

Modelo de adaptación basado en preferencias en ambientes virtuales de aprendizaje para personas con necesidades especiales

Adaptation model based on preferences in virtual learning environments for people with special needs

Diana Janeth Lancheros Cuesta^{1,2}, Angela Carrillo Ramos²

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, Colombia

²Departamento de Ingeniería de Sistemas, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

* {d.lancheros, angela.carrillo}@javeriana.edu.co

Fecha de recepción del artículo: 16/03/2012 Fecha de aceptación del artículo: 30/08/2012

Resumen

En el ámbito educativo, la integración de personas con necesidades especiales o con dificultades en un grupo estudiantil, en ocasiones se dificulta debido a problemas en la utilización de herramientas tecnológicas, ya que la mayoría de éstas no contemplan sus características y necesidades particulares. Además, las dificultades sociales y comunicativas e intereses limitados en los estudiantes podrían presentarse como consecuencia de la existencia de alguna dificultad o discapacidad.

El presente artículo presenta un modelo de adaptación que busca integrar temas como la adaptación, las características de discapacidad y ciertos factores del ámbito educativo con el fin de presentar al estudiante servicios, tales como: presentar tema, seleccionar los objetos de aprendizaje más ajustados a sus necesidades y estilo de aprendizaje, que le permitan facilitar su proceso de aprendizaje, sintiendo que el curso que se ha diseñado, está hecho a su medida. Tal modelo de adaptación, está conformado por el perfil del estudiante (centrado en sus preferencias), el de la discapacidad, el del dispositivo, el de contexto y el pedagógico, que permiten adaptar el despliegue de la información en un ambiente virtual de aprendizaje para personas con y sin necesidades

especiales. Para finalizar, se presentará un caso de estudio que muestra la utilización de dicho modelo en el caso de estudiantes con discapacidad visual.

Palabras clave

Diversidad, adaptación, perfil de usuario, preferencias.

Abstract

In education, the integration of people with special needs have problems in a student group is sometimes difficult because of problems with the use of technological tools, as most of them do not consider features and needs. Also social and communication difficulties and limited interest in the students could be a result of the existence any difficulty or disability. This paper presents an adaptive model that seeks to integrate adaptation features of disability and educational factors in order to introduce the student services (present topic, select learning objects more adjusted to your needs and learning style) that will facilitate their learning process, allowing the course to be designed is made to measure. This adaptation model consists of the student profile (centered on your preferences), the disability, the device, and pedagogical context, which allow to adapt the deployment of information in a

virtual learning environment for people with and without special needs. Finally, we present a case study that illustrates the use of this model in the case of students with visual impairments.

Keywords

Diversity, adaptation, user profile preferences.

1. Introducción

En las instituciones educativas, las personas con algún tipo de necesidad especial requieren de ambientes particulares y herramientas que les guíen en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Actualmente existen Sistemas de Información (SI), diseñados en el campo educativo, que apoyan dichos procesos; sin embargo, presentan la información de manera general (la misma para todos los usuarios). En este contexto, las personas con algún grado de dificultad requieren de ambientes especiales que les guíen en el proceso educativo y les permita lograr con éxito las actividades académicas. Así mismo, se encuentran en la literatura sistemas que consideran algunas características del estudiante que permiten ajustar los servicios a las necesidades particulares del estudiante [3] [8]; tales sistemas utilizan el proceso que se conoce como adaptación.

La (Real Academia Española) [12], define la adaptación como “*el proceso de adaptar*”, y este último como “*la acción de acomodar ajustar algo a otra cosa*”. Teniendo en cuenta la definición anterior, la adaptación en SI es la manera en la que se muestra la información al usuario, necesaria, teniendo en cuenta sus necesidades, preferencias, gustos e involucrando características del contexto. El aprendizaje adaptativo se centra principalmente en dos tecnologías: los sistemas hipermedia adaptativos y la tecnología de web semántica.

El sistema hipermedia adaptativo ofrece adaptación a la navegación y a la presentación del contenido. La web semántica permite adaptar la información al permitir representar el conocimiento y procesar reglas de razonamiento con fines específicos [11].

De forma adicional, es importante tener en cuenta el perfil del dispositivo. El dispositivo de acceso es un aparato mediante el cual un usuario puede percibir e interactuar con la *Web*; debe ser ligero, manipulable e inalámbrico. Teniendo en cuenta las características del dispositivo, se puede realizar adaptación al contenido o al despliegue [9] [7]. Adaptar al despliegue consiste en definir la forma en la que se muestra el contenido en el dispositivo, tiene en cuenta la forma, los colores y la distribución. La adaptación de contenido es un proceso que tiene en cuenta factores tales como la capacidad de mostrar información en un dispositivo, una red o teniendo en cuenta las preferencias del usuario. Esta adaptación puede ocurrir en varios lugares en la cadena de distribución de contenidos [13].

Basado en todo lo anterior, se presenta *ALS* (acrónimo de *Adaptive Learning System*), un sistema que permite adaptar la información a personas con y sin necesidades especiales, teniendo en cuenta aspectos como su estilo de aprendizaje, preferencias en el despliegue de contenidos, características y necesidades particulares.

Este artículo se centra en el modelo de adaptación, particularmente en la descripción de sus preferencias y su aplicación en un tipo específico de discapacidad. El presente artículo muestra en primera instancia una breve descripción de trabajos relacionados, mostrando una comparación entre ellos. Luego se describe el modelo propuesto, compuesto del perfil del estudiante (haciendo énfasis en las preferencias), el de dispositivo, el de contexto, el de discapacidad y el modelo educativo. Por último se mencionan las conclusiones y sugerencias para trabajo futuro.

2. Trabajos relacionados

En esta sección se presenta una revisión de trabajos relacionados, en donde la adaptación en SI permite, en la mayoría de los casos, presentar a los usuarios la información, considerando sus: características, preferencias, gustos, dispositivo de acceso, localización y contexto. A continuación, se muestra en la Tabla 1 un cuadro comparativo en donde se tiene en cuenta la finalidad del sistema, las características de adaptación

Tabla 1. Comparación Trabajos Relacionados.

Sistema	Finalidad	Características de adaptación	Efectos relevantes
Mascaret [2]	Simular entorno social y físico, que permita evaluar habilidades cognitivas en ambientes educativos.	Adaptación el nivel de la representación del conocimiento a las necesidades de los estudiantes.	Motivación en el proceso de aprendizaje.
O'Shea, T. [10]	Desarrollar herramientas tecnológicas que apoyen el proceso educativo.	Adaptar el contenido en un entorno de aprendizaje móvil	Al tener en cuenta el perfil del estudiante y el perfil del dispositivo, se flexibiliza el proceso en enseñanza.
Khalid [5]	Diseñar un ambiente virtual de aprendizaje	Adaptación al contenido teniendo en cuenta el perfil del estudiante.	El proceso de adaptación permite mejorar la percepción de los estudiantes.
Sasakura [14]	Generación dinámica de cursos	Adaptación del contenido teniendo en cuenta el desempeño del estudiante.	El seguimiento permite la asimilación de conocimientos en un proceso de aprendizaje.
pals2 [15]	Sistema de aprendizaje adaptable, que tiene en cuenta los estilos de aprendizaje	Adaptación de la estrategia pedagógica teniendo en cuenta los conocimientos previos.	El sistema tiene en cuenta las necesidades, preferencias y la forma en la que participan e interactúan los estudiantes.
Zhao [16]	Adaptar de forma dinámica contenidos en un ambiente virtual de aprendizaje	Adaptación al contenido, teniendo en cuenta historiales y el dispositivo de acceso.	Aporte del sistema de recomendaciones en el proceso de enseñanza.
Ewing [4]	Diseño de un sistema hipermedia adaptativo.	Adaptación al contenido, a la presentación y navegación teniendo en cuenta el estilo cognitivo.	Aumenta las habilidades del estudiante dado su estilo de aprendizaje.

consideradas y los efectos relevantes de adaptar, con respecto a dichas características.

Como se puede observar en SI educativos, es importante tener en cuenta el perfil del usuario, el de dispositivo, el estilo de aprendizaje del estudiante y en ocasiones, el desempeño en el sistema. La discapacidad y las dificultades propias del estudiante generalmente no se representan en ningún perfil, con lo que surge la necesidad de generar modelos que tengan en consideración estos aspectos, como el que se presenta en la siguiente sección.

3. Modelo propuesto

El modelo propuesto denominado *ALS* (acrónimo de *Adaptive Learning System*), mostrado en Figura 1., está compuesto de un modelo de adaptación y uno de aplicación. El modelo de adaptación considera el perfil del estudiante, el cual se actualiza de forma dinámica teniendo en cuenta características como el estilo de aprendizaje, el comportamiento en el sistema y si presenta alguna necesidad especial o dificultad.

En el proceso de determinar si un estudiante presenta algún tipo de necesidad especial, se utilizan historiales clínicos y actividades de su comportamiento en el sistema (aquí se pueden utilizar técnicas de Inteligencia Artificial (IA) como por ejemplo una red bayesiana y técnicas de lógica difusa [1] [6], con el fin de determinar si tiene o no algún tipo de dificultad.

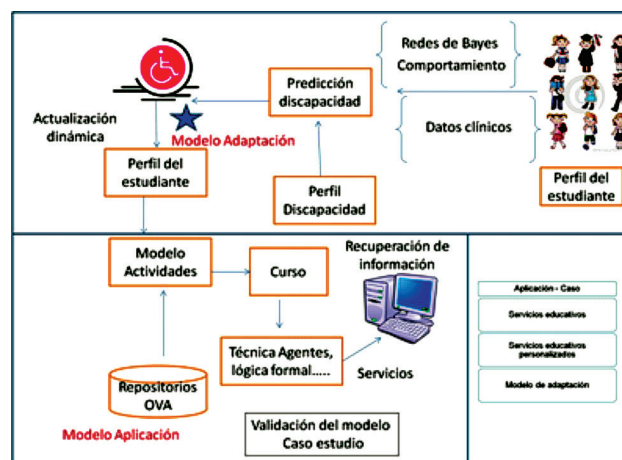


Figura 1. *ALS* (*Adaptive Learning System*)

Para realizar la actualización dinámica del perfil es necesario tener en cuenta el perfil del estudiante, el perfil del dispositivo, el contexto y el perfil de la discapacidad; estos perfiles que se describen a continuación.

3.1 Perfil del estudiante - preferencias

El perfil del estudiante define las características particulares que se consideran en *ALS*. Se tiene en cuenta en dicho perfil: el estilo de aprendizaje, el comportamiento, la discapacidad y las preferencias. En la Figura 2 se muestra el diagrama de clases del perfil, en donde se visualizan particularmente los tipos de preferencias. Para este trabajo, las preferencias son las formas en las que el estudiante prefiere realizar, visualizar y utilizar las diferentes actividades y/o aspectos, que se encuentran en el sistema. Las preferencias que se tienen en cuenta en *ALS* son:

- *Preferencias de actividad*. Hacen referencia a la forma en que el usuario desarrolla las actividades o tareas a su cargo. Este tipo de preferencias se pueden representar a partir de *tests* de personalidad, que permitan determinar si la persona realiza sus actividades: a) Por secuencia (orden en el que se ejecutan las actividades); b) Por importancia (lo que el usuario considera con mayor prioridad con respecto al resto de las actividades según su criterio); c) Por complejidad de subtareas (por el número de subtareas que contiene la actividad o por la cantidad de recursos que demanda la actividad); d) Por facilidad de tema (manejo y conocimiento pleno del tema que abarca la actividad) (Figura 2).
- *Preferencias de percepción*. Hacen referencia a la forma en la que el estudiante reconoce más fácilmente la información cognitiva, según sus estándares (visual/ verbal). Por ejemplo, las preferencias visuales pueden estar dadas por:

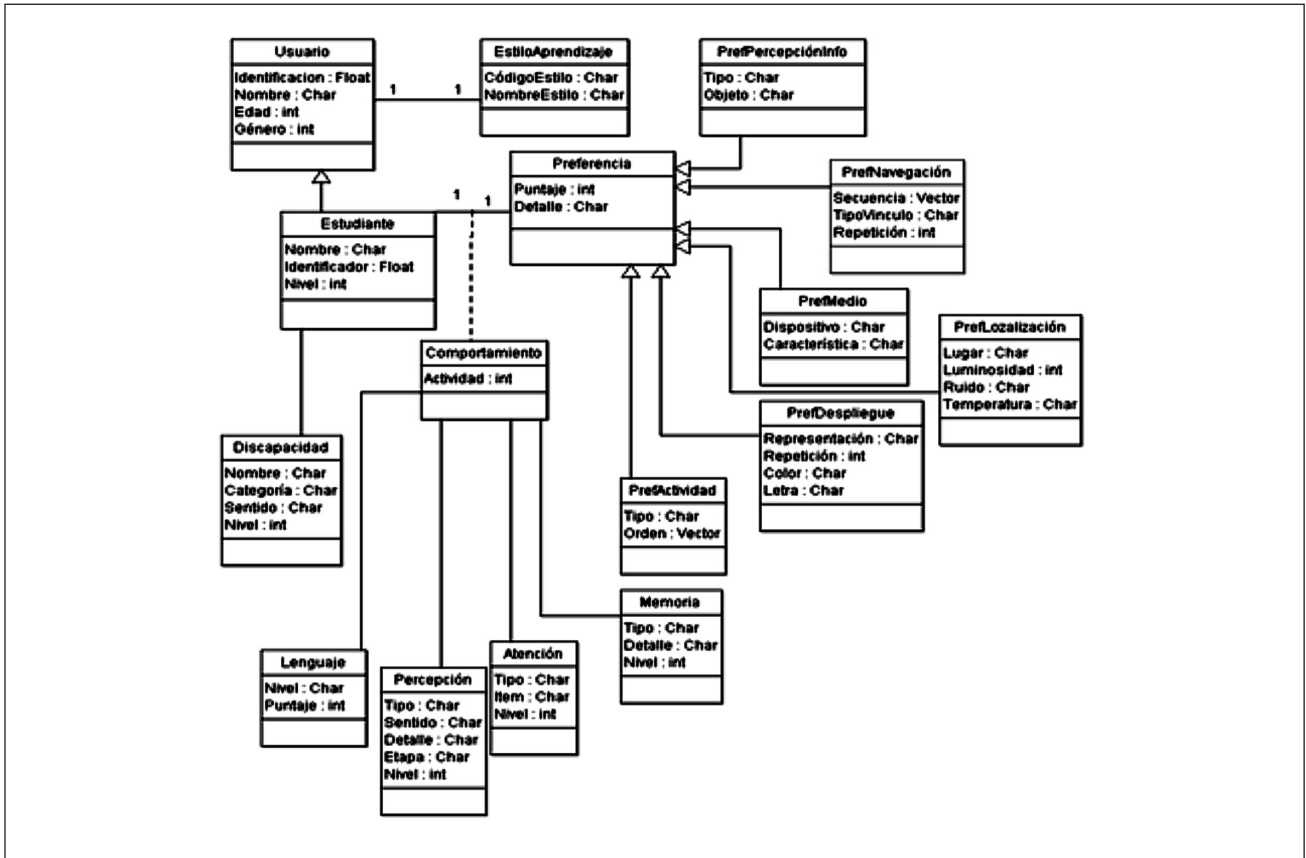


Figura. 2. Diagrama de Clases - Perfil del Estudiante

cuadros, diagramas, gráficos, mapas mentales/ conceptuales, demostraciones, entre otras. Las de estímulo verbal pueden ser: sonidos, formas de expresión oral, escrita, fórmulas, símbolos.

- *Preferencias de despliegue.* Hacen referencia a la forma en la que el usuario desea recibir el contenido. Su representación está ligada a las dimensiones presentadas en sus gustos; es decir: visual, comunicativa, auditiva y táctil.
- *Preferencias en el método de navegación.* Hacen referencia a las rutas de preferencia por el usuario, para navegar por el SI.

- *Preferencias de localización.* Muestra las condiciones del lugar, que hacen que el usuario trabaje de una manera más adecuada, según sus estándares/apreciaciones. Entre las condiciones están: el nivel de luminosidad, la temperatura y el ruido.
- *Preferencia del medio de acceso.* Hace referencia a cómo el estudiante prefiere acceder a la información teniendo en cuenta el medio de acceso, por ejemplo; mouse, teclado.

Con el fin de representar las preferencias se utilizó la notación BNF, como se muestra a continuación:

Preferencias Actividad

```
<Prefe_Actividad> ::= <Nombre_Actividad><Tipo_actividad> <Orden>
<Actividad> ::= <Nombre_Actividad><forma> <Descripción> <Tipo> <Nivel> <Objetivo>
(<Nombre_Actividad> ::= <String>
<Forma> ::= <simulación><texto><video> <lenguaje_especial>
<Descripción> ::= <secuencia><repeticiones><estado>
<Tipo> ::= <secuencia><importancia><complejidad><facilidad><entendimiento>
<Objetivo> ::= <contenido><evaluación><repaso>
<nivel> ::= <percepción><lenguaje><memoria><atención>
```

Preferencia Percepción

```
<Prefe_percepción> ::= <Nombre> <Tipo> <Objeto>
<Nombre> ::= <String>
<Tipo> ::= <Visual> <Auditivo><Verbal>
<Objeto> ::= (<Visual>:: <gráfico><simulación><grafo><mapaconcep>) | (<Auditivo>::<melodía>
<vozpausada><voznormal>) | (<verbal>::<frases><narración><párrafo>)
```

Preferencia de Despliegue

```
<Prefe_Despliegue> ::= <Representación> <Repetición> <Color><Letra>
<Representación> ::= "video" | "simulación" | "imagen" | "gráficos" | "leguajes_especiales" |
"voz"
< Repetición > ::= <Numérico>
<Color> ::= <tonos><niveles><combinaciones>
<Letra> ::= <tipo><fuente><tamaño>
```

Preferencia en el método de navegación

```
<Prefe_Despliegue> ::= <Representación> <Repetición> <Color><Letra>
<Representación> ::= "video" | "simulación" | "imagen" | "gráficos" | "leguajes_especiales" |
"voz"
< Repetición > ::= <Numérico>
<Color> ::= <tonos><niveles><combinaciones>
<Letra> ::= <tipo><fuente><tamaño>
```

Preferencia de localización

```
<Prefe_localización> ::= <Lugar> <luminosidad> <Ruido><Temperatura>
<Lugar> ::= "casa" | "institución" | "trabajo"
<Luminosidad > ::= <Nivel><Tipo>
<Nivel> ::= <Numérico>
<Tipo> ::= <natural><halógena><amarilla>
<Ruido> ::= <Nivel><Tipo>
<Nivel> ::= <Numérico>
<Tipo> ::= <Música><Entorno>
```

Preferencia Dispositivo de Acceso

```
<Prefe_medio> ::= <Dispositivo> <características>
<Dispositivo> ::= <string>
<Características> ::= <tecnología> <tipo_discapacidad>
<Temperatura> ::= <Valor><Grados>
<valor> ::= <numérico>
<grados> ::= <string>
```

Teniendo en cuenta la representación anterior, se establecen los filtros que permiten enriquecer servicios en el SI; por ejemplo, generación de cursos y presentación de temáticas, para desplegar la información que mejor se ajuste a las necesidades del estudiante. Un ejemplo de filtro se muestra a continuación:

```

Reglas Preferencia de Despliegue
Información y Actividad
Sea fd ∈ Formato_Despliegue
Sea r ∈ Actividad
Sea d ∈ Discapacidad
Filtrar_Actividad(preferencia, r, d){
  If (r == "Contenido") {
    If (preferencia= "Simulación" and
        d="sordo") {
      Despliegue(fd, dispositivo)
    } else {
      If (preferencia= "VideoLenguaje
          Señas" and d="sordo") {
        Despliegue(fd, dispositivo)}}
    }}
  Despliegue(fd, dispositivo, r)
  If (fd e Carác_Dispositivo) {
    desplegarInfo(r)
  }else
    sustitución_formato(r) }

```

Como se puede observar, dada la preferencia en el despliegue de la información y las características de discapacidad, el sistema le muestra al estudiante la actividad en el formato que más se ajusta a sus necesidades. De igual forma, es importante tener en cuenta el perfil del dispositivo para determinar los formatos, la tecnología y la forma en la que se mostrará la información al estudiante. A continuación se define este perfil.

El comportamiento del estudiante se encuentra asociado a la percepción, a la memoria, a la atención y al lenguaje, que determinan los niveles y tipos de discapacidad. La forma en la que se representa el conocimiento en el perfil del estudiante, se puede realizar por medio de técnicas de inteligencia artificial. La Tabla 2 muestra un ejemplo del tipo de conocimiento, la categoría y cómo podría representarse [17].

3.2 Perfil del dispositivo

Este perfil determina las características que deberá tener el equipo, tales como: el software, el hardware, la tecnología de despliegue de la información y de acceso, los formatos de despliegue soportados por el dispositivo, el contexto espacio temporal, y la conexión. La Figura 3 muestra el diagrama del perfil del dispositivo.

Al igual que el dispositivo, es necesario tener en cuenta el contexto que rodea al estudiante en el ámbito académico; a continuación se explica el perfil del contexto.

3.3 Perfil del contexto

Este perfil define las características externas y del contexto que determinan qué factores del medio exterior al sistema pueden tener incidencia en los servicios prestados. Estas características están asociadas con el lugar de conexión, el nivel económico, los recursos, los factores biológicos,

Tabla 2. Representación del conocimiento en el estudiante.

Conocimiento	Categoría	Formas de recolección de información
Conceptos	Hechos, procedimientos, normas, habilidades, objetivos, planes, y tareas; conocimientos declarativos sobre los objetos y eventos	Superposición de los planes de los hechos y procedimientos, redes bayesianas, declarativas conocimiento
Causas que afectan a los estudiantes	El compromiso, el aburrimiento, la frustración, el nivel de concentración	Refuerzo aprendizaje bayesiano la creencia de la red
Experiencia del estudiante	La historia del estudiante, el estudiante actitud, el discurso, los planes, objetivos, el contexto del usuario	Recuperar todas las declaraciones realizadas por los alumnos; identificar los patrones de acciones de los estudiantes
Esteretipos	Conocimiento general de habilidad del estudiante y características, modelo inicial de los estudiantes	Construir varios modelos para diferentes estudiantes

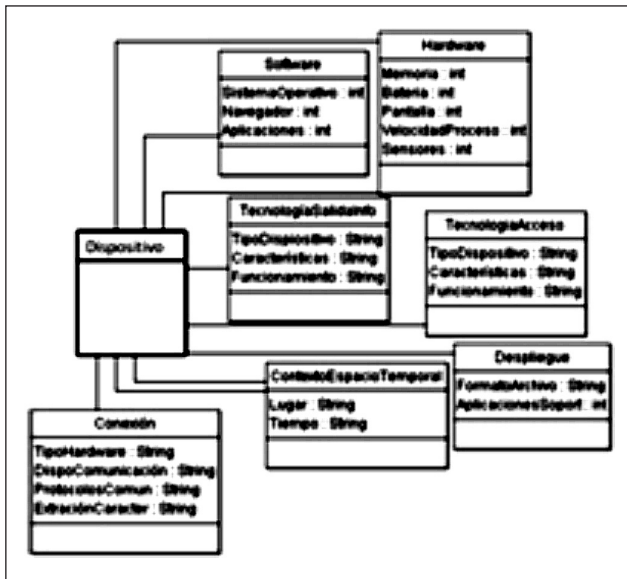


Figura. 3. Perfil del Dispositivo

las políticas o normas, la plataforma tecnológica y la tipificación de objetos virtuales de aprendizaje. La Figura 4, muestra el diagrama del perfil del dispositivo. En *ALS*, se definió adicional al perfil del estudiante, dispositivo y contexto un perfil de discapacidad, perfil que se explica a continuación.

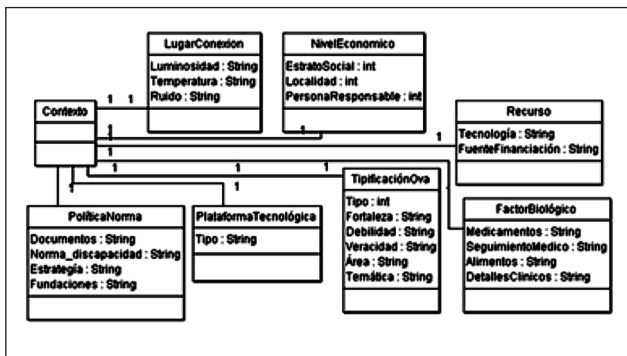


Figura. 4. Perfil del contexto.

3.4 Perfil discapacidad

En este perfil se determinan las principales características de las discapacidades más comunes y leves; está relacionado con el perfil del estudiante y permite generalizar los aspectos en relación con los SI. En la Figura 5, se muestra este perfil, conformado por las características de los medios de acceso como: teclados, mouse, etc.; el formato

preferido de visualización de información; el tipo de vínculo para navegación entre páginas del sistema asociado con la discapacidad. Además, contiene los niveles de: percepción, memoria, atención y lenguaje que se presentan en diferentes niveles, cuando existe algún grado de discapacidad.

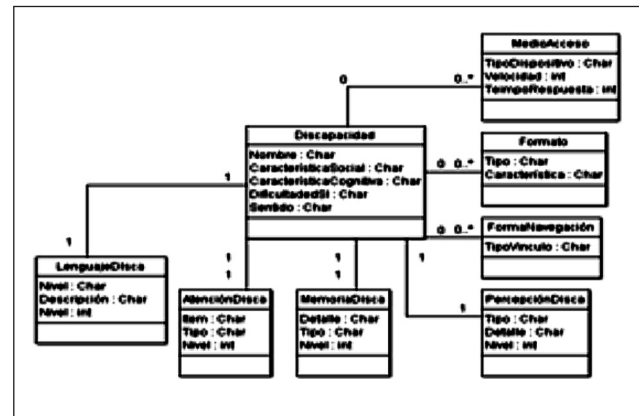


Figura. 5. Perfil de discapacidad

4. Caso de estudio

Teniendo en cuenta lo anterior, se verifica el modelo, determinando todos los perfiles en un estudiante con discapacidad visual. Se define el perfil del usuario y se extraen sus principales características, sus preferencias y su comportamiento en las diferentes actividades del curso. En la Figura 6, se muestran las preferencias del estudiante. Como se puede observar, la estudiante prefiere el despliegue por medio de sonidos, para la navegación y la percepción. La Figura 7, presenta el perfil de discapacidad. Como se puede observar, el perfil de discapacidad tiene en cuenta las principales características de la discapacidad visual con relación al SI (percepción de información al sistema, salida de información, etc.). Tal perfil considera la información referente a la memoria, percepción, lenguaje y atención.

Dados los perfiles, el SI permite adaptar la información a la estudiante con ceguera; como ella la necesita y prefiere. La Figura 8, muestra la adaptación en el despliegue de la información; en la ventana que se muestra, el estudiante tiene iconos referentes al tema y pictogramas traducidos todos a voz, que le indican las acciones que puede realizar.

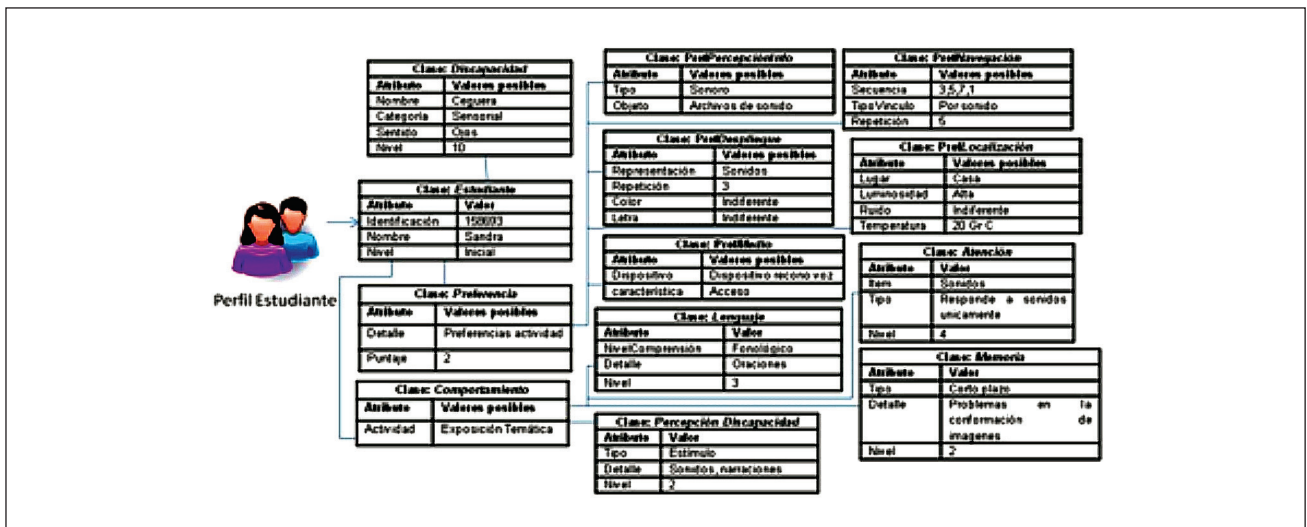


Figura. 6. Preferencias – perfil del estudiante.

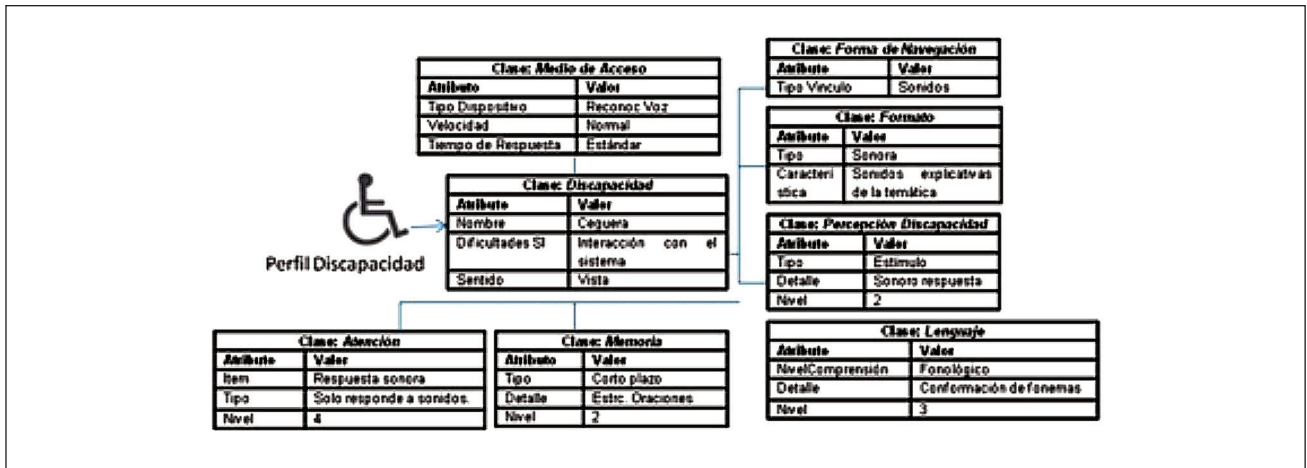


Figura. 7. Perfil de discapacidad.

BIENVENIDO AL CURSO DE CIENCIAS


SANDRA CAROLINA GARCÍA PÉREZ

UNIDADES TEMÁTICAS

A continuación encontrarás las unidades actuales del curso. Selecciona dependiendo tu interés, repasar conceptos o seguir con la siguiente.

Estados de la Materia

En esta unidad se describen los principales estados de la materia.



Instrumentos de medición

En esta unidad se describen los instrumentos necesarios para realizar mediciones a los circuitos electrónicos.




Figura. 8. Sistema de Información que utiliza ALS.

5. Conclusiones y trabajo futuro

La utilización de herramientas tecnológicas permite apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje en los diferentes niveles educativos. Las adaptaciones en los currículos permiten flexibilizar y vincular las personas con dificultades en un ambiente educativo. El modelo ALS, al estar formado por los perfiles de estudiante, contexto, dispositivo y discapacidad, permite adaptar el despliegue de la información y la selección de OVA a un estudiante con o sin dificultad en el proceso de enseñanza. La implementación del modelo en un caso de estudio de una discapacidad visual, evidencia las ventajas

que se poseen cuando se tienen en cuenta las preferencias del estudiante y las características de la discapacidad. Como trabajo futuro, se plantea la implementación del sistema en conjunto, que permita utilizar, por ejemplo, una red bayesiana para predecir características de dificultades en el estudiante, y que permitan actualizar el perfil de forma dinámica.

Referencias

1. Alevan V., Kay J., Mostow J.: "Intelligent Tutoring Systems", 10th International Conference, ITS 2010, Pittsburgh, PA, USA, June 14-18. Proceedings, Part II, LNCS 6095. (2010).
2. Buche C., Querrec R., De Loor P., Chevaillier P. 2004, MASCARET: A Pedagogical Multi-Agent System for Virtual Environments for Training, Journal IJDET, volume 2, pp. 41-61.
3. Consejería Presidencial para la política social. Plan nacional de atención a las personas con discapacidad. Manual Operativo. Bogotá: Consejería Presidencial para la Política Social, (2002).
4. J. Ewing, D. Miller: "A framework for evaluating computer supported collaborative learning". Educational Technology & Society 5(1) 2002. ISSN 1436-4522.
5. Khalid, A. Basharat, A. Shahid, S. Hassan: "An Adaptive E-learning Framework to supporting new ways of Teaching of Teaching and Learning," IEEE, pp. 300-306, (2009).
6. Liu Ch.: "A Simulation-Based Experience in Learning Structures of Bayesian Networks to Represent How Students Learn Composite Concepts", Lecture Notes in Computer Science Volume 6095, Department of Computer Science, National Chengchi University, Taiwan. (2005).
7. Meng Ch. Y.: "An Adaptive Framework for Aggregating Mobile Learning Materials". Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007), pp. 180-182, (2007).
8. Ministerio de Educación Nacional. La ley general de la educación 115 de 1994. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-85906.html>. (1994).
9. Niño T.: "NOMAD: Modelo para la adaptación del despliegue de la información orientado a usuarios nómadas." Cuarto Congreso Colombiano de Computación 4CCC., (2009).
10. O'Shea, T.: "New educational technology models for social and personal computing" In Pro. Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007), pp. 11-14 (2007).
11. Peter B.: "Adaptive Hypermedia: From Intelligent Tutoring systems to Web Based Education others," In: Gauthier, G., Frasson, C., VanLehn, K. Proc. of the Int. Conference on Intelligent Tutoring Systems, LNCS, Montreal, Canada, vol. 1839, Springer- Verlag, pp. 1-7, (2000)
12. Real Academia Española. Diccionario de la real academia española [Online]. Disponible en: <http://www.rae.es>
13. Sanchez E., Cambreres E., y Menéndez V.: "Adapting Mobile Access Scheme for a Legacy e-Learning Platform". Mexican International Conference on Computer Science. IEEE., (2008).
14. Sasakura M., S. Yamasaki: "A Framework for Adaptive e-Learning Systems in Higher Education with Information Visualization", In Pro. IEEE, 11th International Conference Information Visualization (IV'07), pp. 1-11, (2007).
15. Siadaty M., F. Taghiyareh: "PALS2: Pedagogically Adaptive Learning System based on Learning Styles", In Pro. Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007), pp. 616-618, (2007).
16. Zhao X., Ninomiya T.: "A Context-Aware Prototype System for Adaptive Learning Content in Ubiquitous Environment" IEEE, pp. 164-168, (2008).
17. [17] Williams, C. and D'Mello, S. "Predicting Student Knowledge Level from Domain-Independent Function and Content Words", LNCS 6095, (2010), Springer, 1-10.