

DeepTest, una herramienta para el refuerzo del aprendizaje conceptual: descripción y experiencias de uso

Moriyón, R.¹, Saiz, F.¹

¹ Escuela Politécnica Superior, Madrid, Spain,
{Roberto.Moriyon, Francisco.Saiz}@uam.es
<http://www.ii.uam.es/~roberto, ~saiz>

Resumen: En este artículo se describe la herramienta DeepTest, concebida para permitir reforzar el aprendizaje conceptual de cualquier materia, y que puede utilizarse a través de Internet. Se analizan en primer lugar los aspectos genéricos de dicha herramienta, basada en el uso de ejercicios interactivos de detección de incorrecciones. A continuación se describe, por un lado, una primera experiencia de su utilización con un grupo de alumnos, y por otro, los planes de su aplicación en un proyecto de innovación docente que se está comenzando a realizar en la Universidad Autónoma de Madrid.

1 Introducción

La utilización del ordenador no ha introducido grandes cambios en los tipos de ejercicios informatizados más habituales, que esencialmente siguen siendo los mismos que los de ejercicios clásicos llevados a cabo mediante el uso del lápiz y el papel. Los más frecuentes entre ellos son los tests de selección múltiple y los de respuesta libre. Otros nuevos tipos de ejercicios han aparecido en los últimos años, aunque su uso no está muy extendido. En [9] y [12] se hace una introducción y un estudio detallado de los mismos desde una perspectiva psicométrica. El sistema descrito en [11] es especialmente relevante para este trabajo. Entre estos tipos de tests destacan los de selección y colocación correcta de objetos gráficos, utilizados con cierta frecuencia en enseñanza secundaria y cuyo carácter gráfico facilita la atención por parte del alumno, los de selección de textos, utilizados en la lectura y selección de frases detectando zonas relevantes, principalmente en cursos de profundización en la lectura reflexiva, los de modelización gráfica y los de asociación de conceptos.

Por otra parte, existen hoy día sistemas de evaluación del conocimiento más interactivos a través del desarrollo de herramientas específicas para determinadas materias, como los entornos de diseño y ejecución de problemas matemáticos, [1], los entornos de simulación y manejo a distancia de equipamientos de laboratorio, [2], y los dedicados a la arquitectura [8]. El Educational Testing Service de los EEUU, responsable de la evaluación mediante tests a nivel nacional y estatal de estudiantes y profesionales en muchos y muy importantes ámbitos, es la institución que realiza más aportaciones novedosas de este tipo de aplicaciones, basadas en planes de investigación ambiciosos que han dado lugar a diversas patentes y a numerosas publicaciones científicas del mayor nivel, [10].

En este trabajo se describen diversos aspectos acerca de la herramienta DeepTest, usable a través de Internet, basada en un nuevo tipo de ejercicios interactivos, de detección de incorrecciones (EDIs), y que está bajo una patente pendiente de la oficina europea de patentes, de la que es titular la Universidad Autónoma de Madrid. Los EDIs son documentos que contienen conceptos, razonamientos o información erróneos en distintas formas, que el estudiante debe detectar. Los EDIs se pueden utilizar en el aprendizaje de cualquier materia y su grado de interactividad permite mejorar el aprendizaje en comparación con la utilización de otros ejercicios tradicionales. Esto se debe a que la herramienta está basada en el aprendizaje en base a los errores cometidos.

Los EDIs presentan la información al estudiante en la forma de un documento interactivo, que tiene la apariencia de un documento estático, permitiendo con ello un trabajo más contextualizado. DeepTest incluye una herramienta para la creación de EDIs y un entorno para su resolución interactiva. La herramienta de autor permite la definición de ejercicios interactivos a partir de documentos HTML arbitrarios y la colaboración de los profesores compartiendo colecciones de ejercicios.

Ya que los EDIs están basados en documentos con texto e imágenes, tanto la herramienta de autor como el entorno de resolución presentan una apariencia similar a la de una aplicación para el procesamiento de textos, lo que permite una alta usabilidad. De hecho, los profesores que utilizan la herramienta para crear EDIs no precisan ningún conocimiento informático especializado.

Adicionalmente, existe una alta similitud entre la interfaz para el diseño de los ejercicios interactivos y la correspondiente a su resolución, lo que es beneficioso para el profesor.

DeepTest puede ser integrado como un servicio adicional en plataformas para la enseñanza mediante ordenador como WebCT, [7], gracias a la utilización de estándares para la comunicación entre aplicaciones educativas como IMS, [6] o SCORM, [4].

El resto de este artículo está organizado como sigue: en la próxima sección se describen diversos aspectos genéricos de DeepTest. En la sección siguiente se describe la experiencia de utilización de DeepTest en la Universidad Autónoma de Madrid mediante la creación de EDIs sobre la asignatura de Programación Orientada a Objetos en base a problemas incluidos en los exámenes de años anteriores, [5], y su resolución por los alumnos de dicha asignatura. Por último se muestran los planes de uso de la herramienta en un proyecto de innovación docente de la Universidad Autónoma de Madrid que se ha puesto en marcha recientemente.

2. Descripción de DeepTest

La herramienta DeepTest está disponible para su uso a través de la web, [3], permitiendo a los usuarios profesores registrarse y realizar su trabajo en cursos en los que pueden crear ejercicios interactivos. Además, cada curso incluye a un grupo de alumnos inscritos en él. En este contexto, un profesor puede arrancar un programa de edición de EDIs y sus alumnos asociados arrancar otro programa de resolución de esos ejercicios.

Los EDIs consisten en documentos digitales interactivos relativos al tema que es objeto de estudio, que incluyen afirmaciones, referencias o palabras que no son correctas, que pueden reflejar errores típicos y de importancia esencial. Es por ello que DeepTest permite en este sentido un reforzamiento del aprendizaje conceptual. Los estudiantes tienen que detectar las partes del texto donde se muestran estas afirmaciones incorrectas mediante el ratón o el teclado. A continuación, al corregir las respuestas del alumno, DeepTest le proporciona realimentación acerca de sus conocimientos, mostrando las selecciones del estudiante marcadas en distintos colores, así como las afirmaciones incorrectas que no han sido detectadas por el estudiante, como en la figura 1. Los colores en que se muestran estas selecciones dependen de que correspondan o no a afirmaciones incorrectas. También se asigna una calificación en base a una valoración positiva asignada por el profesor a cada afirmación o palabra erróneas, que se aplica a las zonas seleccionadas apropiadamente, y una valoración negativa asignada igualmente a diferentes secciones del texto, que se aplica a cada una de las selecciones inadecuadas. La calificación global es la suma de todas las valoraciones positivas y las negativas.

Adicionalmente, cada una de las partes del documento citadas en los puntos anteriores puede incluir un enlace a una explicación sobre la corrección o incorrección de la respuesta, al que el estudiante puede acceder mediante un mecanismo de hipertexto. Asimismo, los estudiantes pueden cambiar interactivamente el tipo de información que se les ofrece, como por ejemplo visualizar la versión correcta/incorrecta de cada alternativa incorrecta/correcta.

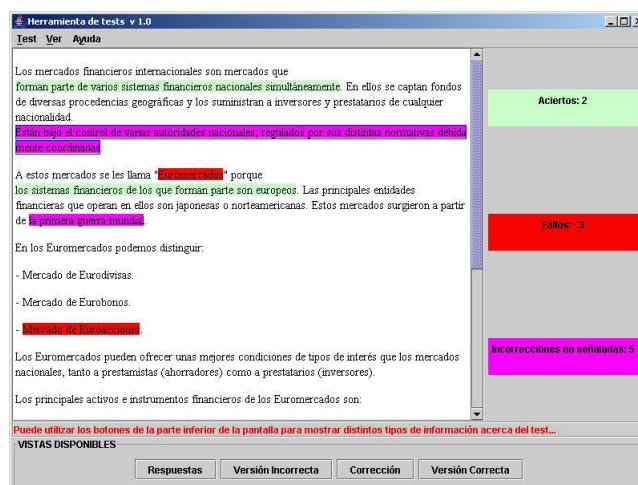


Fig. 1. Corrección de un ejercicio interactivo

Los ejercicios de detección de incorrecciones contienen de por sí un alto grado de ambigüedad, lo cual resulta más marcado en porciones de texto conteniendo afirmaciones. Por ejemplo, en la afirmación falsa

dos más tres son seis se pueden considerar los pares de alternativas falso-verdadero siguientes: dos/tres (es decir, si sustituimos tres en lugar de dos, se obtendría una afirmación verdadera), más/por, tres/cuatro, son/no-son, seis-cinco. Para tratar con estos problemas de ambigüedad, DeepTest dispone de dos mecanismos: en primer lugar, la posibilidad de considerar tipos distintos de alternativas incorrectas (palabras, frases, o cualquier intervalo), y en segundo lugar, el poder definir para una alternativa incorrecta una zona máxima de aceptación de modo que si el estudiante señala un intervalo conteniendo a una alternativa falsa y contenido en esa zona de aceptación se consideraría una respuesta correcta.

La principal diferencia entre los ejercicios generados mediante DeepTest y los creados mediante otros sistemas es que los estudiantes resuelven los ejercicios en un contexto altamente interactivo y produciéndose un claro reforzamiento del aprendizaje conceptual, pues tienen que comprender en profundidad todas las ideas expresadas en el documento, ya que no saben dónde está la información que tienen que destacar ni el tipo de errores contenidos en el mismo.

Además, el diseño de los EDIs y su resolución se realizan en entornos similares, utilizando mecanismos parecidos a los usados en un procesador de textos. La edición de documentos se realiza incluyendo en documentos HTML afirmaciones o palabras incorrectas como alternativas simplemente seleccionando texto y activando un comando que permite reemplazarlo por su versión incorrecta correspondiente. Los profesores pueden asignar también una valoración a las partes correctas e incorrectas del texto, así como enlaces explicativos que corresponden a ambos. Por último, los profesores pueden decidir la amplitud máxima de la zona que los alumnos pueden seleccionar para indicar que una afirmación o palabra es incorrecta, evitando algunos de los problemas de ambigüedad inherente a este tipo de ejercicios comentados más arriba.

La interfaz de la herramienta es muy simple, consistiendo en una zona de edición donde se muestra el documento, una barra inferior para mostrar mensajes de ayuda que se adaptan al contexto de trabajo del diseñador de los ejercicios interactivos, y una zona de menú que ofrece los apartados habituales en un editor, junto con otros propios de los documentos interactivos. Toda la funcionalidad del editor que corresponde a aspectos específicos de los ejercicios interactivos está accesible a través del botón derecho del ratón, mediante la aparición de menús contextuales, como en la Figura 2.

La ayuda contextualizada que proporciona DeepTest a los usuarios muestra en la parte inferior de la pantalla las tareas que pueden realizar en cada momento y cómo comenzar a realizarlas. El sistema global de ayuda complementa al mecanismo anterior y está disponible en todo momento a partir del menú de ayuda.

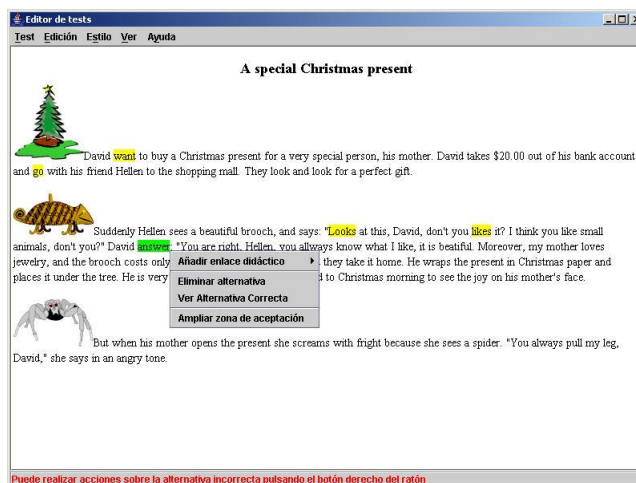


Fig. 2. Diseño de un ejercicio interactivo

En cuanto a la implementación de la herramienta de autor, ésta consiste en un editor de documentos HTML con la funcionalidad ampliada para permitir añadir a los mismos la interactividad propia de los ejercicios interactivos. La tarea principal que puede realizar el diseñador es la creación de nuevas alternativas incorrectas, que se activa a partir de un texto seleccionado con el ratón o el teclado. La herramienta oculta entonces el texto seleccionado y permite al diseñador que teclee la versión incorrecta deseada.

Una vez creada una alternativa incorrecta, el usuario puede añadirle una explicación, ver la alternativa correcta correspondiente y ampliar la zona de aceptación que corresponde a esa alternativa, de acuerdo con lo indicado más arriba. También puede borrar la alternativa, en cuyo caso esa parte del documento se

restituye a la forma inicial. Estas acciones están disponibles a través de menús contextuales, como se puede observar en la figura 2.

La representación de los ejercicios en la herramienta de autor se hace mediante documentos HTML con intervalos que tienen asociada una anotación semántica y grupos de intervalos de este tipo. Las anotaciones semánticas de DeepTest son estructuras de datos que pueden tener una estructura arbitrariamente compleja, lo que permite representar semánticas no triviales como el rol sintáctico de una parte de una oración. En el caso de los intervalos con información errónea, la semántica viene representada por una cadena de caracteres (“True” o “False”).

Los filtros semánticos forman una componente esencial en el diseño de DeepTest. Estos filtros están formados por estructuras semánticas o patrones de ellas junto con estilos asociados de presentación. Los filtros se aplican a los documentos interactivos, mostrando cada intervalo que tiene asociada una anotación semántica con el estilo de presentación asociado a la misma según el filtro. Así, por ejemplo, la figura 2 muestra un documento interactivo durante su diseño, en el que se aplica un filtro que muestra los intervalos con semántica “False” con fondo amarillo y oculta los que tienen semántica “True”. Para ver la versión correcta del documento basta con aplicar otro filtro en lugar del anterior que muestra los intervalos con semántica “True” y oculta los que tienen semántica “False”. Las herramientas DeepTest muestran un documento, asignando diferentes semánticas a partes del mismo en función de las acciones del usuario y aplicando filtros sucesivos en función del estado en que se encuentran. Así, la figura 1 muestra la corrección de un ejercicio interactivo utilizando un filtro de corrección que se activa cuando el sistema pasa al estado correspondiente.

DeepTest ha sido desarrollado en Java 2, utilizando Swing y su arquitectura Model-View-Controller, para construcción del editor, y basándose en J2EE para la implementación del entorno cliente-servidor a través de la web.

3. Experiencia de uso de DeepTest

DeepTest se ha probado con un grupo de 60 alumnos de la asignatura Temas Avanzados de Ciencias de la Computación 2 (Programación Orientada a Objetos 2), de la titulación en Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid. Esta asignatura tiene tres partes, la primera de las cuales se dedica al estudio del lenguaje de programación Smalltalk, la segunda al estudio del análisis y el diseño de programas orientados a objetos, con un énfasis especial en el lenguaje de modelización unificado, UML, y la tercera al estudio del lenguaje de programación C++. Por otra parte, en esta asignatura los exámenes parciales y finales han incluido siempre, desde el año 1995 en que se impartió por primera vez, alguna pregunta bajo la forma de un programa que incluye errores seleccionados que el estudiante debe detectar y proponer formas de corregir. En la página web de la asignatura, [2], se pueden ver los exámenes de la misma a lo largo de estos años.

La prueba se realizó durante la última semana de clases de prácticas de la asignatura, desde el laboratorio de Informática. Los alumnos trabajaron con DeepTest en grupos de dos, debido a las limitaciones del servidor disponible, que no permitía más de treinta accesos simultáneos.

El objetivo de la prueba inicial realizada con DeepTest ha sido detectar posibles problemas de usabilidad de la herramienta y comprobar su adecuación para reforzar el aprendizaje en asignaturas de programación. Para ello se pidió a los estudiantes que rellenaran un formulario después de haber realizado los ejercicios. Contestaron a la encuesta veinticuatro de los treinta grupos que participaron en la prueba. A continuación se describen las cuestiones más relevantes y los datos globales de las respuestas que dieron.

1. Facilidad de uso del sistema: El setenta y cinco por ciento de las respuestas indicaban que el sistema era muy fácil de usar, mientras el veinte por ciento indicaban que era fácil y el cinco por ciento que era complicado.
2. Aspectos concretos que se deberían mejorar: Los estudiantes hicieron varias propuestas, que se indican a continuación.

En primer lugar, manifestaron que en los ejercicios tenían que seleccionar el elemento erróneo concreto, en lugar del conjunto en el que se enmarca (por ejemplo, un símbolo en lugar de la instrucción completa correspondiente). Desde su punto de vista, esto induce a error. Esta dificultad está directamente relacionada con los problemas de ambigüedad descritos en el apartado anterior. Así pues, se podía haber resuelto asociando a cada incorrección una zona ampliada de aceptación que incluyera toda la instrucción que contiene a cada error en los casos en que ello se hubiera considerado conveniente. El hecho de que no se haya hecho así en este caso indica que este tipo de problemas, aunque conceptualmente claros y bien delimitados, pueden ser difíciles de detectar antes de que los estudiantes resuelvan los problemas diseñados. Otra posibilidad habría sido definir ejercicios interactivos de detección de instrucciones completas erróneas.

En segundo lugar, algunos estudiantes echaron de menos que se pudiera simultanear la resolución de los ejercicios interactivos con el acceso a materiales explicativos on line. Este es un problema que se resuelve mediante la integración de DeepTest en una plataforma para el aprendizaje o en un sistema integral de gestión del aprendizaje. Actualmente estamos desarrollando una plataforma propia que permite resolver este tipo de cuestiones y estamos dotando a DeepTest de la conectividad necesaria de acuerdo con el estándar IMS para que estos objetivos se puedan alcanzar con facilidad y con distintas plataformas y sistemas de gestión del aprendizaje. En particular, DeepTest estará próximamente en condiciones de integrarse con BlackBoard y WebCT, las dos plataformas más extendidas en la actualidad.

Por último, dos estudiantes manifestaron como algo necesario el informar al usuario de por qué determinadas instrucciones son incorrectas. Esta es en realidad una funcionalidad disponible en DeepTest, como hemos explicado en la sección anterior, pero que no se había utilizado en los ejercicios que resolvieron los estudiantes debido a que la información correspondiente no estaba incluida en la documentación de partida, problema que habrá que solucionar de cara a su utilización el próximo curso. Así pues es un problema de diseño de los ejercicios, y no una limitación de la herramienta.

3. Conveniencia de proporcionar más información a los usuarios sobre el funcionamiento del sistema: El veinte por ciento de los encuestados echaron de menos una explicación sistemática de la forma de utilizar la herramienta. El resto consideró que la información disponible era adecuada. Hay que tener en cuenta que en el momento en que se realizó la prueba únicamente se utilizaba la ayuda contextual mencionada en la sección anterior. Este problema está siendo subsanado mediante la inclusión de un sistema de ayuda basado en tareas de usuario.

4. Apreciación sobre la utilidad de DeepTest para autovalorar los conocimientos adquiridos: Los resultados fueron muy semejantes a los de la primera cuestión planteada. El setenta y cinco por ciento de los estudiantes pensaban que DeepTest es muy útil para la autovaloración, mientras el quince por ciento pensaban que es útil, el cinco por ciento que es medianamente útil y otro cinco por ciento que no resulta útil.

Dos estudiantes indicaron que el tipo de ejercicios planteados tienen mucho en común con la información sobre errores de programación que da un compilador, algo que ellos utilizan todos los días en clase de prácticas. Nuestra interpretación a esta objeción, que por otra parte no parece ser muy compartida, es que si los ejercicios se ponen de forma meditada se pueden obtener resultados positivos, mientras que si se ponen errores al azar, como muchas veces ocurre con los compiladores, la resolución de los ejercicios no será de utilidad.

5. Apreciación sobre la utilidad de DeepTest para la evaluación por el profesor de los conocimientos del estudiante: En este aspecto se produjo una mayor divergencia en las opiniones. Mientras el treinta y cinco por ciento de los estudiantes encuentran la herramienta muy adecuada para la evaluación, el veinte por ciento consideran únicamente que es adecuada, el diez por ciento considera que es moderadamente adecuada y debería ser completada por otras formas de evaluación, el cinco por ciento la consideran inadecuada y el treinta por ciento se manifiestan totalmente contrarios a la utilización de DeepTest para evaluar los conocimientos adquiridos.

El planteamiento previsto para los próximos cursos en relación con esta cuestión es mantener la inclusión en los exámenes parciales y finales de la asignatura de ejercicios de este tipo, que se podrían resolver y corregir mediante DeepTest si se resuelven los problemas técnicos existentes (disponibilidad de un servidor suficientemente potente y realización de parte del examen en los laboratorios).

6. Adecuación de DeepTest para el aprendizaje de materias informáticas que no sean de programación: De nuevo en este caso las opiniones fueron dispares y se centraron en ambos extremos, como ocurre en el resto de las cuestiones planteadas. Además, manifestaron su opinión en este sentido únicamente la mitad de los grupos que participaron en la prueba. El sesenta por ciento se manifestó muy favorable a la utilización de DeepTest en todas las asignaturas de Informática, un cinco por ciento se mostró favorable, otro cinco por ciento moderadamente favorable y un treinta por ciento totalmente desfavorable.

7. Respecto a la utilidad de DeepTest en el aprendizaje de idiomas, el ochenta por ciento lo consideró muy útil, el cinco por ciento útil, otro cinco por ciento inútil y un diez por ciento totalmente inútil.

8. Por último, al plantearse el interés potencial de DeepTest en el aprendizaje de otras materias, la mitad de los estudiantes se abstuvieron de opinar; de los que lo hicieron, un setenta por ciento encontraban un interés muy grande, mientras un treinta por ciento opinaban que no tiene ningún interés.

Las conclusiones de la encuesta realizada son claras en cuanto a la simplicidad de manejo de la herramienta y su utilidad para la autoevaluación. No lo son, sin embargo, en cuanto a la posible utilización de la herramienta para la evaluación por el profesor, aunque la utilización para la evaluación de parte del conocimiento que se exige a los estudiantes no ha tenido ningún problema. Está previsto que

un experto en psicometría haga en los próximos meses una valoración más objetiva de las posibilidades de la herramienta de distinguir distintos niveles de asimilación de contenidos. En cuanto a las posibilidades de utilización de DeepTest en otros contextos, los datos anteriores se contrastarán a lo largo del próximo curso con los resultados que se obtengan en el proyecto de innovación docente que se menciona más adelante.

4. Reconocimientos

El entorno de diseño y resolución de ejercicios interactivos de detección de incorrecciones DeepTest es producto del trabajo realizado en el proyecto HyperTest, financiado por la Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid, y los proyectos Ensenada, TIC 2001-0685-C02-01 y Arcadia, TIC2002-01948, del Plan Nacional de Investigación de España.

El diseño de la herramienta ha sido realizado por los autores y en el equipo de desarrollo han participado Alberto Andrés, Daniel Mellado, Sergio Jiménez y Almudena San Martín. Los problemas de Programación en Smalltalk y en C++ utilizados en la prueba descrita han sido elaborados por Manuel Alfonseca.

5. Conclusiones y planes futuros

La utilización de DeepTest como herramienta de apoyo en la enseñanza presencial puede reforzar el aprendizaje conceptual, especialmente en relación con conceptos críticos y que los estudiantes con frecuencia no asimilan de forma correcta. La eficiencia de su uso desde el punto de vista de la incorporación de conceptos no asimilados de forma correcta es especialmente grande debido a que la herramienta está basada en el aprendizaje en base a los errores cometidos.

Estamos empezando a trabajar en el proyecto de innovación docente TRAC, Tests para el Reforzamiento para el Aprendizaje Conceptual, en el que participan veintiséis profesores de la Universidad Autónoma de Madrid de distintas especialidades y más de mil alumnos, que probarán DeepTest en diecisiete asignaturas de ámbitos muy diversos, estando previsto el estudio de su utilidad en cada materia tanto para la autoevaluación de los estudiantes como para la evaluación de sus conocimientos por parte de los profesores. Las materias en las que está prevista la utilización de DeepTest corresponden a los ámbitos siguientes: idiomas, Ecología, Biología, Bioquímica, Derecho Internacional, Didáctica de las Matemáticas, diseño para el desarrollo de materiales multimedia, Biofísica, educación cívica, Geografía, Filosofía, Historia de la teoría política, bases de datos, programación, Química, teoría de autómatas y traducción. Actualmente se están desarrollando colecciones de ejercicios interactivos sobre estas materias y las pruebas con los estudiantes se realizarán durante el curso 2004-2005.

En cuanto a los planes de trabajo futuros para la herramienta, el próximo tipo de ejercicios interactivos que estamos considerando permite que el alumno corrija los errores que se encuentran en documentos similares a los descritos en este trabajo, editando su contenido. El sistema utilizará mecanismos heurísticos de inferencia para detectar las zonas del texto que se han corregido de manera adecuada y las que no. Este problema no es simple, como se demuestra por la existencia de multitud de aplicaciones para la comparación de ficheros, algunas basadas en técnicas de Inteligencia Artificial, que consiguen grados de éxito variables en la consecución de sus objetivos. La herramienta a construir deberá utilizar mecanismos de programación mediante demostración para que el diseñador de los ejercicios interactivos especifique de forma interactiva y transparente cuáles son las afirmaciones o palabras erróneas del texto final.

6. Referencias

1. Díez, F., Moriyón, R.: Design and interactive resolution of exercises of Mathematics that involve symbolic computations. Computers in Science and Engineering. (Enero 2004).
2. Dwyer, T. M., Fleming, J. Randall, J. E., Coleman, T. G.: Teaching Physiology and the World Wide Web: Electrochemistry and Electrophysiology on the Internet. American Journal of Physiology (Advances in Physiology Education) 273, 6 (1997), S2-S13
3. <http://DeepTest.ii.uam.es>. Web de DeepTest
4. <http://www.adlnet.org>. Web de Advanced Distributed Learning

5. <http://www.ii.uam.es/~alfonsec/curso4i.htm>. Web de la asignatura Programación Orientada a Objetos 2, Escuela Politécnica Superior, UAM
6. <http://www.IMSProject.org>. Web de IMS Global Learning Consortium
7. <http://www.WebCT.com>. Web de WebCT
8. Katz, I.R., Martínez, M.E., Sheehan, K.M., Tatsuoka, K.K.: Extending the rule space methodology to a semantically-rich domain: Diagnostic assessment in Architecture. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 24 (1988) 254-278
9. *Test Theory: A Unified Treatment* (1999) Roderick P. McDonald. Lawrence Erlbaum Associates, Inc
10. Mills, C., Fremer, J., Petenza, M., Ward, B. (Eds.): *Proceedings of the ETS colloquium, computer-based testing: Building the foundation for future assessment*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
11. Tomico V., Bolaños D., Tejedor J., Morales N., Orjales I., Colás J., Garrido J.: "Interactive Web Platform for Encouraging Reader Comprehension". *Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet 2003, ICWI 2003, Algarve, Portugal, IADIS 2003* (2003) 711-718
12. Zenisky, A. L., Sireci, S. G.: Technological Innovations in Large-Scale Assessment. *En Applied Measurement in Education*, 15, 4 (2002) 337-362