre 2018].
- [5] Campoverde-Molina, M.; Vizñay-Durán, J. y Reyes-Espinosa, D. (2016). *Accesibilidad web en las instituciones de salud de la ciudad de Cuenca. Análisis preliminar*. IV Conferencia Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad (ATICAcces 2016), vol. 1, pp. 125 – 132, noviembre 2016.
- [6] Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2015). *Causas de discapacidad*. Mayo 2013. [En línea]. Available: http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/05/causas_discapacidad_conadis.pdf [Último acceso: 07 diciembre 2018].
- [7] Figueroa Cruz, M.; Vázquez Zubizarreta, G. y Campoverde-Molina, M. (2015). *Software educativo para el desarrollo de habilidades de la conducta adaptativa en personas con discapacidad intelectual*. VARONA, no. 61, p. 11, 2015.
- [8] Claros-Kartchner, R. (2017). *La inclusión de las personas sordas, como grupo étnico, en los sistemas educativos*. 2017. [En línea]. Disponible: http://www.repositoriocdpd.net:8080/bitstream/handle/123456789/1928/Art_ClarosKartchnerR_Inclusiondepersonassordas_2009.pdf?sequence=1 [Último acceso: 07 diciembre 2018].
- [9] Esteller, V. y Medina, E. (2012). *Procesos de desarrollo de software y materiales educativos computarizados*. Eduweb, Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación, vol. 6, no. 1, 2012.
- [10] Grau, X. F. y Segura, M. I. S. (2008). *Desarrollo orientado a objetos con uml*. vol. 1, 2008, [En línea]. Disponible: <http://rafaelmellado.cl/material/com3162/complementario/05.pdf> [Último acceso: 07 diciembre 2018].