

SICOLE: DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO COMPUTARIZADO DE LA DISLEXIA EN ESPAÑOL

González C.S., Estevez J., Muñoz V., Moreno L., Alayon, S.
Universidad de La Laguna (España-UE)
cjgonza@ull.es

En este artículo realizamos un recorrido sobre las investigaciones más relevantes en el campo de la tecnología aplicada al diseño instruccional, las cuales marcan las pautas de diseño de los programas educativos actuales y presentamos los criterios pedagógicos y tecnológicos que hemos seguido en el diseño e implementación de un ITS para la diagnóstico, evaluación y tratamiento de niños con Dislexia en el lenguaje español. Este trabajo se halla dentro del marco de un proyecto de investigación interdisciplinar titulado SICOLE, formado por psicólogos, pedagogos e informáticos.

In this paper we present the most significant researchers in the area of technology applied to instructional design. Also, we describe the pedagogical and technological principles followed in the design and implementation of an Intelligent Tutorial System for assessment and treatment of dyslexic children in Spanish language. This work is result of a multidisciplinary research with engineers, teachers and psychologists and it has been funded by «Fondos Europeos para el Desarrollo Regional» (FEDER), IFD97-1140, and the «Dirección General de Investigación Científica y Técnica» (DIGICYT). This package has being used in several Spanish schools as part of its validation process.

Palabras Claves: Interfaces Multimedia Inteligentes, Aprendizaje Multimedia, Dificultades de aprendizaje

Keywords: Intelligent Multimedia Interfaces, Multimedia Learning, Learning Difficulties

1. Antecedentes y Motivaciones

Los trabajos de Papert '70 representan los primeros intentos de utilización de software más allá de la simple presentación de informaciones. Papert, creador del lenguaje LOGO, propone que una utilización adecuada del ordenador puede implicar un importante cambio en los procesos de aprendizaje del alumno. Esta

aportación constituye el primer antecedente de la aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en la Educación.

Esta disciplina, ha evolucionado desde la idea de que sistemas expertos se hicieran cargo de la enseñanza como sistemas prácticamente autónomos, hasta considerar que los sistemas tuvieran en cuenta el conocimiento y el estilo de aprendizaje del alumno. En respuesta a esta

razonable exigencia, se construyeron sistemas tutores inteligentes (ITS, en la nomenclatura anglosajona) que incorporaban un modelo del alumno y adaptaban la instrucción a sus características y al desarrollo de la propia sesión de enseñanza.

A pesar del interés inicial de esta disciplina y de las expectativas que se vislumbraban, el impacto de la enseñanza asistida por ordenador no ha sido tan grande como se esperaba. Se han desarrollado gran cantidad de sistemas de enseñanza bajo diferentes paradigmas y en diferentes áreas pero no se ha logrado una aplicación masiva (gran parte de ellos no han pasado del estado de prototipo). Se han desarrollado numerosos ITSs en diferentes dominios de aplicación, todos ellos generalmente en ámbitos universitarios y dominios muy concretos (Murria, 1999), pero no se han encontrado trabajos significativos que estén dirigidos al desarrollo de ITSs para alumnos con trastornos en el aprendizaje en la lectoescritura.

Con respecto a la Multimedia en la Educación, podemos decir que existen estudios de como el aprendizaje se ve influenciado por la combinación de medios y modalidades que se utilizan en la multimedia (Moreno y Mayer, 2000). Además, se ha investigado sobre la utilización de los agentes pedagógicos como elemento esencial en la comunicación con el alumno (Moreno y otros, 2000). Los agentes pedagógicos concebidos como mediadores de aprendizaje, contribuyen al desarrollo de las distintas actividades por parte del usuario del sistema y facilitan los procesos de metacognición, guiando al alumno para la resolución de la tarea y presentando los resultados de la evaluación del rendimiento en el cumplimiento de la misma.

Algunos estudios destacan que la clave para que los programas educativos resulten exitosos con individuos que presenten problemas de aprendizaje, depende de la flexibilidad del soft-

ware para el logro de una enseñanza individualizada (Neuman 1991, Moreno y otros 2000). Esto se logra a través de la adaptación de la complejidad de las tareas y la presentación de estímulos a los estilos de aprendizajes y a las necesidades particulares de los alumnos.

En cuanto al problema de la dislexia podemos decir que es uno de los factores de fracaso escolar con mas índice en España, uno de cuatro casos de fracaso escolar está relacionado con la dislexia (Gómez, 2001). La dislexia no depende de la inteligencia del individuo. Podemos definirla como el problema para aprender a leer que presentan niños cuyo coeficiente intelectual es normal y no aparecen otros problemas físicos o psicológicos que puedan explicar dichas dificultades.

Una detección temprana de este problema ayudaría a disminuir las dificultades de aprendizajes que conlleva, ya que los contenidos que el niño debe aprender a lo largo de su vida escolar se realiza principalmente a través de la lectura.

Actualmente, existen programas informáticos para atender a los disléxicos en el idioma Ingles pero son escasos para el lenguaje español. Estos se basan principalmente en brindar un apoyo a la lectura a través de la utilización del TTS (Text to Speech) o lo que es lo mismo la traducción del texto a voz sintetizada, pero no hemos hallado referencias a programas inteligentes de diagnóstico y tratamiento integrados.

Por esta razón, es nuestro objetivo diseñar e implementar un sistema inteligente que sirva de apoyo al diagnóstico y tratamiento de la dislexia en el lenguaje español. Este sistema deberá ser capaz de diagnosticar, evaluar y dar el tratamiento adecuado a cada alumno según las características que presente, el tipo de dislexia y el grado de afectación en el problema. Además, deberá lograr un nivel de interactividad con el alumno satisfactoria para

producir una efectiva transmisión del conocimiento. Entonces, la interacción del alumno con el sistema deberá incluir todos los recursos tanto informáticos como pedagógicos que promuevan el aprendizaje.

Por tanto, nos planteamos las siguientes cuestiones fundamentales: a) qué criterios pedagógicos seguiremos en el diseño del sistema para lograr los objetivos propuestos y, b) qué tecnologías nos permitirán manipular el conocimiento experto de psicólogos y pedagogos y lograr el proceso de adaptación del sistema al alumno.

En este artículo se describen, los criterios pedagógicos que hemos seguido en cuanto a las teorías e investigaciones que guían el diseño instruccional del sistema, la forma de la presentación de la información al usuario, las estrategias de enseñanza utilizadas así como los aspectos de atención y motivación del alumno durante la ejecución del sistema. Asimismo, se abordan los criterios tecnológicos contemplados para modelar e implementar el ITS.

2. Consideraciones pedagógicas

2.1 Teorías e investigaciones que guían el diseño multimedia

Las personas pueden integrar la información proveniente desde distintas modalidades sensoriales y desde distintos modos (verbal y no verbal) dentro de un modelo mental.

Los avances tecnológicos han hecho posible la integración de diferentes modos de presentación verbal (i.e., narración y texto escrito) y no verbal (i.e., gráficos, vídeos, animación, sonidos ambientales) en un solo dispositivo como es el ordenador.

En el diseño de la multimedia debemos elegir entre múltiples combinaciones de modos y modalidades que promuevan un aprendizaje significativo. Entonces nos preguntamos,

¿cómo debería mostrarse la información?, ¿auditivamente en forma de narración, visualmente en forma de imágenes o ambas?, ¿se debería aumentar la motivación y diversión utilizando palabras, sonidos ambientales o música?, ¿esta utilización de medios para la diversión, aumentaría el aprendizaje del alumno?.

A pesar de las ventajas que ofrece este medio tecnológico para facilitar el aprendizaje, sin embargo, la utilización de la multimedia no ha estado basado en la investigación. Esto significa que el diseño de materiales multimedia ha estado guiado por las propias intuiciones de los que diseñan y no en la evidencia empírica.

Considerando que el diseño instruccional de la multimedia debería estar basado en una serie de principios Mayer y Moreno (2000) han elaborado una «Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia». Los supuestos en los que se basan son:

- La memoria de trabajo incluye una memoria de trabajo auditiva y una memoria de trabajo visual.

- Cada almacenamiento en la memoria de trabajo tiene una capacidad limitada.

- El aprendizaje significativo ocurre cuando un alumno en cada almacenamiento retiene información relevante, organiza la información, realiza una representación coherente de la misma y efectúa las correcciones respectivas a las representaciones. Las correcciones pueden realizarse solo si la correspondiente información verbal y gráfica se encuentra al mismo tiempo en la memoria de trabajo.

De acuerdo a esta teoría y luego de una serie de pruebas realizadas, surgen los siguientes principios de diseño multimedia:

- **Principio de la atención dividida:** Los alumnos aprenden mejor con el material instruccional que no les requiera dividir su atención en múltiples fuentes referidas a la misma información.

- Principio de Modalidad: Los alumnos aprenden mejor cuando la información verbal es presentada auditivamente como discurso y menos cuando se presenta visualmente en la pantalla en forma de textos, tanto en presentaciones secuenciales como concurrentes.

- Principio de Contigüidad Espacial: Los alumnos aprenden mejor cuando el material visual y el texto se encuentran físicamente integrados y menos si éstos se encuentran separados.

- Principio de Contigüidad Temporal: Los alumnos aprenden mejor cuando el material verbal y visual está sincronizado temporalmente que si se presentan en distintos tiempos separados entre sí.

- Principio de Coherencia: Los alumnos aprenden mejor si se excluye material extraño al contenido que se quiere enseñar (sonidos, músicas ambientales, etc. incluidas a modo de que el programa resulte más entretenido) de las explicaciones multimedia.

Según estos supuestos, el aprendizaje activo ocurre cuando el alumno es capaz de enlazar los siguientes procesos cognitivos:

1. Selección de palabras relevantes para el procesamiento verbal y selección de imágenes relevantes para el procesamiento visual .
2. Organización de palabras en un modelo verbal coherente .
3. Integración de las componentes correspondientes en los modelos visual y verbal.

Las investigaciones de Neuman (1991) sobre el diseño de programas educativos con niños que presentan necesidades educativas especiales de aprendizaje, indican que éstos pueden ser positivamente afectados mediante un diseño sencillo que evite instrucciones textuales muy largas, gráficos confusos y difíciles formatos de presentación. Además, los trabajos realizados por McArthur (1986) refuerzan la necesidad de que la interface presente una manipulación directa de los objetos visibles de

interés (MacArthur y Shneiderman, 1986).

Actualmente, se ha comenzado a investigar el impacto del aprendizaje basado en ordenadores sobre los estilos de aprendizaje (Glibert y Han, 1999). Los estilos de aprendizaje son las diferentes formas que tiene una persona de aprender y estudiar. Todos tenemos diferentes formas de aprender y preferencias que nos permiten aprender más y con mayor efectividad, de ahí la importancia de disponer de un entorno de aprendizaje capaz de adaptarse a esta diversidad. Una interface multimedia permite ofrecer diferentes formas de presentación de las tareas que se adapten a los distintos modos de aprendizaje. Es importante destacar que tanto el proceso de motivación como el cognitivo impactan en la conducta del alumno hacia el aprendizaje.

2.2 Estrategias de Enseñanza

Las estrategias que se presenten al alumno deben contemplar una serie de componentes que se relacionen con los aspectos cognitivos y motivacionales de las conductas de los alumnos hacia el aprendizaje. Nosotros hemos considerado los estilos de aprendizaje y estrategias que contemplan dichas conductas individuales en nuestro sistema de instrucción.

Previamente a la determinación de las secuencias de tareas a realizar por el alumno se tiene que obtener su adaptación que consistirá en secuenciar, esto es, dividir los objetivos en subobjetivos más pequeños, de forma que se alcancen los objetivos pero en pasos más pequeños ó en muchos casos, se tendrán que eliminar pasos.

Teniendo en cuenta que las acciones del alumno inician las diferentes actividades, la interface soporta un proceso de diálogo basado en eventos. En este tipo de interface las acciones de los alumnos no pueden ser anticipadas.

La investigación más reciente en el ámbito

multimedia ha tomado como marco conceptual la teoría del procesamiento de la información. Teniendo en cuenta esto, la comunicación e interacción con el alumno en nuestra interface es llevada a cabo a través de cuatro tipos de tareas: a) Motivación (tareas simples/ *feedbacks*); b) Explicación (mostrar/ describir); c) Evaluación (preguntar/ relacionar) y d) Refuerzo (repetir variando presentación) y de eventos dinámicos: llamar la atención del alumno; informar al alumno sobre los objetivos de aprendizaje; informar al alumno sobre conceptos aprendidos anteriormente; presentar diferentes estímulos para un mismo concepto; guiar el aprendizaje; informar el resultado de la actividad; etc...

2.3 Atención y Motivación

Para captar y mantener la *atención* y la *motivación* del alumno durante la ejecución del sistema, utilizamos los siguientes métodos:

- Llamamos la atención del estudiante cada cierto tiempo si éste no responde a la interacción seleccionada;
- Dotamos al sistema de diferentes estímulos alternativos para presentar una misma actividad de modo de evitar la repetición de presentaciones idénticas;

Incorporamos *agentes pedagógicos* que interactúan y cooperan con el alumno de una manera natural para que una actividad sea ejecutada. Los agentes animados presentan el problema, guían la ejecución de la actividad y presentan estímulos positivos y/o negativos de acuerdo a los resultados obtenidos de la resolución de la actividad presentada. Estos agentes utilizarán un estilo de lenguaje personalizado y familiar, llegando de esta manera al alumno de una forma más natural y produciendo una comunicación más eficiente. A través de la utilización de estos agentes, la motivación del alumno se ve incrementada, ya que lo ven como una interacción social.



Figura 1. Agentes para la interacción social

La utilización de la tecnología TTS hace posible que los agentes puedan reproducir textos introducidos en el ordenador, distintas variables que soportan las instrucciones, refuerzos verbales tanto positivos como negativos y variables personales del alumno como su nombre, permitiendo a través de esta transformación de texto a voz sintetizada la creación de un lenguaje personalizado para un determinado alumno. Además de la voz, otros factores importantes son las emociones que podemos programarles a estos agentes, por lo que están programados para comportarse según las acciones cometidas por los usuarios. Por ejemplo, si se equivocan las emociones con las que se comportan son las de tristeza o desconcierto y le piden al usuario una nueva interacción. En el caso contrario, respuesta correcta, saltan de alegría, aplauden, les dan algún premio y le solicitan una nueva actividad. Cada agente posee una personalidad, por lo que las animaciones asociadas a estas emociones difieren en cada personaje en particular.

En la siguiente figura vemos una tarea de evaluación, de tipo de juicios de comparación. Es un juego de sonidos donde interactúan de dos agentes, uno encargado de la interacción social y el otro diseñado por nosotros debido a la importancia de que el alumno observe el movimiento de los labios cuando oye el sonido.



Figura 2. Interacción con dos agentes en una tarea

Vistos los aspectos pedagógicos tenidos en cuenta para el diseño, veremos ahora como hemos modelado e implementado las partes fundamentales de nuestro ITS.

3. Consideraciones Tecnológicas

3.1 Metodologías para la construcción del ITS

La representación del conocimiento experto de los psicólogos y pedagogos debe contener tanto las teorías básicas que dirigen las estrategias de enseñanza, como el conocimiento heurístico que caracteriza la actividad que llevan normalmente con los alumnos. En este sentido, el ITS representa las teorías básicas, ya incorporadas al diseño del mismo y el registro de las actividades que los expertos diseñan para procesos específicos de diagnóstico, evaluación y tratamiento de la dislexia. Este conocimiento experto debe adquirirse y modelarse de forma estructurada.

A la parte del sistema donde representamos los conceptos, hechos y relaciones de las componentes y el proceso de razonamiento de los profesores la llamaremos Sistema Basado en Conocimiento (SBC).

Además, el alumno interactúa con el sistema, y al producirse las respuestas a la interacción

solicitada, el sistema registra y analiza su progreso y adapta dinámicamente la presentación de las tareas según los datos provistos por el SBC. A la parte encargada de la interacción y de la adaptación de la presentación la llamaremos Interface Multimedia Inteligente (IMI).

A continuación vamos a describir las metodologías utilizadas para modelar cada una de las partes.

SBC

Para representar el conocimiento experto respecto a sus componentes e interrelaciones hemos utilizado la metodología KADS (Schreiber y otros, 1994) y la planificación instruccional (Mcalla, 1992). Con la metodología KADS se pueden construir los SBC siguiendo dos principios:

- el principio de múltiples modelos;
- y el principio de describir, de forma independiente de la implementación, las distintas capas de conocimiento que existen cuando se resuelve el problema.

El principio de múltiples modelos facilita la construcción de los SBC, considerando el problema como formado por un conjunto de modelos, de forma que cada modelo enfatiza ciertos aspectos del sistema que se va a construir, y se abstrae de otros.

Aunque el KADS propone un conjunto de modelos para el desarrollo del SBC, sin embargo, el número y grado de elaboración de los modelos dependerán del contexto del proyecto específico y de la planificación y control realizado en el proceso de construcción. En nuestro caso el modelo donde subyace el conocimiento del SBC es el modelo experto.

Este modelo está formado por diferentes capas de conocimiento, y éstas son independientes de cualquier implementación concreta. Esto es, se asume que en la construcción de un SBC es posible y útil

distinguir entre distintos tipos de conocimiento de acuerdo a los diferentes roles que juegan en el proceso de razonamiento.

Una primera distinción de tipos de conocimiento sería el conocimiento de dominio (conocimiento estático, formado por los conceptos, relaciones y hechos que son necesarios para razonar acerca de una determinada aplicación), y el conocimiento de control (conocimiento acerca de cómo controlar el proceso de razonamiento en la resolución de un problema).

El ITS incorpora un modelo del alumno que, mediante la instanciación particular de cada sujeto, permite la presentación individualizada de las tareas de aprendizaje.

La enseñanza individualizada se basa en la adaptación de los contenidos a transmitir y en la modelización de cada alumno caracterizado a través de una serie de variables de tipo cualitativo y cuantitativo. El modelo del alumno se construye a partir del perfil (variables referentes a las características personales en cuanto sus preferencias y atributos más permanentes, tales como su edad cognitiva, edad cronológica, visión, audición, lateralidad, etc...) y el historial (variables dinámicas referentes al proceso de aprendizaje del alumno).

En la implementación del ITS se representan los métodos de resolución de problemas utilizados por los psicólogos, psicopedagogos o profesores como un proceso de planificación. En este proceso de planificación los nodos del árbol de búsqueda son situaciones de los alumnos (nivel de cumplimiento de los objetivos) y el camino de un nodo a otro es el plan para pasar de una situación a otra.

IMI

Con respecto al diseño de la interface, se deben contemplar las características del aprendizaje de cada alumno con el fin de adaptar el tipo de tarea y los componentes de

cada presentación (frases, palabras, dibujos, feedbacks, explicaciones, etc) a tales características. Además, se diseñarán las estrategias de enseñanza que se utilizarán para realizar la interacción con el alumno.

Por lo tanto, hemos diseñado nuestra IMI siguiendo el modelo estándar para la creación de presentaciones inteligentes (IMMPS) (Bordergoni, 1996).

La adaptabilidad es considerada como la mejor características de los IMMPS para facilitar el acceso a los sistemas interactivos a grupo de usuarios que pertenecen a categorías heterogéneas según sus requerimientos.

El proceso a través del cual la interactividad tiene lugar se caracteriza por varios atributos, los cuales no están claramente separados (Karagiannidis y otros, 1995).

- *Determinantes*: son los factores que guían el proceso de adaptación.

Por ejemplo, la adaptación puede ser basada en las *características del usuario* (modelo del alumno), en las *estrategias de enseñanza* (conocimiento estratégico sobre la planificación de las secuencias didácticas), el *grado de conveniencia de la utilización de medios según los tipos de dislexia*¹ (fonológica, superficial ó mixta (Jiménez y Hernández, 2000)) y/o *naturaleza de la tarea* (módulos de evaluación y de tratamiento según el problema: discriminación autiva, conocimiento de letras, sintáctico, fonológico,...), etc.;

- *Constituyentes*: son los aspectos de la interacción que son adaptados.

Por ejemplo, la *presentación de la información* según el tipo de dislexia (fonológica, superficial ó mixta) y grado de afectación en las rutas; la *simplificación de la tarea donde* se eliminan accesorios complementarios, se disminuyen las opciones,; adaptación de los *componentes visuales de la presentación*: frases, palabras, gráficos y animaciones son presentados según su nivel de

incidencia o peso en su combinación según el tipo de tarea a realizar y/o el tipo de error cometido y/o de los *componentes auditivos de la presentación*: frases, palabras, feedbacks y explicaciones son presentados según su nivel de incidencia o peso en su combinación según el tipo de tarea a realizar y/o el tipo de error cometido

- *Objetivos*: son los objetivos particulares que sirven al proceso de adaptación

Por ejemplo, en términos técnicos la *fácil escalabilidad y reutilización del sistema y minimizar costos en términos de recursos informáticos* y en términos pedagógicos *aumentar la atención y motivación del alumno y promover un aprendizaje significativo a través de una correcta combinación de medios y modalidades*.

- *Reglas*: definen las asignaciones de los constituyentes a los determinantes teniendo en cuenta la satisfacción de los objetivos de la adaptación.

Por ejemplo algunas de las reglas del sistema serán: «Si el usuario tiene dislexia fonológica, presentar palabras irregulares e introducir en la presentación pseudopalabras o palabras familiares gradualmente en el tratamiento», ó «Si el usuario tiene dislexia superficial aumentar gradualmente la longitud y complejidad de las palabras», ó «Si el alumno comete un error e un n de veces máximo revisar los prerrequisitos e ir a otra tarea relacionada de menor complejidad», etc...

El proceso de adaptación se logra a través de la selección de los constituyentes sobre el estado de los determinantes por medio del uso de las reglas de adaptación.

3.2 Implementación

Nuestro sistema posee un módulo de inferencia encargado de monitorizar las respuestas del usuario a las interacciones

solicitadas y determinar de acuerdo a éstas y al grado de satisfacción de los objetivos, las instanciaciones de los constituyentes de la adaptación.

Asimismo no hemos concentrado el almacenamiento de todas las reglas en el módulo de inferencia, ya que dependiendo del tipo de decisión a tomar algunas deberán almacenarse en la interface. El módulo de inferencia decide cuál será la siguiente tarea y qué medios (dibujos, palabras, fonemas, frases, feedbacks, etc.) se utilizarán en las presentaciones de las actividades según los datos almacenados en el modelo del alumno (perfil e historial). La interface lee estas especificaciones registradas en la Base de Datos y decide cuándo y cómo ha de utilizar estos medios según se vayan produciendo las respuestas a las interacciones solicitadas al usuario.

El prototipo implementado nos permite la adaptación de la presentación de las tareas a las características individuales del alumno a través de un programa que genera dinámicamente actividades y construye la presentación de la manera más ajustada al estilo de aprendizaje del alumno.

Para la implementación de este prototipo hemos utilizado herramientas de bases de datos (MySQL) combinadas con herramientas de programación para desarrollos de cursos en Internet (Macromedia Flash 5, Macromedia Dreamweaver Ultradev 4, Coursebuilder), para la producción de medios e imágenes (Macromedia Fireworks, Corel Draw, Corel Photo Paint) y por último para generar el motor de inferencia el CLIPS.

El generador de presentaciones se implementó como un conjunto de programas que interconectan a la base de datos con cada plantilla. Una plantilla refleja la estructura de la tarea donde estarán determinados los tipos de interacción, contenedores de texto, gráfico,

sonido y animación y las variables de entrada y de salida.

En síntesis, el resultado es una combinación de páginas dinámicas ASP conectadas a una Base de Datos a través de ODBC dónde el contenido de una presentación es el resultado de una consulta SQL.

El proceso de comunicación entre el motor de inferencia y la interface se realiza a través de la base de datos.

4. Validación

El programa SICOLE se administró a una muestra de 123 sujetos (65 niños y 58 niñas), de edades comprendidas entre los 7 y 12 años de edad ($M=108.7$; $DT=13.2$). Los sujetos estaban escolarizados en seis centros subvencionados con fondos públicos, situados en zonas urbanas-periféricas de los municipios de La Laguna y Santa Cruz de Tenerife, siendo la extracción social de nivel medio-bajo. Los niños fueron clasificados en tres grupos de acuerdo con su nivel de lectura: (1) un grupo experimental de 37 sujetos con DAL de 4º curso de primaria (edad, $M=117.6$; $SD=6.1$); (2) un grupo control de 45 BL igualados en edad con el grupo anterior (edad, $M=117.6$; $DT=5.4$); y (3) un grupo control de 37 BL de 2º nivel escolar igualados en nivel lector con el grupo que presenta DAL (edad, $M=91.61$; $DT=3.7$). A la hora de seleccionar los sujetos con DAL se utilizó como punto de corte un $PC < 25$ en la prueba de lectura de pseudopalabras del tests PROLEC (Cuetos y otros, 1996). Los sujetos seleccionados tenían un CI normal y no se diferenciaban en función del mismo [$F(2,122)=1.82$, $p=.16$]. A su vez, no existían diferencias significativas en la distribución de los sujetos, en los grupos, en función del género [$\chi^2=3.10$, $p=.21$]. La Tabla 1 recoge las medias y desviaciones típicas para cada uno de los grupos en función del CI y el género.

	Grupos					
	DAL		BL. 4º		BL. 2º	
	M	SD	M	SD	M	SD
CI	113.0	16.4	108.4	11.6	114.9	19.2
Edad	117.6	6.1	91.6	3.8	117.1	5.4

Tabla 1. Medias y Desviaciones típicas para cada uno de los grupos en función del CI y la edad.

Los resultados de estas pruebas han sido publicados en diversos artículos de interés en el área de Psicología (JIMÉNEZ y otros 2003, ORTIZ y otros 2002, ORTIZ y otros 2003).

5. Conclusión

Se ha presentado los criterios pedagógicos y tecnológicos que han guiado el diseño, modelado e implementación de una ITS capaz de adaptar los medios y modalidades de una presentación según las respuestas de los usuarios.

De este proyecto de investigación hemos aprendido algunos aspectos técnicos importantes, como que el sistema debía tener una estructura y arquitectura flexible para poder adaptarse a los distintos casos particulares de dislexia. Uno de los principales beneficios de la arquitectura utilizada, es que permite incorporar nuevas estrategias y modificaciones a los módulos implementados permitiendo a los psicólogos experimentar con diferentes formas de resolución de problemas. Otro beneficio importante de nuestra arquitectura, es la escalabilidad y reusabilidad de los medios (imágenes, sonidos, videos). Al enfrentarnos al problema de manejar una inmensa cantidad de recursos multimedia, pensamos que el diseño de una presentación dinámica y adaptable, donde solo existieran las definiciones de los objetos a representar en la pantalla y las condiciones de presentación según cada caso particular, era la solución óptima. Esta solución

utiliza un módulo de inferencia que compone las presentaciones dinámicamente, seleccionando la siguiente tarea a realizar y los componentes multimedia a utilizar en la presentación de acuerdo a los resultados de progreso del alumno almacenados en la base de datos.

La tecnología de reconocimiento de voz se ha aplicado en varios niveles, siendo uno de los datos más importantes la extracción del tiempo de latencia de la onda del sonido para clasificar a los subtipos de dislexia y otra aplicación más ambiciosa, la implementación de un prototipo con distintas gramáticas para la realización de tareas con análisis de voz de los niños.

Actualmente, continuamos trabajando en este tema de investigación, pero enfocados hacia una población diferente, los adolescentes, en un nuevo proyecto, llamado «Diseño y Validación de un Programa Tutorial Multimedia para la Mejora de Habilidades Fonológicas y Ortográficas en Adolescentes con Dificultades de Aprendizaje» del Ministerio Español de Ciencia y Tecnología.

6. Agradecimientos

Debemos agradecer muy especialmente al Dr. Juan E. Jiménez González del Departamento de Psicología Educativa, Evolutiva y Psicobiología de la Universidad de La Laguna y su grupo de investigación, miembros del proyecto SICOLE.

7. Referencias

BORDEGONI M., FACONTI G., RIST T., RUGGIERI S., TRAHANIAS P., WILSON M. (1996). *Intelligent Multimedia Presentation Systems: A Proposal for a Reference Model Multimedia Modelling: Towards the Information SuperHighway* p.3-20 JP Coutaz,

M Diaz, P Senac (Eds), World Scientific Publishing Co., Singapore.

CUETOS, F., VALLE-ARROYO, F., Y SUÁREZ, M.P. (1996). A case of phonological dyslexia in spanish. *Cognitive Neuropsychology*, 13 (1), 1-24.

GLIBERT J.E., HAN C.Y. (1999). *Arthur: An Adaptive Instruction System Based on Learning Styles*. In Proceedings of ED-MEDIA 1999-World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Seattle, Washington, USA.

GÓMEZ JUAN J. (2001). Artículo El País, pag. 34,23 de enero de 2001.

JIMÉNEZ JUAN E., HENÁNDEZ ISABEL (2000). *Word Identification and Reading Disorders in the Spanish Language*. Journal of Learning Disabilities. Vol. 33, Number 1, pp.44-60, January/February.

JIMÉNEZ, J.E., DÍAZ, A., ORTIZ, M.R., RODRIGO, M., GARCÍA, E., GUZMÁN, R., HERNÁNDEZ-VALLE, I., ESTÉVEZ, A., GONZÁLEZ, G. (2002). *SICOLE: A tutorial intelligent system in assessing and remedial education of reading disabilities in the Spanish language*. The International Dyslexia Association. Washington, D.C.. Junio 27-29.

KARAGIANNIDIS C., KOUMPIS A., STEPHANIDIS C. (1995). *Media/Modalities Allocation in Intelligent Multimedia User Interfaces: Towards a Theory of Media and Modalities*, in Proc First International Workshop on Intelligence and Multimodality in Multimedia Interfaces (IMMI-1).

MACALLA C.I. (1992). *The search for adaptability, flexibility and individualization: Approaches to curriculum in Intelligent Tutorial Systems*. Adaptive Learning Environments, Jones, M. y Winne, P.H. (Eds), Springer-Verlag, pag. 91-121.

MACARTHUR C., SHNEIDERMAN B. (1986). *Learning disabled student's difficulties in learning to use a word processor:*

Implications for instruction software evaluation, Journal of Learning Disabilities, 19, 4, p. 248-253.

MORENO L., GONZÁLEZ C.S., AGUILAR R.M., ESTÉVEZ J.I., SÁNCHEZ J.L., BARROSO C. (2000). *Adaptive Multimedia Interface for Users with Intellectual and Cognitive Handicaps*. Lecture Notes in Computer Science 1839. Gilles Gautier, Calude Frasson, Kurt VanLehn (Eds.) of Intelligent Tutorial Systems. p.363-372. 5th International Conference. ITS 2000. Montréal, Canada.

MORENO R., MAYER R. (2000). *Meaningful Design for Meaningful Learning: Applying Cognitive Theory to Multimedia Explanations*; in View Proceedings Books of ED-MEDIA 2000-World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications. Montreal, Canada.

MORENO R., MAYER R., LESTER J. (2000), *Life-Like Pedagogical Agents in Constructivist Multimedia Environments: Cognitive Consequences of their Interaction*; in View Proceedings Books of ED-MEDIA 2000-World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications. Montreal, Canada.

MURRAY, T. (1999). *Authoring Intelligent Tutoring Systems: An analysis of the state of the art*. Int. J. of AI and Education. Vol 10 #1, pp. 98-129.

NEUMAN D. (1991). *Learning disabled student's interactions with commercial courseware: A naturalistic study*, Educational Technology Research and Development, 39, 1,31-49.

ORTIZ, M.R., JIMÉNEZ, J.E., HERNÁNDEZ-VALLE, I., TRABAUE EL JABER, M. ESTÉVEZ, A. (2002). *Computer Speech-Based Remediation for Reading Disabilities in a Transparent Orthography*. The International Dyslexia Association. Washington, D.C. Junio 27-29.

ORTIZ, M.R., JIMÉNEZ, J.E., HERNÁNDEZ-VALLE, I., TRABAUE EL JABER, M. ESTÉVEZ, A. (2003). *Cognitive processes in reading observed in dyslexia and their assessment in the Spanish language*. 2003 IARLD Annual Conference. International Academy for Research on Learning Disabilities. Bangor, Gwynedd, Wales, UK. Julio 26-29.

SCHREIBER G., B. WIELINGA, HOOG R. (1994). *CommonKads: A Comprehensive Methodology for KBS Development*, IEEE Expert, Vol. 9, n° 6, 28-37.