

# **APLICACION DE LA EVALUACION EN LINEA PARA EL PROCESO EDUCATIVO EN SISTEMA CLIENTE-SERVIDOR UTILIZANDO OBJETOS DE APRENDIZAJE**

J. A. Hernández<sup>1</sup>, G. N. Burlak<sup>2</sup>

Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas,  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad Col. Chamilpa,  
Cuernavaca, Morelos

México, CP 62210 Tel. [52777]3297900, ext.6219 Fax [52777]3297084

<sup>1</sup> jose\_hernandez@uaem.mx, <sup>2</sup> gburlak@uaem.mx

## **RESUMEN**

Nosotros discutimos la aplicación de la nueva tecnología computacional en la evaluación del nivel básico de conocimientos para un amplio espectro de materias desde la teoría física a la contabilidad, los negocios y aún las leyes. Nosotros usamos tecnología cliente-servidor basada en el proceso natural de evaluación donde los estudiantes (clientes) son evaluados por un examinador (servidor). Nuestro trabajo está enfocado a la etapa operativa pregunta – examinación, la creación de objetos de aprendizaje, y el uso de algoritmos DES (Data Encryption Standard) de encriptación estándar para cifrar la transmisión de la información. Esta tecnología permite obtener el documento certificando el nivel de conocimiento libre de los prejuicios del examinador y otras condiciones, para realizar una examinación rápida de los diferentes grupos en lugares remotos en cualquier tema de la materia en un sistema unificado a través del Internet. El programa corre en régimen de control o entrenamiento. Por medio de las posibilidades del lenguaje de hipertexto HTML (Hypertext Markup Language), el sistema puede usar símbolos griegos, expresiones matemáticas y químicas indexadas en forma natural, y presentar materiales simples y sofisticados en modo habitual para los estudiantes. Al final de la evaluación el estudiante recibirá una calificación y un raiting que representa la razón entre el tiempo que el estudiante tomó para contestar y el tiempo asignado para cada pregunta en forma amigable para el usuario.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El entrenamiento para las disciplinas fundamentales es imposible sin dominar los conceptos básicos, y la capacidad para utilizarlos para solucionar problemas prácticos para adquirir nuevo y más complejo conocimiento sobre esta base. No tiene sentido tomar las decisiones para una tarea difícil con una posesión débil de los fundamentos del tema. El profesor y el estudiante deben tener la oportunidad de obtener una valoración cuantitativa rápida del nivel del conocimiento básico para su corrección subsiguiente. El control rutinario del profesor no es eficaz, porque conduce a una sobrecarga; que no le deja tiempo para involucrarse en trabajo creativo – con suficiente profundidad- con los mejores estudiantes

para el estudio de las situaciones más complejas de una materia. Con el control usual, generalmente el profesor pasa la mayor parte de su tiempo en el cuidado de los estudiantes. Los programas del control de computadora son usados para descargar al profesor, y permiten la organización apropiada del trabajo en una clase en computadora que pone tal control a disposición todos [2].

Los psicólogos distinguen dos formas básicas de actividad para la persona involucrada en este proceso: la enseñanza y el aprendizaje. La enseñanza es la actividad objetivamente dirigida para el desarrollo independiente del sistema de conocimientos y habilidades de la persona. El aprendizaje es la actividad de una persona (el maestro) dirigida a administrar la actividad de otra persona (el estudiante) [3].

En estos días, las técnicas de enseñanza deben estar basadas en los logros modernos de la ciencia, así como de la tecnología. Por lo tanto, la capacitación moderna debería usar ampliamente la tecnología basada en la aplicación de las computadoras. La tecnología moderna de capacitación tiene que proveer a cada pupilo con el programa apropiado a su nivel de conocimiento. Por lo tanto el examen como herramienta de medida de los resultados del trabajo pedagógico tiene especial importancia, porque sin éste el trabajo individual de cada persona no puede ser organizado. Por otro lado, el examen sirve como la principal herramienta de medida del nivel de conocimiento y dificultad de las tareas. Es imposible operar el proceso educacional especialmente en esta variante tecnológica, sin esta herramienta [6, 11, 19].

El propósito principal de este documento es analizar el sistema de exámenes en línea para determinar el conocimiento básico de los estudiantes a través de exámenes en línea implementados usando objetos de aprendizaje [20] sobre tecnología cliente-servidor. Nosotros enfocamos nuestros esfuerzos en la etapa de examinación del e-learning (aprendizaje en medios electrónicos). En este momento estamos trabajando en el proceso de migración de formato texto-HTML a XML (*Extended Markup Language*) y la generación de objetos de aprendizaje, nuestra meta es cumplir el estándar *Question & Test Interoperability (QTI) Specification Version 1.2.1* de *Instructional Management Systems (IMS)* [12]. El SEL no es competencia de bien conocidos sistemas como BlackBoard [18] que ofrece una solución integrada para e-learning, más bien pretendemos desarrollar una solución similar al software de evaluación Questionmark Perception Assessment [17] que habilita al educador y entrenador para escribir, administrar y reportar acerca de evaluaciones y encuestas de manera segura en Windows y ambientes Web, almacenando las respuestas en bases de datos Oracle y SQL-Server. A diferencia de QuestionMark, el SEL no es dependiente de la plataforma, y permite la transferencia segura de información por medio de algoritmos de encriptación DES [13], además ahorra los costos de la licencia de la base de datos al almacenar las respuestas en bases de datos XML.

Este documento contribuye para el diseño de software de evaluación en línea con la introducción de algoritmos DES para cifrar la información transmitida-recibida y con el empleo de bases de datos sin costo de licencia, ambos elementos apoyados en objetos de aprendizaje y tecnología cliente-servidor mejoraran el proceso educativo en Universidades con la ayuda del Internet.

## **2. EL SISTEMA DE EXÁMENES EN LÍNEA**

En esta sección analizamos un elemento clave para el Sistema de Exámenes en Línea (SEL) “El examen” y su importancia dentro el proceso pedagógico y la evaluación computarizada. Posteriormente describimos la aplicación de objetos de aprendizaje en el sistema empleando el estándar QTI Version 1.2.1 del IMS. Mas adelante discutimos el esquema cliente servidor en el que está basado el SEL, revisamos la parte del servidor, del cliente, la preparación de los exámenes, las herramientas usadas para la implementación así como los resultados preliminares obtenidos con el uso de este sistema.

### **2.1 El examen**

El examen es la herramienta, que ayuda a adquirir e introducir la tecnología de la educación moderna en corto tiempo y con los menores costos.

La prueba pedagógica es un sistema de tareas para la materia específica, con cierto contenido y de dificultad cada vez mayor. Permite estimar la estructura y medir el nivel del conocimiento y de las habilidades. Para ejecutar la función de la herramienta, la prueba debe consistir de un número suficiente de tareas para la prueba, las que definen la longitud del examen. La cantidad óptima de tareas contiene de 40 a 60 problemas. Los elementos claves en la definición del examen son la tarea y su forma de presentación. Según su contenido la tarea es la unidad o sección inicial del texto que contiene un elemento del conocimiento. Solamente el expediente de la tarea del examen representa didáctica y tecnológicamente el medio del control objetivo del conocimiento del estudiante.

El funcionamiento del control de la prueba esencialmente incrementa la motivación y el interés para el entrenamiento. Otras herramientas, exceptuando el examen, para la medida de tales parámetros pedagógicos como el nivel del conocimiento y la dificultad de la tarea no existen hoy en día. Así es posible determinar no solamente el nivel de conocimiento del estudiante, sino también estimarlo cualitativamente y la estructura de su conocimiento. A través de la estructura del conocimiento nosotros entendemos el sistema de conocimiento del estudiante, que permite determinar, qué parte del tema conoce y qué no.

El examen da una estimación cuantitativa independiente de la valoración de la persona del examinador. El examen permite una valoración objetiva del nivel de preparación del grupo, de los cursos, y de las universidades. La examinación realiza la inspección al azar del conocimiento para un estudiante. Así el profesor no puede tener confianza, que el estudiante que obtuvo una buena calificación conoce todas las partes de un tema muy bien. El examen, consiste de un conjunto de preguntas apropiadas, y cubre el tema en su totalidad y por lo tanto da la información sobre conocimiento de cada estudiante del grupo entero.

Durante la prueba el control pedagógico debería estar en conexión indisoluble con los otros elementos del sistema pedagógico general. En un caso común, referente al proceso del entrenamiento y de preparación, el control significa revelar, medir, y estimar el conocimiento y las habilidades. Esto representa la actividad conjunta del profesor y estudiante, y su propósito básico es la valoración de los resultados de los componentes del proceso pedagógico.

### **2.1.1 Las formas iniciales básicas del examen son:**

- Tareas de la forma cerrada – con preguntas de opción múltiple ordenadas
- Tareas de la forma abierta – con preguntas diseñadas de manera libre.

La tarea de tipo abierto es para revelar el conocimiento de los términos, definiciones, conceptos, etc.

- Para distinguir el nivel de maestría, prácticamente de cualquier elemento de la descomposición estructural de los contenidos del archivo de una disciplina, el uso de las tareas del examen de cualquier forma es posible.
- Recomendamos que las tareas sean desarrolladas por un grupo de desarrolladores.

### **2.1.2 Cada tarea del examen debe pasar examinación preliminar experta en:**

- Claridad, objetividad y completitud de las ideas expresadas en esta;
- Importancia, no trivialidad;
- Adecuada en dificultad para el entrenamiento;
- Adecuada en los contenidos;
- Ausencia de la ayuda como diferencia de la forma de la respuesta correcta.

### **2.1.3 Los programas de entrenamiento por computadora sirven para mantener tales propósitos pedagógicos**

- Mostrar material educativo. El entrenamiento en el material en una secuencia fija es provisto de forma textual, gráfica, o a través de audio y video. Lo más avanzado incluye la dinámica de imágenes, de procesos o fenómenos y permite entrenarse al repetir la demostración del material en cualquier secuencia.
- Examinación y diagnóstico. El estudiante es expuesto al examen con el propósito de encontrar alguna de sus características: En particular, profundidad de conocimiento (maestría) y habilidades recibidas previamente. El adecuado programa educativo daría preguntas de examen de entrenamiento para estimar sus respuestas, y también encontrar y explicar errores.
- Entrenamiento. El estudiante recibe conocimiento y habilidades, y los programas educativos organizarán adecuadamente el ambiente para obtener y agilizar las habilidades. Es aceptado nombrar tales programas como programas de entrenamiento.

## **2.2 La Aplicación de objetos de aprendizaje en el SEL**

En este apartado se analizará que debe entenderse por objeto de aprendizaje, como aplicamos este concepto de acuerdo al estándar Question and Test Interoperability (QTI) version 1.2.1 de IMS Global a nuestro Sistema de Evaluación en Línea, así como los esquemas de migración planteados para adecuarse a ese estándar.

### **2.2.1 ¿Qué es un objeto de aprendizaje?**

El Internet ha cambiado la forma en como nos comunicamos, como hacemos negocios, y también como aprendemos, y consecuentemente la forma en como los materiales educativos son diseñados, presentados y entregados a quienes desean aprender. La tecnología de objetos de aprendizaje encabeza la siguiente generación de tecnologías para el diseño, desarrollo y entrega de contenido educativo, debido a su potencial para re-uso, generación, adaptabilidad y escalabilidad.

Existen una variedad de definiciones de objetos de aprendizaje que resultan a veces muy amplias, mientras que otras veces son personalizadas para la herramienta, sistema u organización que las emplea. Así el Comité de Estándares de Tecnologías del Aprendizaje LTSC (*Learning Technology Standards Committee*) del IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) define Objetos de aprendizaje como “cualquier entidad, digital o no-digital, la cual puede ser reutilizada o referenciada por la tecnología apoyando el aprendizaje” [14]. Esta definición es extremadamente amplia, y al analizarla falla para excluir cualquier persona, lugar, cosa, o idea que ha existido en cualquier momento de la historia del universo, debido a que cualquiera de ellos apoya de alguna forma el aprendizaje.

Ahora consideremos algunas definiciones que usan la visión orientada a objetos para la instrucción asistida por computadora que confunden el concepto. David Merrill usa el término “objetos de conocimiento” [16]. El software educativo financiado por la NSF (*National Science Foundation*) usa el término “componente de software educativo” [9], y solo acepta a los Applet (*little Application*) de Java como objetos de aprendizaje [8]. El proyecto MERLOT (*Multimedia Educational Resource for Learning and On-Line Teaching*) se refiere a ellos como “materiales de aprendizaje en línea” [15]. Finalmente, *Apple Learning Interchange* simplemente se refiere a ellos como “recursos” [1].

En nuestro proyecto nos referimos a objetos de aprendizaje “Cualquier recurso digital que pueda ser reutilizado para apoyar el aprendizaje” [20]. Esta definición incluye cualquier cosa que pueda ser entregada a través la red bajo demanda, sea grande o pequeña. Ejemplos de recursos digitales más pequeños incluyen imágenes digitales o fotos, videos en vivo o pregrabados, pequeños textos, animaciones, o pequeñas aplicaciones entregadas vía servidor, como una calculadora de Java contenida en un Applet.

### 2.2.2 El estándar IMS QTI Version 1.2.1 y el SEL

Un sistema de evaluaciones en línea bien empleado puede resultar muy útil para la organización y usuarios que lo emplean, debido a que se agilizan procesos, se ahorran costos y se generan repositorios de objetos de aprendizaje reutilizables, sin embargo si no cumple ningún estándar de interoperabilidad su alcance es sólo local a la organización que lo utiliza.

```

1. La velocidad de la luz en un bloque de vidrio con índice refracción 1.5 es:
<html> (D)2x10<sup>8</sup> m/s</html>
<html> (A)3x10<sup>8</sup> m/s</html>
<html> (B)3x10<sup>8</sup> m/s</html>
<html> (C)4.5x10<sup>8</sup> m/s</html>
Todas
No se
60
Consulta la bibliografía recomendada para este curso
16. La densidad de los datos por unidad de energía  $2(E)$ , de electrones de un metal es representad
<html><div align='center'><img src='http://localhost/test/semiconductors/images/graficazea.gif' n
<html><div align='center'><img src='http://localhost/test/semiconductors/images/graficazeb.gif' n
<html><div align='center'><img src='http://localhost/test/semiconductors/images/graficazec.gif' n
<html><div align='center'><img src='http://localhost/test/semiconductors/images/graficazed.gif' n
Todas
No se
60
Consulta la bibliografía recomendada para este curso
2. El Sulfuro de Zinc es transparente en luz visible, esto implica que su brecha de energía es:
(A)>3 ev
(B)<2 ev
(C)<2.5 ev
D)<1.77 ev
Ninguna
Todas
60
Consulta la bibliografía recomendada para este curso

```

Figura 1. Segmento de examen que muestra el estándar propietario en texto-HTML, el primer renglón corresponde al texto de la pregunta 1, los renglones del 2 al 7 a las respuestas posibles, el renglón 8 al tiempo asignado para responder la pregunta y el renglón 10 a la ayuda o retroalimentación de la pregunta

Para tener éxito en la economía del conocimiento “estándares comunes en el manejo de metadatos, objetos de aprendizaje y arquitecturas de aprendizaje son obligatorios” [10]. Entre los más importantes se encuentran ARIADNE (*Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe*) que cuenta con el apoyo de la comunidad europea, y el americano establecido por el *IMS Global Consortium* [7]. Con el propósito de compartir nuestros repositorios de objetos de aprendizaje, iniciamos el proceso de migración de un estándar propietario véase la **figura 1** hacia el estándar IMS QTI Version 1.2.1. La documentación de éste estándar indica que un examen puede ser dividido en preguntas o ítems de evaluación (assessment items) [5], la regla para crear éstos es muy simple, si el ítem es muy grande como para caber en la pantalla, entonces será necesario crear ítems más pequeños. La **Figura 2(a)** muestra el esquema UML (*Unified Modeling Language*) establecido por el estándar QTI para una sesión que incluye todos los elementos necesarios para procesar un ítem de evaluación. La **Figura 2(b)** Lista un ejemplo del código XML asociado a una pregunta simple siguiendo la estructura establecida en ese esquema.

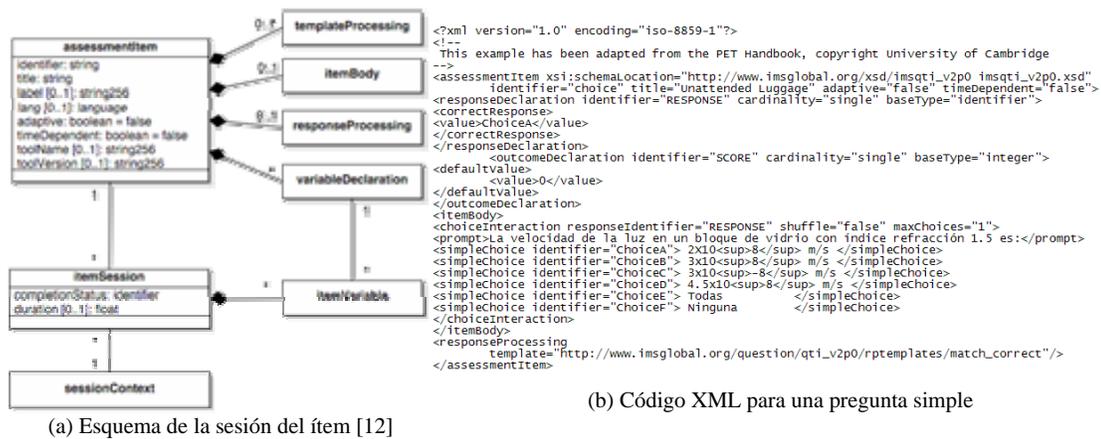


Figura 2. Esquema del ítem de evaluación (a) y código XML para una pregunta de ejemplo (b), siguiendo el estándar IMS Question and Test Interoperability Standard versión 1.2.1

### 2.3 Capacidades del SEL

El Sistema de Exámenes en Línea deberá satisfacer los siguientes requerimientos:

1. Habilitar repetidamente la estimación del nivel de conocimiento básico y rapidez para encontrar la respuesta correcta.
2. En caso de problemas (respuesta incorrecta) el programa tiene que mostrar la respuesta correcta, la referencia al libro de texto o página Web, estando el programa en modo de entrenamiento.
3. Mostrar el protocolo final, el cual contiene las preguntas dadas, las respuestas del estudiante, las respuestas correctas, y la dinámica de su rating.
4. Tener una interfaz clara y amigable.

Para satisfacer estos requerimientos, se propuso una tecnología Cliente-Servidor vea la **Figura 3**. El Cliente representa al estudiante o estudiantes, y el servidor al examinador. Primero, el Cliente es validado dentro del Servidor [5], y recibe una colección de tareas

conteniendo las preguntas en el examen, el Cliente es cuestionado para cada tarea, y cuando el examen se termina, éste es procesado en la parte del Servidor y los resultados son mostrados en la parte del cliente.

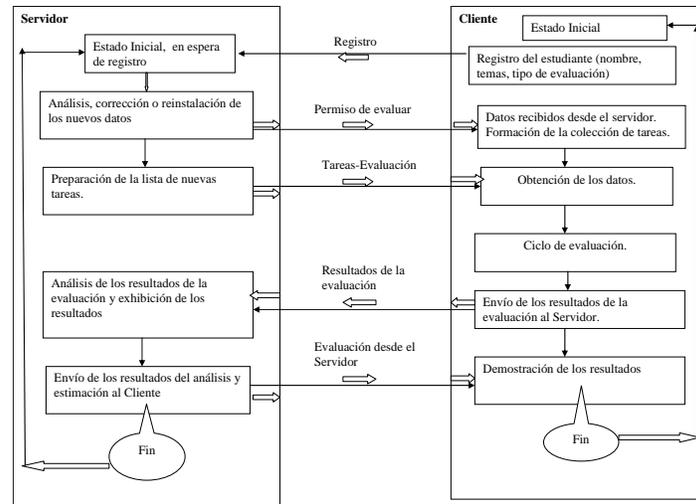


Figura 3. Esquema Cliente-Servidor

### 2.3.1 El lado del Servidor

- Guarda la totalidad de los exámenes-tareas.
- Verifica el nivel de acceso del Cliente.
- Provee de los exámenes (tareas) a los Clientes (estudiantes) registrados.
- Evalúa el material del examen, recibido desde el Cliente/Clientes.
- Guarda la información de actividad general.

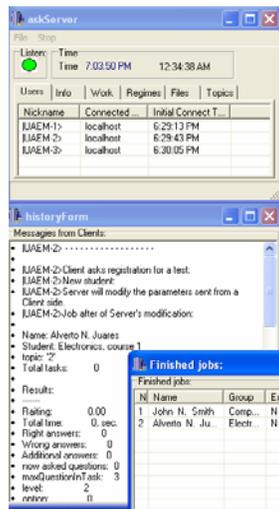


Figura 4. El lado del Servidor (examinador) atendiendo muchos clientes (estudiantes) conectados a él

### 2.3.2 El lado del Cliente

- Tiene que registrar y obtener acceso en el propietario (Servidor) del examen-tareas por medio del Internet.
- Recibe las tareas desde el Servidor y las presenta en un modo adecuado para los estudiantes.
- Habilita la estimación repetida del nivel de conocimiento básico.
- En caso de problemas el programa tiene que mostrar la respuesta correcta, la referencia al libro de texto o página Web, sirviendo como programa de entrenamiento.
- Mostrar el protocolo final, el cual contiene las preguntas hechas, las respuestas del estudiante, las respuestas correctas, y la dinámica de su raiting.
- Tener una interfase clara y amigable.

The screenshot shows a web-based interface for a student. At the top, there are several status boxes: 'Raiting' (0.0), 'Nombre' (Current person), 'Total preguntas' (3), 'Tiempo pregunta' (60), and 'Preguntas por contestar' (represented by a blue progress bar). Below this is a large text area for the question: '2. El Sulfuro de Zinc es transparente en luz visible, esto implica que su brecha de energía es:'. To the right of the question is a list of six answer options: 1 <math><2.5\text{ eV}</math>, 2 Ninguna, 3 >3 eV, 4 <math><1.77\text{ eV}</math>, 5 Todas, and 6 <math><2\text{ eV}</math>. Below the answer options is a 'Tiempo utilizado:' section showing '00.03' and a blue progress bar. At the bottom right is a button labeled 'Ingresar Respuesta'. A small note at the very bottom reads: 'Elija una respuesta con el teclado o ratón, entonces da click en <Ingresar respuesta>'.

Figura 5. El lado del Cliente (el estudiante)

En la forma de examinación véase **Figura 5** el estudiante puede ver en la pantalla el texto de la pregunta, las opciones de respuesta, el tiempo en segundos de la respuesta, así como el progreso del tiempo actual. La selección de la respuesta ocurre al mover las teclas hacia arriba o hacia abajo o al posicionar el puntero sobre la respuesta marcada en color. La selección tiene que se hecha en el tiempo asignado, de otra forma, en caso de retardo, la respuesta es considerada incorrecta y el sistema automáticamente pasa a la siguiente pregunta.

Como la tecnología en computadora muestra los requerimientos psicológicos aumentan para ser examinados, hay dos modos de operación: modo de entrenamiento y modo de control. En modo de entrenamiento el sistema se detiene después de cada respuesta, y hay la oportunidad de ver la ayuda. El sistema ha sido construido de forma que puede recibir ayuda contextual, que hace referencia a los libros de texto o páginas Web, y permite usar el sistema para entrenamiento individual y control.

Entonces el sistema abre la base de datos apropiada y forma una colección de tareas para cada estudiante. Una relación de complejidad de las tareas y el rango de estimaciones será automáticamente generado de acuerdo al nivel de complejidad (**A** es la más alta, **B**, **C** y **D** es la más baja) elegido por el estudiante. El orden de las preguntas es determinado por el generador de números aleatorios y es impredecible. El nivel de complejidad también determina un rango de posibles calificaciones.

Al final de la interrogación es posible ver el protocolo completo, incluyendo la presentación gráfica de la estructura del conocimiento ver **Figura 6**. Para incrementar la objetividad de la prueba el orden de las preguntas en los temas y el orden de las opciones de respuesta en cada sesión se mezclan a través del generador de números aleatorios integrado. Esto reduce la probabilidad de acertar casualmente en la respuesta.

La calificación de un tema particular en una interrogación completa es definida como:

$$L \frac{n_1}{n_1 + n_2} \quad (1)$$

Donde  $L$  es proporcional al nivel de complejidad,  $n_1$  representa el número de respuestas correctas, y  $n_2$  el número de respuestas incorrectas. Por otro lado, el rating  $R$  toma en cuenta la complejidad de la pregunta y la velocidad de respuesta del estudiante:

$$R = \pm \frac{T}{t + t_0} \quad (2)$$

Donde  $T$  – el tiempo predestinado para la respuesta,  $t$  – el tiempo realmente utilizado,  $+/-$  el tiempo de la respuesta correcta / incorrecta (en caso de respuestas incorrectas rápidas el estudiante recibe un rating negativo máximo, que debería prevenir el presionar las teclas sin pensar). La interacción entre el Cliente y Servidor se puede apreciar en la **Figura 7**.

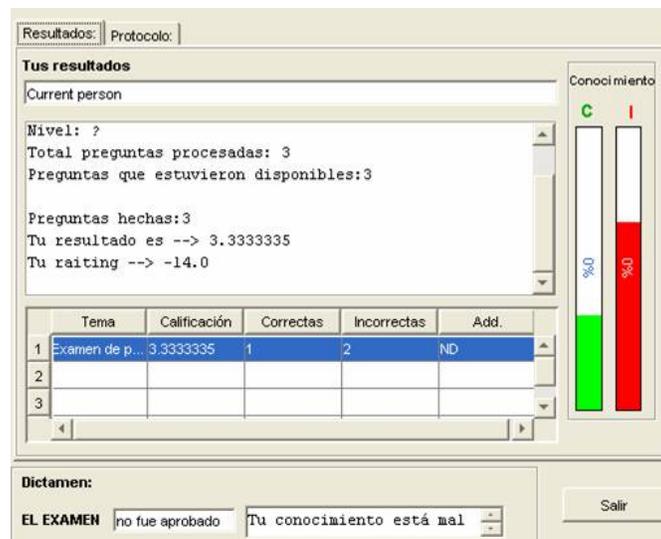


Figura 6. La forma de protocolo y resultados

### 2.3.3 La preparación de los exámenes

Los exámenes deben ser preparados por los profesores o entrenadores, para este propósito hemos diseñado un sistema amigable para el usuario, que permite generar y administrar los ítems o preguntas de evaluación véase la **Figura 8**. El usuario introduce la pregunta, las respuestas posibles, el tiempo para responder y la ayuda en las casillas correspondientes. Cabe señalar que este sistema permitirá integrar formulas científicas e imágenes en las preguntas y respuestas. También permitirá guardar la información en formatos texto-html y XML, este último cumplirá las especificaciones del estándar QTI Version 1.2.1.

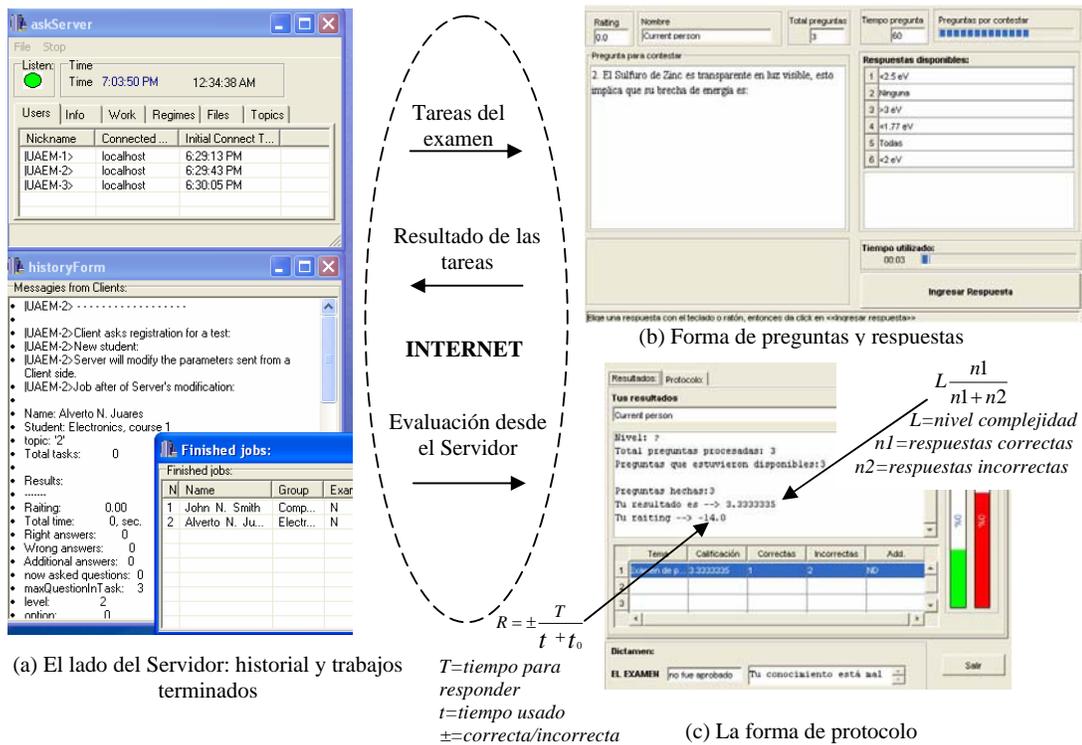


Figura 7. El lado del Servidor (examinador –izquierda-) atendiendo clientes (estudiantes –derecha-) conectados a él [4].

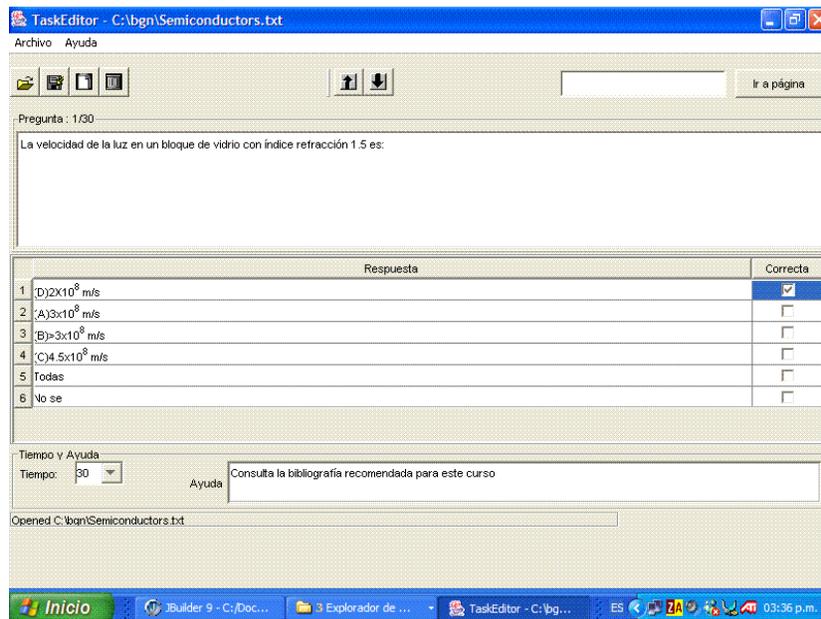


Figura 8. Sistema editor-administrador de ítems de evaluación. El profesor o entrenador podrá generar ítems de evaluación, reutilizar ítems de otros exámenes, y manejar los recursos para el examen de manera amigable.

### 2.3.4 La implementación

1. Plataforma: Windows 9X/Me/2000/XP y Linux
2. Lenguaje de programación: Java (Borland Java Builder 9/X)
3. Tecnología: Orientada a objetos con formación de jerarquía de clases.

### 2.4 Resultados de la implementación del SEL

En la base de datos inicial la respuesta correcta siempre está en cierto lugar de atención. Por lo tanto es una pregunta que emerge de la probabilidad de obtener la respuesta correcta en ausencia del conocimiento a expensa de acertar o de cualquier táctica de elección. Para una simple estimación nosotros hemos realizado  $N = 10$  exámenes de tareas reales consistentes de  $n = 27$  preguntas. El promedio de respuestas correctas ha sido  $m = 4.5$ . Por otro lado, siguiendo el proceso de gauss, procedente de la teoría de probabilidad, encontramos la expectativa matemática  $m_0 = N/p$ , donde  $p$  –probabilidad de éxito en un examen individual, en nuestro caso  $p = 1/6$  (6 respuestas cerradas). Para los números arriba proporcionados uno puede encontrar  $m_0 = 4.5$ . El número de éxitos, es igual a 5 para este caso (10 es la máxima calificación), está muy lejos de por lo menos una calificación satisfactoria. Por lo tanto nosotros declaramos la imposibilidad de obtener una calificación satisfactoria en ausencia de conocimiento.

### 2.5 Trabajo posterior

Para resaltar el carácter innovador de nuestro proyecto, estamos diseñando un módulo para determinar los factores de “no aprendizaje”, es decir los rasgos discriminantes por los cuales la gente no comprende cierto tipo de conocimiento. Para este objetivo consideramos que la Minería de datos es de gran utilidad ya que permite determinar patrones agrupando a las personas en clusters [21] los cuales identifican formas de aprendizaje. Para ello se analizarán con esta herramienta las bases de datos que se generen con la aplicación de exámenes en el SEL.

## 3. CONCLUSIONES Y APORTE DE RESULTADOS

El sistema estudiado provee de muchas ventajas: el examen puede ser personalizado a cada estudiante, y realizado en cualquier lugar a cualquier hora, a un costo mínimo, y libre de examinador gracias al uso del Internet. Materias de diferentes áreas del conocimiento pueden fácilmente adaptarse al formato interno del examen (hoy en texto, en el futuro cercano en XML). Los programas (lado del cliente y lado del servidor) fueron diseñados de manera amigable para el usuario e implementados para varios sistemas operativos, evitando incompatibilidad entre plataformas como las que suceden en algunos sistemas de exámenes en línea, cuando el navegador del estudiante tiene dificultades para mostrar los contenidos. El sistema puede evaluar formulas matemáticas y químicas, y aunque técnicamente puede mostrar preguntas que incluyen imágenes y aún video, el desempeño del sistema está limitado por el ancho de banda del acceso a Internet.

Nuestra aportación consiste en la aplicación conjunta de varias técnicas en el estado del arte, específicamente: de cifrado usando algoritmos DES, de estándares internacionales en el manejo de objetos de aprendizaje portable mediante XML, el empleo de tecnologías Cliente-Servidor multiplataforma, y el uso de bases de datos sin costo de licenciamiento, todo ello beneficiando el desarrollo de los sistemas de evaluación en línea.

## RECONOCIMIENTOS

Queremos agradecer el apoyo financiero de CONACYT por el apoyo otorgado a través del proyecto 47220.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ALI. (2000). Apple learning interchange website [On-line]. *In: <http://ali.apple.com/>*
- [2] Bugai Yu. et al. 1997 On Application of Computer Technology Testing In Educational Process. *Conference Role of Universities in the Future Information Society RUFIS'97*, Prague, pp. 141-144.
- [3] Burlak G. N., et al, 1994 *Software Kit for Testing Knowledge of Basics in Fundamental Sciences*, Asking Catalog software of Ukraine, Kiev.
- [4] Burlak, G. N., Hernández, J.A., et al, 2005 “The Application Of Online Testing For Educational Process In Client-Server System”, In *Proceedings IADIS International Conference October 2005* (paper accepted).
- [5] Carminati B., Ferrari E. Management of access control policies for XML document sources *In Springer-Verlag Published online: 27 May 2003*.
- [6] Cavalli A. et al. 2005 From UML models to automatic generated tests for the dotLRN e-learning platform *In Electronic Notes in Theoretical Computer Science <http://www.elsevier.com/locate/entcs>, 116(2005)*, pp. 133-144.
- [7] Duval, E. 2004 Learning Technology Standardization: Making Sense of it All, *International Journal on Computer Science and Information Systems*, Vol. 1, Issue 1, pp. 33-43, February 2004.
- [8] EOE. (2000). Educational objects economy website [On-line]. *In: <http://www.eoe.org/eoe.htm>*
- [9] ESCOT. (2000). Educational software components of tomorrow website [On-line]. *In: <http://www.escot.org/>*
- [10] Hodgins, W. 2005 Learning Objects & Learning Standards. *In: <http://learnativity.com/standards.html>* July 2005
- [11] Hunt N. et al, 2002. Formative Automated Computer Testing (FACT). *In British Journal of Educational Technology*, Vol. 33, No 5. pp 525-535.
- [12] IMS Global Learning Consortium: IMS Question & Test Interoperability Specification. *In: <http://www.msglobal.org/question/>* July 2005

- [13] Javax.crypto.spec (Java2 Platform) In: <http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/api/javax/crypto/spec/package-summary.html> July 2005
- [14] LTSC. (2000a). Learning technology standards committee website [On-line]. In: <http://ltsc.ieee.org/>
- [15] MERLOT. (2000). Multimedia educational resource for learning and on-line teaching website [On-line]. In: <http://www.merlot.org/>
- [16] Merrill, M.D. 1991 et al. Instructional transaction theory: An introduction. *Educational Technology*, 31(6), 7-12.
- [17] Questionmark Software Perception-Product Information. In: <http://www.questionmark.com/us/perception/> July 2005
- [18] The Blackboard Learning System™ In: <http://bb1.ctdlc.org/> July 2005.
- [19] Varughese J.A. 2005 Testing, Testing: IHEs are trying to ensure the success of students by testing their abilities using the latest online assessment software In *University Business* [www.universitybusiness.com](http://www.universitybusiness.com), pp. 59-65.
- [20] Wiley, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. Retrieved July 26, 2005, from the World Wide Web: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- [21] Witten, I.H., Frank, E. "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations" Morgan Kaufmann Publishing USA pp. 369. 2000