



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE INFORMATICA Y AUTOMATICA

Trabajo de Grado

**SISTEMAS DE EXAMENES EDUCATIVOS POR
INTERNET**

Presenta:

HÉCTOR GONZALO BARBOSA LEÓN

Dirigida por:

DR. FRANCISCO JOSÉ GARCÍA PEÑALVO

Salamanca, Julio de 2006

RESUMEN

Los resultados de la evaluación de los conocimientos adquiridos por los alumnos como parte de su formación académica es de gran importancia porque brinda realimentación a todos los participantes en el proceso y sirve también como punto de referencia para efectuar la actualización y adaptación de los contenidos educativos ya sea si estos se imparten en el aula tradicional o mediante el uso de modernos medios tales como cursos multimedia o sitios educativos que son accedidos por medio del Internet.

Una característica de una gran conveniencia que deben tener los sitios educativos en Internet es la de adaptar sus contenidos a las necesidades o deseos que tengan los usuarios, facilitando la navegación, brindando una información de interés para cada uno de ellos y preservando el interés de éstos para seguir usando el sitio Web. Los recientes desarrollos de contenidos educativos buscan brindar esta característica al ofrecer diferentes formatos de presentación y brindar diversas formas de consultar los contenidos, mismos que también están dispuestos de forma que facilitan la consulta por parte de los usuarios.

Colocando a la actividad de evaluación como un elemento importante dentro de la actividad de enseñanza y aprendizaje y determinando que una de las características deseables que los contenidos educativos que son usados en Internet es la de adaptarse a las necesidades o deseos de los estudiantes, entonces es lógico pensar que es conveniente que también las evaluaciones por la Web tengan características de adaptabilidad en la presentación de los contenidos y en la secuencia en que se presentan las preguntas.

La presente investigación presenta las propuestas recientes de sistemas de evaluación por Internet y de forma más específica presenta los desarrollos de sistemas de evaluación adaptable. Sin embargo justifica también la conveniencia de que la técnica de adaptación no solo se centre en la secuencia en que son presentadas las preguntas a los estudiantes, sino que también se incluyan técnicas de adaptación basadas en los estilos de aprendizaje o preferencias predefinidas por los usuarios, identificadas también a estas técnicas como características de accesibilidad.

Es en base a esto que se presenta la propuesta para un modelo para construir ítems de preguntas basados en estándares y especificaciones abiertas para asegurar su interoperatividad en diferentes sistemas. Se considera en dicho proceso de construcción que a estos elementos se les pueda incorporar en un futuro características de adaptabilidad y accesibilidad para poder diseñar exámenes adaptables.

ABSTRACT

The results reported by the evaluation process as an intrinsically part of the formative process is important because gives a convenient feedback to the participants in the process and serves as a reference to perform adaptation and update processes of the educative content even if this content is given in the traditional classroom context or in multimedia courses and e-learning platforms.

The e-learning platforms must be capable to adapt their content to the needs or preferences of the users, facilitating the navigation and giving the information that is relevant to the user. The recent developments in the area look to accomplish with this characteristics by offering several media formats and ways to access the information.

By putting the assessment activity as a relevant element in the e-learning process and be convinced that one of the desirable characteristic of the educative sites in Internet is to be capable to adapt themselves to the users' needs, then consequently we can think that the assessment activity must be adaptable as well.

This investigation presents the recent proposals of the assessment systems and specifically the developments of adaptable assessment systems. Also, the need for an adaptation, not only in the sequence but also in the final presentation of the assessment item taking into account the learning style is justified as well.

This work include a proposal model to construct assessment items following the actual standards and specifications to ensure their interoperability with other platforms, considering that those items could include accessibility and adaptability characteristics so they can be part of adaptable assessments.

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Presentación	3
1.2. Problemas identificados	8
1.3. Justificación	8
1.4. Hipótesis	9
1.5. Objetivos	9
1.5.1. General	9
1.5.2. Específicos	10
1.6. Presentación del resto de los capítulos	10
2. LA EVALUACION EDUCATIVA.....	13
2.1. Introducción	15
2.2. Fundamentos de la evaluación educativa	15
2.2.1. Principios e indicadores para los sistemas de evaluación educativa	15
2.2.2. Finalidad del proceso de evaluación	16
2.2.2.1. La finalidad de proceso	16
2.2.2.2. La finalidad de pronóstico	17
2.2.2.4. La finalidad de acreditación	17
2.2.3. Puntos clave en el desarrollo de evaluaciones	17
2.2.3.1. Búsqueda de indicios	17
2.2.3.2. Forma de registro y análisis	17
2.2.3.3. Criterios	18
2.2.3.4. Juicio de Valor	18
2.2.3.5. Toma de decisiones	18
2.2.4. Paradigmas de la evaluación	18
2.2.4.1. Los exámenes como elemento de medición	19
2.2.4.2. La evaluación como un procedimiento	19
2.2.4.3. Los exámenes como elementos de indagación	20
2.2.5. Función de la actividad de evaluación	21
2.2.5.1. Función simbólica	21
2.2.5.2. Función política	21
2.2.5.3. Función de conocimiento	21
2.2.5.4. Función de mejoramiento	21
2.2.5.5. Función de desarrollo de capacidades	22
2.2.6. Categorización de los exámenes de evaluación	22
2.2.6.1. Tipos de preguntas	23
2.2.7. Modelos aplicables para la definición y desarrollo de evaluaciones	23
2.2.7.1. Teorías de aprendizaje de los adultos	24
2.2.7.2. Diseño sistemático de la instrucción	24
2.2.7.3. Instrucción de criterios referenciados	25
2.2.7.4. Constructivista	25
2.2.7.5. Aprendizaje situado	27
2.2.8. Enfoques en el diseño	27
2.3. Las evaluaciones educativas en Internet	29
2.3.1. Introducción	29
2.3.2. Definición	29
2.3.3. Importancia de la evaluación en línea	30
2.4. Los exámenes adaptables	31
2.4.1. Introducción a los exámenes adaptables	31
2.4.2. Fundamentos de los exámenes adaptables	34
2.4.3. Teoría de respuestas a preguntas	35

2.4.4. Ventajas de los exámenes adaptables	36
2.4.4.1. Beneficios de los exámenes automatizados	36
2.4.4.2. Ventajas adicionales de los exámenes adaptables	37
2.5. Contenidos educativos accesibles	37
2.5.1. Desarrollo de aplicaciones accesibles para el aprendizaje	37
2.5.2. Desarrollo de exámenes accesibles	38
2.6. Factores a considerar en el desarrollo de evaluaciones por Internet	39
2.7. Conclusiones	40
3. ESPECIFICACIONES PARA DEFINIR METADATOS EDUCATIVOS.....	41
3.1. Recapitulación	43
3.2. Especificaciones para tecnologías de aprendizaje	43
3.2.1. IMS Content Packaging	44
3.2.2. IEEE Learning Object Metadata	45
3.2.3. IMS ePortfolio	46
3.2.4. IMS Learning Design	47
3.2.5. IMS Simple Sequencing	48
3.3. Especificaciones para exámenes estandarizados y elementos accesibles	50
3.3.1. IMS QTI	50
3.3.1.1. Ejemplo de definición de un ítem de múltiple opción usando IMS QTI	54
3.3.2. IMS QTI Lite	55
3.3.3. Las especificaciones de IMS para la accesibilidad	56
3.3.3.1. IMS AccessForAll	56
3.3.3.1.1. Recursos primarios	57
3.3.3.1.2. Recursos equivalentes alternativos	57
3.3.3.2. IMS ACCLIP	58
3.3.3.3. Relación de IMS ACCLIP con la especificación IMS QTI	58
3.4. Conclusiones	59
4. SISTEMAS DE EVALUACION EDUCATIVA.....	61
4.1. Introducción	63
4.2. APIS	63
4.3. Canvas Learning System	65
4.4. Hot Potatoes 6	67
4.5. Oracle iLearning 4.1	68
4.6. Qplayer	71
4.7. QuestionMark Perception v.4	74
4.8. QuestionWriter	77
4.9. Respondus 3.0 (IMS QTI Personality)	79
4.10. TOIA	82
4.11. Cuadro comparativo de sistemas de evaluación educativa	85
4.12. Conclusiones	85
5. SISTEMAS PARA CONSTRUIR EXAMENES ADAPTABLES.....	87
5.1. Introducción	89
5.2. INSPIRE	89
5.3. SIETTE	92
5.4. AthenaQTI	96
5.5. TANGOW	97
5.6. Cuadro comparativo de los sistemas para construir exámenes adaptables	101
5.7. Conclusiones	102
6. MODELO DE UN SISTEMA DE AUTORÍA DE ITEMS DE EXAMEN.....	103
6.1. Introducción	105
6.2. Justificación	105
6.3. Estructura del modelo	105

6.3.1. Niveles: de lo abstracto a lo concreto	106
6.3.1.1. Nivel azul	106
6.3.1.2. Nivel verde	106
6.3.1.3. Nivel amarillo	107
6.3.2. Secciones: de la creación a la interacción con los LMS	107
6.3.2.1. Sección 1: Definición de los objetos de aprendizaje (Ítem de pregunta)	107
6.3.2.2. Sección 2: Administración de los ítems	107
6.3.2.3. Sección 3: Construcción del examen	107
6.3.2.4. Sección 4: Interacción con los LMS	108
6.4. Descripción del modelo	108
6.4.1. Nivel azul: Descripción abstracta	108
6.4.1.1. Sección 1: Definición de los objetos de aprendizaje	108
6.4.1.2. Sección 2: Bases de datos de elementos ASI	110
6.4.1.3. Sección 3: Construcción y publicación del examen	110
6.4.1.4. Sección 4: Interacción con los LMS	111
6.4.2. Nivel verde: Estudio de las tecnologías y definición de las actividades de construcción	111
6.4.2.1. Sección 1: Tecnologías y procedimientos para la definición de ítems de preguntas	111
6.4.2.1.1. IMS QTI para definir ítems de preguntas	111
6.4.2.1.2. IEEE LOM	112
6.4.2.1.3. Categorización de los ítems de preguntas	112
6.4.2.1.4. Proceso para importar archivos	112
6.4.2.1.5. Adaptación y accesibilidad	112
6.4.2.1.6. IMS CP	113
6.4.2.2. Sección 2: Base de datos con soporte para metadatos	113
6.4.2.3. Sección 3: Lenguajes y tecnologías para la transformación de metadatos	114
6.4.2.3.1. Lenguaje XSL	114
6.4.2.3.2. Lenguaje XHTML	114
6.4.2.4. Sección 4: Procesamiento de respuestas y realimentación	115
6.4.3. Nivel amarillo: Implementación	116
6.4.3.1. Sección 1: Creación de los elementos ASI	116
6.4.3.2. Sección 2: Almacenamiento y administración de los elementos ASI	117
6.4.3.3. Sección 3: Procesos de visualización, selección de ítems, construcción y empaquetamiento de un examen	118
6.4.3.4. Interacción con los LMS	118
6.5. Conclusiones	119
7. PROTOTIPO ADASAT.....	121
7.1. Introducción	123
7.2. Primera fase de inicio	123
7.2.1. Actividades	123
7.2.1.1. Objetivo	123
7.2.1.2. Alcances	123
7.2.1.3. Recursos requeridos	123
7.2.2. Requerimientos	124
7.2.2.1. Modelo de caso de uso	124
7.2.3. Análisis y diseño	124
7.2.3.1. Diagrama de secuencia	124
7.2.3.2. Diseño de interfases	124
7.2.3.3. Archivo de salida	127
7.3. Conclusiones	129
8. ITEMS DE EVALUACIÓN CON CARACTERÍSTICAS DE ADAPTABILIDAD.....	131
8.1. Introducción	133
8.2. Descripción del objeto AssessmentItem	133

8.2.1. Componentes del objeto AssessmentItem	133
8.2.1.1. Objetivo	133
8.2.1.2. Prerrequisitos	135
8.2.1.3. Elemento AssessmentItem	135
8.2.1.4. Método de adaptación de presentación	135
8.3. Descripción del proceso de adaptación	136
8.3.1. Adaptación en la presentación final	136
8.3.2. Adaptación en el nivel de complejidad	136
9. CONCLUSIONES.....	139
9.1. Sumario	141
9.2. Evaluación de la hipótesis de trabajo	141
9.3. Áreas de desarrollo futuras	142
9.4. Publicaciones que sustentaron la investigación	143
9.4.1. A Model for Online Assessment in Adaptive e-learning Platform	143
9.4.2. Importance of online Assessment in the e-learning process	144
9.4.3. An authoring tool to develop adapttive assessments	145
9.4.4. An authoring tool for adaptive Assessment items	146
REFERENCIAS.....	147

FIGURAS

FIGURA 1. Importancia del examen en el proceso de enseñanza-aprendizaje	4
FIGURA 2. Ecuaciones para efectuar la adaptabilidad	5
FIGURA 3. Función para calcular la curva característica o ICC	35
FIGURA 4. Definición de un ítem usando IMS QTI	54
FIGURA 5. Proceso de entrega del sistema APIS	64
FIGURA 6. Interfaz para el diseño de ítems	65
FIGURA 7. Pantalla general de contenidos de iLearning	69
FIGURA 8. Diagrama de interacción del sistema QPlayer	72
FIGURA 9. Interfase principal de un cuestionario en Qplayer	73
FIGURA 10. Etapas en el uso del sistema QuestionMark	74
FIGURA 11. Ventana principal de Perception Enterprise Manager	75
FIGURA 12. Ventana de definición de preguntas en QuestionWriter	78
FIGURA 13. Ventana para crear / editar preguntas de Respondus 3.0	79
FIGURA 14. Relación entre los componentes de TOIA	83
FIGURA 15. Estimación de la pericia del estudiante, representada con el número de preguntas que ha respondido	91
FIGURA 16. Arquitectura del sistema SIETTE	93
FIGURA 17. Interfaz de trabajo del sistema Atenea	98
FIGURA 18. Ejemplo de interfaz para administración de los datasets para las preguntas	100
FIGURA 19. Ejemplo para agregar referencias a las preguntas	101
FIGURA 20. Modelo de construcción e interacción de exámenes	106
FIGURA 21. Caso de autoría de elementos usando UML	109
FIGURA 22. Diseño conceptual	124
FIGURA 23. Diagrama de secuencia del prototipo	124
FIGURA 24. Pantalla para captura de datos para el ítem	126
FIGURA 25. Código del archivo de salida en formato XML-QTI	127
FIGURA 26. Código del archivo generado con metadatos del manifiesto	128
FIGURA 27. Estructura del paquete AssessmentItem	134
FIGURA 28. Procedimiento para adaptación usando el nivel de complejidad	137
FIGURA 29. Herramienta para exámenes adaptables integrados en el módulo HyCo	143
FIGURA 30. Actividad de evaluación dentro del módulo HyCo	144
FIGURA 31. Descripción del tercer nivel de definición	145

TABLAS

TABLA 1. Enfoques para seleccionar un examen	27
TABLA 2. Métodos y tipos de exámenes	28
TABLA 3. Cuadro comparativo de sistemas de evaluación educativa	85
TABLA 4. Cuadro comparativo de los sistemas de evaluación adaptable	101

1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta la investigación realizada sobre los sistemas de evaluación educativa en Internet. Inicia presentando el proceso de enseñanza-aprendizaje y la relevancia que tiene la evaluación de los conocimientos adquiridos. Posteriormente se presentan algunas consideraciones que se desean tomar en cuenta en la construcción de una herramienta para elaborar evaluaciones por Internet, tales como los estilos de aprendizaje, los estándares y especificaciones de desarrollo de aplicaciones y la incorporación de características de adaptabilidad. Es de este modo que se define una hipótesis de trabajo y se detallan los objetivos que se desean alcanzar. Para finalizar, se presenta el contenido de cada uno de los capítulos.

1.1. PRESENTACIÓN

En estos últimos años, las instituciones educativas y de capacitación corporativa han estado incorporando las tecnologías de información y comunicación a sus procesos de enseñanza y aprendizaje para poder incrementar la eficiencia y la diseminación de sus cursos educativos. Las tecnologías de Internet (protocolos de comunicación, sistemas de comunicación, correo electrónico, lenguajes especializados) posibilitan el desarrollo y el acceso a sitios Web de contenidos educativos que brindan dichas ventajas pero también plantean retos a sus creadores que tienen que ver específicamente a la calidad de dichos contenidos, que asegure el ingreso y permanencia en el uso de estos sitios por parte de los estudiantes.

Para iniciar el estudio y comprensión del proceso de enseñanza-aprendizaje, es conveniente conceptualizarlo e identificar sus elementos esenciales (Barbosa y García, 2005):

1. El material educativo que será transmitido al estudiante por parte del profesor en aula.
2. Las actividades de enseñanza y aprendizaje que son realizadas en el aula.
3. El proceso de evaluación de conocimientos por parte del profesor.
4. La publicación de los resultados.

Este proceso es el realizado por los maestros dentro del aula, en un entorno tradicional de enseñanza, sin embargo se deben tener en cuenta otros factores que intervienen en este proceso para facilitar la enseñanza y el aprendizaje. Entre ellos podemos citar a los estilos de aprendizaje de los estudiantes, la administración del conocimiento, las actividades de motivación y realimentación, etc.

Tradicionalmente, la actividad de evaluación de los conocimientos ha sido vista como una tarea independiente del proceso de aprendizaje en línea, y existe el peligro de enfocar el estudio de esta actividad de una forma específica, separando por completo el proceso de examen del proceso de enseñanza y aprendizaje en general (Booth *et al.*, 2003). Sin embargo la actividad de examen, junto con la de evaluación debe ser vista como una parte integral del proceso de enseñanza-aprendizaje ya que son unos elementos que completan y cierran una actividad cíclica, porque, a medida que el estudiante aprende y su conocimiento es evaluado, debe iniciar el estudio de nuevos conocimientos en una actividad de enseñanza-aprendizaje-evaluación continua (Figura 1). Esta realimentación es posible ya que el proceso de evaluación brinda información valiosa y útil a los estudiantes (cuando reciben el resultado de su examen y los comentarios del profesor), para los instructores o el profesor (para evaluar su desempeño como

docente) y para el proceso educativo en sí (para actualizar el modelo de usuario y los nuevos contenidos educativos que serán presentados a los alumnos) (Barbosa y García, 2005 b).

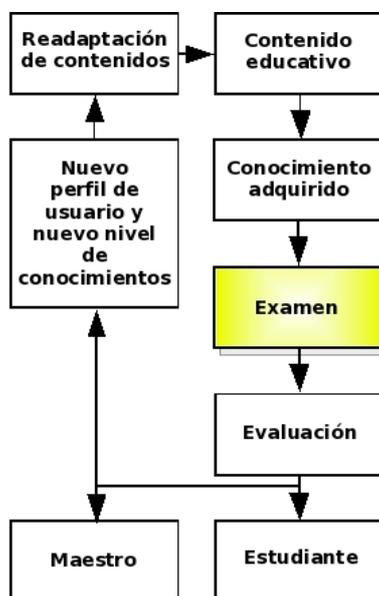


Figura 1. Importancia del examen en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Barbosa y García, 2005b)

La conceptualización que se hace del proceso de evaluación dentro de la actividad de enseñanza-aprendizaje permite establecer la importancia de esta actividad, sin embargo es conveniente aclarar que los términos “evaluación” y “examen” se usan frecuentemente como términos intercambiables, aunque se considera que la evaluación es un término más amplio que el del examen, ya que el primero involucra elaborar juicios acerca del mérito o valor de algo o de alguna persona en especial.

Es conveniente que al momento de estar realizando el examen el alumno pueda adaptarlo a sus necesidades y preferencias, para ello, este instrumento debe permitir la adecuación en la presentación final de los elementos o preguntas. Por otra parte, el proceso debe permitir navegar por diferentes preguntas a la vez, antes de decidir la respuesta final a todas ellas (siempre que los objetivos establecidos para dicho examen así lo permitan). En lo referente a la realimentación, el proceso debe brindar toda la información de soporte para el alumno, inclusive presentando ítems adicionales en caso de que el alumno haya respondido mal a alguna de las preguntas. Si un examen puede incluir alguna o todas estas características, el estudiante puede sentirse más cómodo al momento de responder a las preguntas, aumentando el nivel de satisfacción y disminuyendo el estrés que una actividad de esta índole habitualmente le provoca.

Actualmente existen sistemas de evaluación que permiten crear exámenes adaptables que usan un proceso que permite seleccionar y presentar la siguiente pregunta cuando el estudiante está

respondiendo el examen. Un ejemplo de este tipo de propuestas que implementan una secuencia de preguntas es el que se define un nuevo nivel de habilidad basándose en la respuesta a la última pregunta, las preguntas son presentadas en orden aleatorio para eliminar el plagio (Stern y Woolf, 1998). El nuevo nivel de habilidad es determinado por dos ecuaciones, la ecuación 1 es para estimar el nivel de habilidad si se respondió correctamente y la ecuación 2 es para determinar el nivel de habilidad si se respondió erróneamente a la pregunta, ver figura 2.

$$\text{NuevoValor} = \text{ValorAnterior} + \text{ValorAnterior} * (\text{nivel de la pregunta} / 10) \quad (1)$$

$$\text{NuevoValor} = \text{ValorAnterior} + \text{ValorAnterior} * (5 - \text{nivel de la pregunta} / 10) \quad (2)$$

Figura 2. Ecuaciones para efectuar la adaptabilidad

El proceso de valoración se repite después de cada pregunta para ajustar el nivel de complejidad, para ello se utiliza las funciones definidas por la teoría de respuesta a preguntas¹ o IRT (*Item Response Theory*). Este proceso es aplicado en la mayoría de los sistemas de evaluaciones adaptables que son descritos en detalle en la sección de Sistemas de Evaluación Adaptables.

Este proceso de adaptabilidad es el adecuado para ajustarse a las necesidades de nivel de conocimiento de los estudiantes, sin embargo existen mas factores que conviene estudiar e incorporar al proceso de evaluación de los conocimientos adquiridos. Durante el desarrollo de esta investigación se dedujo que los estudiantes difieren unos de otros en una amplia gama de formas, incluyendo los tipos de instrucción a los cuales ellos responden de mejor manera (estilos de aprendizaje), la forma en que ellos enfocan sus estudios (orientaciones al estudios y enfoques de aprendizaje), y sus actitudes acerca de la naturaleza del conocimiento y su rol en el proceso de construcción del conocimiento (niveles de desarrollo intelectual). Los estilos de aprendizaje son los “comportamientos característicos de afectividad, psicológicos y cognitivos que sirven como indicadores mas o menos estables de cómo los estudiantes perciben, interactúan y responden al ambiente de aprendizaje” (Keefe, 1979).

El concepto de estilos de aprendizaje ha sido aplicado a una amplia variedad de atributos y diferencias entre los estudiantes. Algunos estudiantes se sienten cómodos con teorías y abstracciones; otros se sienten cómodos con hechos y fenómenos observables; algunos prefieren aprendizaje activo y otros aprenden haciendo un proceso de introspección; algunos prefieren presentaciones visuales de la información y otros prefieren explicaciones verbales. Ningún estilo de aprendizaje es mejor o preferible que otro. Un objetivo de la instrucción educativa debe ser el de fomentar el estudio y aprendizaje en los estudiantes con las habilidades asociadas a

¹ Véase: <http://edres.org/itr/>.

cada estilo de aprendizaje ya que éstas son necesarias para que la persona se desempeñe eficientemente como un profesional.

En la medida en que los proyectos de educación y capacitación cubran las necesidades de los usuarios de forma personalizada, el éxito y la trascendencia de estos desarrollos pueden ser incrementados al realizar tareas de adaptación de contenidos a las características demandadas por cada usuario, de modo que la experiencia educativa puede ser mejorada.

Para asegurarse que esos esfuerzos no se conviertan en grupos de islas separadas, muchos de esos proyectos buscan ser desarrollados usando estándares y especificaciones ampliamente aceptadas, de modo que los productos puedan ser compatibles e intercambiables entre las diferentes plataformas de educación. Unas de esas especificaciones son las propuestas por el IMS GLC² (*Instructional Management Systems Global Learning Consortium*), un consorcio global de aprendizaje que desarrolla y promueve la adopción de especificaciones técnicas para el desarrollo de contenido educativo interoperable y abierto.

El alcance de las especificaciones definidas por el consorcio IMS abarcan las actividades de aprendizaje distribuido incluidos los contenidos educativos colocados en Internet y los contenidos educativos que son colocados fuera del entorno de Internet. El entorno educativo puede estar situado en un medioambiente escolar o puede ser un entorno de capacitación ubicada en cualquier empresa o institución de gobierno.

El conjunto de especificaciones abarca el proceso de definición de contenidos educativos, tales como los diseños de instrucción educativa, los almacenes digitales, el empaquetado de los contenidos, etc. Sin embargo, las que ocupan un estudio detallado en capítulos posteriores en este documento son las especificaciones que permiten definir elementos de evaluación o preguntas. Se incluyen en el grupo de especificaciones de IMS GLC y son:

- ◆ IMS QTI³ (*IMS Question and Test Interoperability*): Describe un modelo de datos para la representación de preguntas y exámenes y los correspondientes reportes de resultados. Por lo tanto los contenidos desarrollados tomando como base esta especificación, pueden ser intercambiados entre las herramientas de desarrollo, los bancos de datos y los sistemas de aprendizaje.
- ◆ IMS AccessForAll⁴: Esta especificación de metadatos intenta hacer posible la identificación de recursos educativos que se ajusten a las preferencias o necesidades anteriormente definidas por los usuarios. Estas preferencias o necesidades deben ser

2 Véase: <http://www.imsglobal.org/>.

3 Véase: <http://www.imsglobal.org/question/index.html>

4 Véase: <http://www.imsglobal.org/accessibility/index.html>

declaradas usando la especificación IMS ACCLIP⁵ (*Learner Information Package Accessibility for LIP*), e incluyen la necesidad o la preferencia del usuario para el uso de recursos de diversa clase, métodos alternativos para controlar recursos, etc. Ésta especificación provee un lenguaje común para identificar y describir los recursos primarios y los alternativos equivalentes.

- ◆ IMS QTI Lite⁶: Es una versión simplificada de la versión IMS QTI, en donde se describen los componentes requeridos para construir los tipos de preguntas mas simples, entre ellos están las preguntas de respuesta múltiple y las de falso / verdadero. Las estructuras de Examen y Sección no son soportadas por esta especificación.

Estas especificaciones IMS brindan la posibilidad de poder definir preguntas de evaluación de conocimientos con características de accesibilidad en las cuales se adapta la presentación final de la pregunta a las preferencias o necesidades de los usuarios. Con el uso de estas especificaciones en un mismo documento de metadatos, se busca que las plataformas de aprendizaje en línea puedan presentar a los usuarios exámenes accesibles, pero también se busca que los exámenes tengan características de adaptabilidad en tiempo real, presentando las preguntas de acuerdo a las respuestas a preguntas anteriores, para ello se propone construir un árbol de preguntas interrelacionadas siguiendo el proceso de selección presentado anteriormente, propuesto por Stern y Wolf (1998).

IMS QTI permite definir evaluaciones educativas a partir de diversos tipos de preguntas. Con esta especificación es posible que los autores definan y entreguen diversos tipos de preguntas que van desde las sencillas de una sola interacción a aquellas que admiten la incorporación de elementos multimedia y la interacción con el usuario en múltiples ocasiones.

Con el propósito de marcar un límite para el desarrollo de elementos de examen para la presente investigación, se ha elegido el tipo de preguntas de opción múltiple con una sola respuesta correcta.

5 Véase: <http://www.imsglobal.org/profiles/index.html>

6 Véase: http://www.imsglobal.org/question/ktiv1p2/imsqti_litev1p2.html

1.2. PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Existen en la actualidad desarrollos comerciales para la elaboración de evaluaciones educativas entre los que podemos citar a: *HotPotatoes* (2006), *APIS* (2004), *Qplayer* (2005) entre algunas otras, que permiten la definición y presentación final de preguntas y exámenes completos a los estudiantes. Estas preguntas pueden incluir contenidos multimedia tales como animaciones y videos. También algunos de ellos permiten desarrollar evaluaciones cuyos elementos o preguntas son compatibles con la especificación IMS QTI.

Por otra parte existen sistemas desarrollados en Universidades e Instituciones educativas que buscan incorporar características de adaptabilidad en los exámenes. Entre estos desarrollos podemos citar al sistema *INSPIRE* (Gouli *et al.*, 2001), *SIETTE* (Guzmán *et al.*, 2004) y *AthenaQTI* (Tzanavari *et al.*, 2004) entre otros.

Sin embargo se pudo comprobar que ninguna de estas herramientas considera la construcción de elementos de evaluación educativa para que incluyan características de accesibilidad, entendiéndose como accesibilidad a la característica de los sistemas de adaptar la presentación de los contenidos a las preferencias o estilo de aprendizaje de los usuarios. Se puede citar además a la guía para evaluaciones y exámenes accesibles⁷ (*IMS guidelines for developing accessible learning applications*), que considera que en la actualidad, las evaluaciones educativas no disponen de las características de accesibilidad mínimas.

Para brindar una alternativa de solución al desarrollo de preguntas de evaluación educativa que incluyan características de accesibilidad además de poder ser incluidas éstas en evaluaciones adaptables, esta investigación incluye el estudio y evaluación de la especificación *IMS AccessForAll* para definir ítems de exámenes contruidos a partir de la especificación *IMS QTI*. Así, será posible construir exámenes adaptables que contengan ítems que tengan incorporadas características de accesibilidad.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Hasta el momento no existen plataformas de desarrollo de evaluaciones educativas que permitan incorporar características de accesibilidad en sus elementos. Estas características aseguran que un número mayor de estudiantes cuenten con mas opciones y una mayor flexibilidad al momento de realizar los exámenes. Las estrategias de diseño incluyente, también conocidas

⁷ Véase: <http://www.imsglobal.org/accessibility/accessiblevers/sec9.html>

como “diseño universal”⁸ pueden ayudar a cubrir las necesidades diversas y las limitaciones que presenten los usuarios finales. La presentación del material educativo en una variedad de formatos multimedia permite que los contenidos educativos se adapten a los estilos de aprendizaje (visual, auditivo o kinestésico) de los usuarios, permitiéndoles aprender de una forma mas amena y efectiva..

Esta investigación abarca el estudio de la especificación IMS QTI para construir preguntas para evaluaciones educativas centrándose en las preguntas de opción múltiple con una sola respuesta. Además se realiza un estudio de la especificación IMS AccessForAll, para obtener conclusiones y determinar si es posible incluir metadatos de esta especificación dentro de la definición de preguntas de evaluación educativa usando la especificación IMS QTI.

1.4. HIPÓTESIS

¿Es posible definir y construir ítems básicos para exámenes educativos, usando la especificación IMS QTI que busquen integrar características de accesibilidad basados en los estilos de aprendizaje?

- ◆ Variables independientes:

Metadatos que definan características de accesibilidad.

- ◆ Variable dependiente:

Elemento de pregunta para evaluaciones educativas por Internet.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. General

Investigar la situación actual de las herramientas de autoría de exámenes educativos, estudiar la especificación IMS QTI y elaborar un prototipo para generar preguntas de opción múltiple de una sola respuesta correcta, usando en su definición la especificación IMS QTI . Realizar un estudio de valoración de la especificaciones de IMS AccessForAll para construir ítems de examen accesibles.

⁸ Véase: <http://www.imsglobal.org/accessibility/accessiblevers/sec1.html>

1.5.2. Específicos

- ◆ Investigar y elaborar un informe de los modelos de evaluación educativa que incluyan las teorías, modelos y paradigmas de la evaluación educativa por Internet.
- ◆ Investigar y elaborar un informe de características principales de las herramientas comerciales y en desarrollo para crear y administrar exámenes educativos adaptativos aplicables por Internet.
- ◆ Investigar y elaborar un informe de las características de las tecnologías abiertas para el desarrollo de preguntas para exámenes educativos para Internet.
- ◆ Elaborar un prototipo para generar y empaquetar elementos de exámenes de opción múltiple que usen estándares y especificaciones abiertas.
- ◆ Realizar un estudio de las especificaciones IMS AccessForAll que determine el grado de posibilidad de construir ítems de examen con características de accesibilidad.

1.6. PRESENTACIÓN DEL RESTO DE LOS CAPÍTULOS

Esta investigación está dividida en siete capítulos. El actual expone la presentación general de la investigación, detalla los problemas identificados, presenta la justificación y la hipótesis de trabajo y por último se definen los objetivos (general y específicos) que determina el alcance de la investigación.

El segundo capítulo detalla a las evaluaciones educativas, expone los fundamentos de esta actividad, sigue con el marco de referencia para las evaluaciones educativas en el ámbito específico de Internet. Después se presenta la teoría que sustenta el desarrollo de los exámenes adaptables. Posteriormente, se presentan los fundamentos para creación de aplicaciones y para la creación de los exámenes con características de accesibilidad.

El tercer capítulo explica las especificaciones para definir metadatos educativos. Inicia con la descripción general de las especificaciones para las tecnologías de aprendizaje, continua con una revisión más a profundidad de las tecnologías para definir exámenes estandarizados y elementos accesibles. Posteriormente se presenta un ejemplo de definición de un ítem de opción múltiple usando metadatos. En este capítulo se explica las especificaciones propuestas por el consorcio IMS para incluir características de accesibilidad a los objetos de aprendizaje.

En el cuarto capítulo se presentan los sistemas de evaluación comerciales más representativos que se han desarrollado hasta el momento con el propósito de reseñar el estado de arte. Se

describen sus principales características en las que se encuentra que algunos de ellos no son compatibles con la especificación IMS QTI, limitando su interoperatividad con otros sistemas.

En el quinto capítulo se continúa con la reseña del estado del arte, pero en esta ocasión se presentan los desarrollos que permiten construir exámenes con características de adaptabilidad. Este capítulo se desarrolló con el propósito de estudiar el estado del arte de las herramientas para elaborar exámenes adaptables y comprobar de forma definitiva que hasta la fecha de realización de esta investigación ninguna herramienta comercial o en su fase de desarrollo incluye la posibilidad de que a los ítems se les pueda agregar metadatos para ajustarse al estilo de aprendizaje de los alumnos.

El sexto capítulo presenta la descripción de un modelo de herramienta de autoría para desarrollar ítems de preguntas tomando como base las especificaciones para definir metadatos educativos. Se detallan cada uno de los tres niveles para cada una de las cuatro secciones de que se compone el modelo. De forma específica se consideran a especificación IMS QTI para definir los elementos producto de este modelo, además se considera la inclusión de las especificaciones para definir elementos accesibles (IMS ACCMD e IMS ACCLIP). El alcance del estudio de estas dos últimas especificaciones es para considerar la posibilidad de definir metadatos de accesibilidad en un archivo especial que pueda ser empacado junto al archivo del manifiesto y el archivo de definición del ítem.

En el séptimo capítulo se presenta un prototipo para definir ítems de opción múltiple usando para ello la especificación IMS QTI. El producto de este prototipo son dos archivos con formato XML-QTI, el primero contiene la descripción del ítem y el segundo el manifiesto. Se busca que estos dos archivos sean empacados en un solo archivo compactado.

En el capítulo ocho se presenta la propuesta para construir un paquete que contenga a un elemento de evaluación junto con los archivos multimedia o la referencia a ellos, con la característica especial de incluir un elemento extra que es el de las reglas de adaptación tanto en presentación como en secuencia.

En el capítulo nueve se presentan las conclusiones de la investigación, se establecen líneas de investigación futuras y presenta la reseña de las publicaciones que permitieron ir definiendo el contenido y el modelo propuesto dentro de esta investigación.

2. LA EVALUACIÓN EDUCATIVA

Este capítulo presenta el marco teórico de la evaluación educativa, con el propósito de establecer las bases de estudio en el área y poder, en los siguientes capítulos, definir las diferencias entre los sistemas comerciales de evaluación educativa y los que están actualmente en desarrollo, principalmente en los centros de investigación.

Es así que este capítulo presenta los fundamentos de la evaluación educativa, prosigue con la teoría de la evaluación educativa por Internet, presenta los fundamentos que sustentan a las evaluaciones adaptables y termina con las conclusiones al respecto.

2.1. INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones juegan un rol importante en el proceso de aprendizaje. Sirven para informar el progreso logrado al estimar el nivel de los conocimientos adquiridos por los alumnos; es esencial para el proceso de acreditación del curso y los resultados pueden ser usados para diversos fines, tanto para medir los resultados del alumno, el maestro, el curso o la institución educativa. La evaluación, cuando es correctamente integrada a las actividades o ejercicios de aprendizaje reales, puede ser también parte esencial de la experiencia de aprendizaje.

2.2. FUNDAMENTOS DE LA EVALUACIÓN EDUCATIVA

2.2.1. Principios e indicadores para los sistemas de evaluación educativa

Un proceso de evaluación educativa debe descansar en bases educacionales firmes. Estas bases incluyen a la institución educativa que busca satisfacer las necesidades de aprendizaje para todos los estudiantes, entender como los estudiantes aprenden, y establecer altos estándares para el aprendizaje de los usuarios del sistema⁹.

- ◆ Principio 1: El primer propósito de la evaluación es mejorar el aprendizaje del alumno. Los sistemas de evaluación son organizados alrededor del propósito primario de mejorar el aprendizaje del estudiante. El proceso de evaluación provee información útil acerca de los objetivos de aprendizaje logrados por el estudiante. Este proceso emplea prácticas y métodos que son consistentes con los objetivos del aprendizaje, el currículo, la instrucción y conocimientos actuales de cómo los estudiantes aprenden. Las evaluaciones realizadas en el aula que están completamente integradas con el currículo y la instrucción educacional es uno de los principales objetivos a buscar cuando se realiza el proceso de evaluación.
- ◆ Principio 2: La evaluación para propósitos alternativos da soporte al aprendizaje del estudiante. Los resultados de la evaluación certifican el aprendizaje del estudiante y proveen información para mejora de la institución educativa. Maestros, escuelas y sistemas educativos realizan decisiones importantes tomadas de la información histórica y no a partir de una sola evaluación. La información para mejorar los procesos educativos se

⁹ Véase: The National Center for Fair and Open Testing. <http://fairtest.org/princind.htm>

genera a partir de un proceso continuo y de las evaluaciones realizadas durante un largo periodo de tiempo.

- ◆ Principio 3: Los sistemas de evaluación son justos para todos los estudiantes. Los sistemas de evaluación aseguran que todos los estudiantes reciben un trato justo de modo que no limite las oportunidades actuales y futuras de los usuarios. Estos sistemas permiten el uso de muchos métodos de evaluar el progreso de los estudiantes. Las evaluaciones son imparciales y reflejan el nivel de conocimiento actual del estudiante.
- ◆ Principio 4: La comunicación del proceso de evaluación es regular y clara. Los educadores y las instituciones comunican, de forma regular y en lenguaje sencillo los propósitos, métodos y resultados de la evaluación. Se enfocan en realizar informes de lo que los estudiantes han aprendido y son capaces de hacer y lo que es necesario realizar para facilitar la mejora del proceso.
- ◆ Principio 5: Los sistemas de evaluación son regularmente revisados y mejorados para asegurar que los sistemas representan un beneficio educacional para todos los estudiantes. Los sistemas de evaluación deben evolucionar y mejorarse. Aún así los sistemas correctamente diseñados deben adaptarse para las condiciones cambiantes y conocimiento incremental por parte de los alumnos. Las revisiones son la base para la toma de decisiones para modificar parte o todo el proceso.

2.2.2. Finalidad del proceso de evaluación

Los exámenes en línea, al igual que otros tipos de exámenes deben ser seguros, justos y flexibles. Aún más, es un requisito indispensable para el proceso de aprendizaje que dichos exámenes sean equivalentes para todas las personas, tomando en cuenta sus necesidades culturales y lingüísticas. Los exámenes deben ser lo suficientemente flexibles y diversos para cubrir las necesidades de diversos tipos de estudiantes.

Posteriormente, el proceso de evaluar para obtener los resultados a partir de los exámenes debe tener como finalidades las que se explican a continuación.

2.2.2.1. LA FINALIDAD DE PROCESO

La realización de los exámenes de conocimientos y la posterior actividad de evaluar enfatiza los componentes vinculados con la producción sistemática de información calificada con el objeto de orientar la toma de decisiones.

2.2.2.2. LA FINALIDAD DE PRONÓSTICO

Esta finalidad enfatiza el valor de predecir sobre la base de la información generada, es decir las acciones de evaluación persiguen como propósito la producción de información con alto potencial anticipatorio y explicativo sobre los fenómenos o procesos objeto de evaluación.

2.2.2.4. LA FINALIDAD DE ACREDITACIÓN

Esta finalidad es la que más se vincula con el valor social y simbólico que tiene la evaluación. En estos casos el énfasis está puesto en las consecuencias que los resultados de la evaluación tienen para el individuo o la institución objeto de evaluación ya que de su resultado depende la continuidad de los estudios para un sujeto o la interrupción parcial de su carrera escolar, etc. (Elola y Toranzos, 2000).

2.2.3. Puntos clave en el desarrollo de evaluaciones

Todo proceso de evaluación debe contar con algunos elementos mínimos perfectamente identificables que permitan delimitar el alcance y dar validez a esta actividad dentro del ciclo completo de enseñanza aprendizaje, estos elementos se exponen a continuación.

2.2.3.1. BÚSQUEDA DE INDICIOS

Ya sea a través de la observación o de ciertas formas de medición se obtiene información, esa información constituyen los indicios visibles de aquellos procesos o elementos más complejos que son objeto de nuestra evaluación. En este sentido siempre hay que tener presente que toda acción de evaluación finalmente se lleva a cabo sobre un conjunto de indicios que se seleccionan de modo no caprichoso sino sistemático y planificado, pero no por ello dejan de ser indicios. Por ejemplo la indagación sobre la adquisición de determinadas competencias por parte de un grupo de alumnos requiere de la búsqueda de indicios, de pistas que nos permitan estimar la presencia o ausencia de dichas competencias.

2.2.3.2. FORMA DE REGISTRO Y ANÁLISIS

A través de un conjunto variado de instrumentos se registran estos indicios, datos que generan información que permitirá llevar a cabo la tarea de evaluación. En este sentido resulta positivo recurrir a la mayor variedad posible de instrumentos y técnicas de análisis con carácter complementario ya que en todos los casos se cuentan con ventajas y desventajas en el proceso de registro y análisis de la información. A partir de los resultados de los test se puede obtener información que sirve de base para generar estadísticos de avance, de aprovechamiento general

del grupo, de auto-evaluación para el proceso en si y como retro-alimentación para los profesores.

2.2.3.3. CRITERIOS

Un componente central en toda acción de evaluación es la presencia de criterios, es decir de elementos a partir de los cuales se puede establecer la comparación respecto del objeto de evaluación o algunas de sus características. La mayor discusión en materia de evaluación se plantea alrededor de la legitimidad de los criterios adoptados en una determinada acción de evaluación, es decir quién y cómo se definen estos criterios.

2.2.3.4. JUICIO DE VALOR

Íntimamente vinculado con el anterior pero constituyendo el componente distintivo de todo proceso de evaluación se encuentra la acción de juzgar, de emitir o formular juicios de valor, este es el elemento que diferencia la evaluación de una descripción detallada, o de una propuesta de investigación que no necesariamente debe contar con un juicio de valor. Este es un elemento central de toda acción de evaluación y el que articula y otorga sentido a los componentes definidos anteriormente por lo que tanto la búsqueda de indicios, las diferentes formas de registro y análisis y la construcción de criterios estarán orientadas hacia la formulación de juicios de valor.

2.2.3.5. TOMA DE DECISIONES

Por último la toma de decisiones es un componente inherente al proceso de evaluación y que lo diferencia de otro tipo de indagación sistemática. La acción de evaluar cobra sentido en tanto brinde soporte para la toma de decisiones. Este es un elemento que adquiere importancia central y no siempre es tenido en cuenta por quienes llevan a cabo los procesos de evaluación y / o quienes lo demandan. Por ello se vuelve imprescindible tener presente con anterioridad cuáles son los propósitos o finalidades que se persiguen con la evaluación propuesta.

2.2.4. Paradigmas de la evaluación

Existen diferentes marcos de referencias o paradigmas que permiten catalogar a los exámenes de acuerdo al grupo de usuarios a los que van dirigidos, los métodos usados en su diseño y los resultados que buscan evaluar, se exponen en los siguientes puntos.

2.2.4.1. LOS EXÁMENES COMO ELEMENTO DE MEDICIÓN

Este paradigma está asociado con la forma de ver el conocimiento desde un enfoque positivista o modernista. El instrumento principal de este paradigma son los test estandarizados y a gran escala que están diseñados para medir “objetivamente” la cantidad de conocimiento que un estudiante ha adquirido durante un cierto periodo de tiempo (Wineberg y Eliot, 1997). En este paradigma, se cree que el conocimiento existe de forma separada del estudiante y que éstos trabajan para adquirirlo, no para construirlo. El estudiante es visto como un repositorio vacío, listo para ser llenado con conocimientos. El aprendizaje se piensa entonces como la transmisión del conocimiento del profesor hacia el alumno, mientras que el significado se cree que reside dentro del texto y que solo la interpretación o juicio del estudiante es aceptado dentro de los test estandarizados (Short y Burke, 1994).

En el paradigma de exámenes como elemento de medición, la objetividad, la estandarización y la certeza son prioritarias sobre los referidos a los de involucrar al profesor y los estudiantes. El rol principal del estudiante en este paradigma es exclusivamente del que realiza el examen, por lo que no existe oportunidad de realizar una auto-evaluación o de que el estudiante pueda realizar reflexiones respecto al examen. En este tipo de exámenes, las decisiones acerca de la información que será recolectada, y los términos en que será evaluada esta información reside en autoridades fuera del salón de clases. Por lo general estos test estandarizados sirven para evaluar las “deficiencias en el conocimiento” y los nuevos conocimientos acumulados.

2.2.4.2. LA EVALUACIÓN COMO UN PROCEDIMIENTO

Este paradigma contiene elementos de los paradigmas de exámenes como un elemento de medida y del paradigma de exámenes como elementos indagatorios. En este paradigma, el conocimiento se cree que existe de forma independiente al individuo y que este conocimiento puede ser transmitido al estudiante y posteriormente medido de forma objetiva. La diferencia con el anterior paradigma es que los procedimientos han sido cambiados para parecerse a los métodos de colección de datos cualitativos.

Los profesores y los estudiantes no están directamente involucrados en generar las decisiones referentes a los procedimientos del examen ni tampoco en los propósitos de dicha evaluación. En este paradigma, a los profesores se les pide que objetivamente midan las habilidades de los estudiantes, reportando la información de forma numérica a individuos externos, permaneciendo ajenos al proceso de evaluación, estando solamente un poco involucrados en determinar el propósito de dichas evaluaciones.

2.2.4.3. LOS EXÁMENES COMO ELEMENTOS DE INDAGACIÓN

En este paradigma, los exámenes son vistos como un proceso indagatorio, basado en las teorías del aprendizaje constructivista (Fosnot, 1996), aprendizaje centrado en el alumno y el proceso de indagación. Aquí, el profesor usa varias técnicas de evaluaciones cuantitativas y cualitativas para indagar acerca de un estudiante en particular y sus procesos de aprendizaje. Es un proceso de indagación y un proceso de interpretación, usado para promover la reflexión acerca de lo aprendido por los estudiantes, sus actitudes y sus habilidades.

No solo los procedimientos para reunir la información han cambiado, sino que también el nivel en el que el alumno y el maestro se involucran se ve incrementado. El propósito de este tipo de exámenes son el de lograr un profundo entendimiento del aprendiz en su propio contexto de aprendizaje.

Los exámenes dentro de este paradigma son vistos como una actividad social, específicamente contextual e interpretativa. El conocimiento se cree que es construido por el individuo dentro de contextos sociales de aprendizajes, en vez de ser vistos como adquiridos solamente por la transmisión de los conocimientos educativos.

Al usar los exámenes indagatorios, los profesores ya no son solo simples “administradores de exámenes” sino que, junto con lo estudiantes, son vistos como creadores activos del conocimiento y no como simples receptores pasivos. Este tipo de exámenes son usados para facilitar el aprendizaje y dirigir decisiones curriculares y comunicarse más efectivamente con los estudiantes y sus padres.

El examen no es visto como un procedimiento objetivo de medición, por el contrario, es visto como un proceso de interacción humana, involucrándolo como el instrumento principal en el proceso. Aquí, los profesores eligen y construyen su propio portafolio de exámenes para recolectar información de sus alumnos, de modo que puedan efectuar sus propias decisiones sobre los contenidos educativos. La información contenida en estos portafolios son vehículos para promover la reflexión y la auto-evaluación de los estudiantes. Estos portafolios sirven también para que los estudiantes entiendan sus progresos académicos y para documentar su desarrollo. Estos exámenes también son conocidos como “referidos al aprendiz” (Johnston, 1997).

El trabajo incluido en estos portafolios ha sido creado en un contexto mas “autentico”, en vez de ser creados en un contexto de evaluación. El examen es visto como parte del procedimiento de aprendizaje y no como un elemento separado.

2.2.5. Función de la actividad de evaluación

Otras aportaciones de la actividad de evaluación de resultados al proceso de enseñanza-aprendizaje son algunas funciones (Elola y Toranzos, 2000) que no son excluyentes sino complementarias y algunas se explican a través de las ideas más generalizadas que se tienen sobre la evaluación y otras se relacionan directamente con un concepto más completo y complejo de estos procesos.

2.2.5.1. FUNCIÓN SIMBÓLICA

Los procesos de evaluación transmiten la idea de finalización de una etapa o ciclo; se asocia con frecuencia la evaluación con la conclusión de un proceso, aún cuando no sea este el propósito y la ubicación de las acciones de evaluación cabe tener presente que para los actores participantes en alguna de las instancias del proceso, éste adquiere esta función simbólica.

2.2.5.2. FUNCIÓN POLÍTICA

Una de las funciones más importantes de la evaluación es su carácter instrumental central como soporte para los procesos de toma de decisiones. Esta función es claramente política ya que la evaluación adquiere un rol sustantivo como realimentación de los procesos de planificación y la toma de decisiones sobre la ejecución y el desempeño de los programas y proyectos.

2.2.5.3. FUNCIÓN DE CONOCIMIENTO

En la definición misma de evaluación y en la descripción de sus componentes se identifica como rol central de la evaluación como una herramienta que permite ampliar la comprensión de los procesos complejos; en este sentido la búsqueda de indicios en forma sistemática implica necesariamente el incremento en el conocimiento y la comprensión de los objetos de evaluación.

2.2.5.4. FUNCIÓN DE MEJORAMIENTO

En forma complementaria con la función de conocimiento y la identificada como función política, esta función destaca el aspecto instrumental de la valuación en tanto permite orientar la toma de decisiones hacia la mejora de los procesos o fenómenos objeto de evaluación. En la medida que se posibilita una mayor comprensión de los componentes presentes es factible dirigir las acciones hacia el mejoramiento en términos de efectividad, eficiencia, eficacia, pertinencia y / o viabilidad de las acciones propuestas.

2.2.5.5. FUNCIÓN DE DESARROLLO DE CAPACIDADES

Con carácter secundario, ya que no forma parte de los objetivos centrales de cualquier acción de evaluación, estos procesos, a través de sus exigencias técnicas y metodológicas desempeñan una importante función en términos de promover el desarrollo de competencias muy valiosas. Si se aprovechan adecuadamente las instancias de evaluación, éstas contribuyen a incrementar el desarrollo de dispositivos técnicos institucionales valiosos y poco estimulados habitualmente. Estas competencias se refieren por ejemplo a la práctica sistemática de observaciones y mediciones, de registro de información, de desarrollo de marcos analíticos e interpretativos de la información, de inclusión de la información en los procesos de gestión, de desarrollo de instrumentos para la recolección de información, entre otras actividades.

2.2.6. Categorización de los exámenes de evaluación

La clasificación de los tipos de exámenes de acuerdo a su finalidad define a tres tipos básicos: de diagnóstico, formativos y sumativos. Las evaluaciones formativas y sumativas pueden ser combinados en el proceso de evaluación continua (Miller *et al.*, 1998). Adicionalmente, el proceso de evaluación puede ocurrir antes de que el curso sea entregado a los estudiantes, para ello existe el examen de diagnóstico o previos al curso que sirve para:

- ◆ Reconocer las habilidades y conocimientos actuales del estudiante.
- ◆ Realizar un examen de diagnóstico con el propósito de ubicar el curso educativo que será entregado al estudiante.
- ◆ Identificar las necesidades de aprendizaje para ajustar el diseño del curso.

El examen tipo formativo es una parte esencial del proceso de aprendizaje, ya que es una forma de realizar una retro-alimentación al estudiante acerca de los progresos dentro del curso. Los autores de contenido educativo en línea sugieren que la diferencia entre una interacción persona a persona y un procedimiento de entrega completa de un curso en línea es la inclusión de una estrategia adecuada para realizar exámenes formativos correctamente adaptados en las actividades del curso.

El examen de tipo sumativo es generalmente realizado al final del curso educativo. En un entorno educativo, se realizan este tipo de exámenes para asignar una calificación al estudiante.

Los exámenes formativos y sumativos son referidos dentro del contexto de aprendizaje como “examen de aprendizaje” y “examen para el aprendizaje”, respectivamente. El auto-examen es una forma de examen de diagnóstico para que los estudiantes se evalúen a ellos mismos.

Otra clasificación de exámenes es la de test objetivos y subjetivos. El primero es una forma de cuestionamiento que tiene solo una respuesta correcta. El examen subjetivo es una forma de pregunta que pueda tener más de una respuesta correcta (o más de una forma de expresar una respuesta correcta). Las preguntas de tipo objetivo incluyen a las de falso / verdadero, múltiples opciones, múltiples respuestas y emparejamiento de respuestas. Las preguntas subjetivas incluyen preguntas de respuestas extensas y ensayos. Las preguntas de tipo objetivo son las más usadas dentro de los exámenes incluidos en las plataformas de aprendizaje por Internet, ya que son los que mejor se adaptan a un proceso computarizado de evaluación¹⁰.

2.2.6.1. TIPOS DE PREGUNTAS

Al momento de diseñar los exámenes, los autores pueden seleccionar diversos tipos de preguntas, que se ajusten a los requerimientos de los objetivos de la instrucción educativa o que se adapten al perfil del usuario:

- ◆ Tareas escritas.
- ◆ Ensayos.
- ◆ Preguntas y exámenes en línea.
- ◆ Tareas de trabajo en colaboración grupal.
- ◆ Portafolios.
- ◆ Test en línea (con libro abierto, con tiempo límite).
- ◆ Prácticas.
- ◆ Discusiones en línea.
- ◆ Actividades experimentales, tales como rol de juego.
- ◆ Debates.

2.2.7. Modelos aplicables para la definición y desarrollo de evaluaciones

Los modelos son descripciones o representaciones a niveles macro de los sistemas o enfoques para la evaluación educativa, usualmente presentan un marco conceptual para planear y

¹⁰ Véase: <http://www.answers.com/topic/assessment/>.

conducir el proceso de examen y evaluación y el rol de estas actividades dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje¹¹.

Existen algunos modelos y teorías de aprendizaje que tienen diferentes implicaciones en el proceso de exámenes y evaluaciones.

2.2.7.1. TEORÍAS DE APRENDIZAJE DE LOS ADULTOS

Describen las características especiales para los estudiantes adultos y los define como estudiantes continuos, autónomos, esperan que el aprendizaje tenga sentido y sea relevante para ellos, necesitan saber qué están aprendiendo y para qué, se orientan a los problemas en vez de orientarse a los contenidos, son motivados por objetivos, tienen responsabilidades más allá del tiempo de entrenamiento y tienen diversos estilos de aprendizaje.

Para este tipo de individuos los exámenes deberán presentar un reconocimiento a la experiencia y conocimientos previos adquiridos por ellos, adaptar los resultados y las tareas de evaluación para que se ajusten a las necesidades y motivación de los estudiantes, motivar a los adultos para auto-conducirse y enfatizar la resolución de problemas que presenten resultados tangibles. Por último, considerar los estilos de aprendizaje de cada uno de ellos al momento de diseñar las opciones de exámenes.

2.2.7.2. DISEÑO SISTEMÁTICO DE LA INSTRUCCIÓN (SDI: *SYSTEMATIC DESIGN OF INSTRUCTION*)

Este modelo incluye la preparación de análisis detallado de los estudiantes y su contexto de estudio, formular las tareas de exámenes y evaluación antes de desarrollar el contenido y las actividades educativas. También se deben definir las habilidades básicas al momento de iniciar la instrucción mediante un pre-examen, usar exámenes formativos (auto-examen) para los estudiantes para registrar el progreso en el programa. Por último contempla el mejoramiento iterativo de los materiales y el sistema de instrucción educativa por medio del uso de evaluaciones continuas.

Este enfoque ha sido señalado por ser inflexible, caro, nada real y lineal. SDI es adecuado para proyectos a gran escala que involucran el desarrollo de material de instrucción caro que requiere ser evaluado cualitativamente. Las implicaciones para el proceso del examen y evaluación son que estas tareas deben ser diseñadas antes de iniciar el desarrollo y deben indicar la evidencia requerida para satisfacer un estándar predefinido.

¹¹ Véase: <http://www.flexiblelearning.net.au/>.

2.2.7.3. INSTRUCCIÓN DE CRITERIOS REFERENCIADOS (*CRI: CRITERION REFERENCED INSTRUCTION*)

Este tipo de programa de contenidos de instrucción educativa, explícitamente explica como expresar los objetivos de entrenamiento a modo de rendimientos, analiza los requerimientos de habilidades y conocimientos, diseña el proceso instrucción educativa y examina los resultados.

Las implicaciones para el proceso de evaluación y examen es que este modelo analiza los resultados usando técnicas de análisis de objetivos, identifica cuales mejoras en el rendimiento deben ser alcanzadas por el estudiante y cuales de ellas deben ser logradas por medio del entrenamiento, hace que las tareas de evaluación sean explícitas para los estudiantes.

2.2.7.4. CONSTRUCTIVISTA

El constructivismo es una teoría de aprendizaje que dice que el estudiante aprende al construir activamente su conocimiento al interactuar con su entorno e incorporando nueva información a su base de conocimientos actual. La interacción y la cooperación son consideradas actividades esenciales para proveer motivación y soporte. A diferencia de los modelos SDI y CRI, el constructivismo, como teoría no ofrece ningún proceso especial o guía de práctica, sino que se presenta una serie de metodologías de enseñanza y aprendizaje compatibles con el constructivismo.

Muchas de estas teorías son similares a las presentadas por las teorías de aprendizaje para los adultos, pero con más énfasis en la exploración, colaboración y resolución de problemas. Estas incluyen:

- ◆ Promover el aprendizaje activo comprometiendo a los estudiantes de forma activa en el proceso de aprendizaje.
- ◆ Proveer oportunidades para construir el conocimiento apoyando a los estudiantes a construir sus propias estructuras cognitivas, basándose en conocimientos previos, para integrar los nuevos junto con nuevas habilidades.
- ◆ Alentar la colaboración, proveyendo ambientes en los cuales las personas aprenden unas de otras y resuelven los problemas en conjunto.
- ◆ Soporte al aprendizaje intencional, ligando el aprendizaje con los objetivos del estudiante.
- ◆ Enfocarse a problemas reales, promoviendo que el estudiante resuelva problemas complejos que encontrará en su mundo real.

- ◆ Contextualizar el aprendizaje ubicándolo en un entorno real o usando un aprendizaje basado en la simulación, en casos de uso o basados en problemas.
- ◆ Promover la conversación involucrando a los participantes en un diálogo de modo que ellos puedan apreciar diversas perspectivas.

Wonacott (2000) ha recogido las ventajas y desventajas del entorno en línea como vehículo para enfoques de aprendizaje constructivista. La Web tiene un alto potencial y capacidad para soportar enfoques de enfoque constructivista para enseñar, aprender y examinar al:

- ◆ Proveer un entorno donde explorar la información.
- ◆ Proveer amplias opciones para el auto-examen y la realimentación.
- ◆ Brindar oportunidades para las actividades de colaboración por medio de herramientas de comunicación.
- ◆ Proveer un rol de guía al instructor o maestro.

Por otra parte, algunas de las desventajas pueden ser:

- ◆ Los estudiantes pueden carecer de habilidades (para operar, navegar o administrar) y perderse en el entorno.
- ◆ El enfoque constructivista puede no ser siempre el apropiado.
- ◆ El material educativo con enfoque constructivista puede ser caro para ser desarrollado.
- ◆ Muchos instructores se sienten incómodos con el rol de simples guías, que puede ser aún más demandante en el entorno en línea y requiere muy distintas habilidades de comunicación y técnicas.

Las implicaciones para el proceso de evaluación son:

- ◆ El estudiante no es un repositorio vacío, sino un individuo con conocimiento pre-existente, con aptitudes, motivaciones y otras características, de modo que todas éstas deben ser reconocidas en el proceso.
- ◆ La mayoría del conocimiento significativo es el que se genera en un entorno de trabajo en grupo y no en uno individual, así, los nuevos métodos de evaluación de conocimientos requieren poder discriminar entre el rendimiento individual y el de trabajo en grupo.
- ◆ El auto-examen (y el auto-control) es una parte significativa del aprendizaje, de modo que los exámenes sumativos son solo una parte del proceso y no los únicos que se aplican.

2.2.7.5. APRENDIZAJE SITUADO

Una variación al constructivismo centrado en el estudiante es el constructivismo social o el “aprendizaje situado”. En este, el concepto de mente cambia de ser identificada como propia de un solo individuo a ser identificada como una mente en interacción social, de modo que el conocimiento emerge de una comunidad en práctica.

Las implicaciones para el proceso de evaluación son:

- ◆ El constructivismo cognitivo se enfoca en el desarrollo cognitivo individual dentro de etapas predefinidas; usa referencias de portafolio y basadas en el rendimiento.
- ◆ En el constructivismo social se enfoca a un examen en grupo y también en una participación individual en prácticas organizadas socialmente y en interacciones. Incluye el examen en tareas del mundo real y auténticas con retos y opciones, se enfoca a la colaboración, procesamiento en grupo, administración del equipo de trabajo. El proceso de evaluación es continuo, subjetivo, de colaboración, acumulativo y menos formal.

2.2.8. Enfoques en el diseño

Los enfoques que se pueden considerar al momento de definir los test educativos que serán incluidos dentro de las actividades de aprendizaje son los siguientes (tabla 1), según los describen en la herramienta en la *Web Doing Assessment online* (Atkins y Hannon, 2002).

Desde	Hacia
Cerrado/Convergente: asume que existe una o muchas respuestas correctas.	Abierto/Divergente: examen que es sin terminación definida y permite la creatividad.
Colaborativo: Requiere que los estudiantes trabajen cooperativamente en pares o grupos	Individual: Requiere el trabajo individual de los estudiantes
Incluidos: el examen forma parte de las actividades regulares del estudiante	Discrecional: sesiones especiales que son identificadas para examen.
Conocimiento: examina lo que el estudiante debe saber.	Rendimiento: examen de evidencia en el que el estudiante debe realizar una tarea específica.
Auto-controlado: la realimentación surge del examen directamente hacia el estudiante	Controlados por el profesor: la realimentación es dirigida por el maestro o generada por él y es entonces dirigida al estudiante.

Tabla 1. Enfoques para seleccionar un examen.

Método de examen.	Tipos de exámenes
Lógico, test "objetivo".	Examen cerrado: múltiples opciones, falso/verdadero, crucigramas, cálculo.
Examen formativo (auto-examen).	Examen cerrado: múltiples opciones, falso/verdadero, preguntas de respuestas cortas, ensayos.
Observación directa.	Listas de verificación de puntos observados.
Respuestas escritas cortas.	Respuestas escritas, rellenar cuadros, respuestas abiertas.
Reportes o ensayos.	Preguntas escritas o respuestas de ejemplo.
Simulación y juegos de roles.	Descripción de escenarios, instrucciones de simulación.
Proyectos: estudios de casos, reportes o sitios Web.	Descripción de tareas, información de casos de estudios
Respuestas escritas a grupos de discusión en línea.	Descripción de tareas, respuestas de ejemplo a grupos de discusión.
Preguntas orales.	Lista de preguntas.
Examen formal.	Documento de examen.
Evidencia de trabajos o portafolio.	Listas de verificación, reportes de proyectos concluidos, planes de acción, evidencia de resultados de los proyectos.
Examen en grupo de trabajo.	Información del caso de estudio, reportes de trabajos del grupo.

Tabla 2. Métodos y tipos de exámenes.

Existen nuevos enfoques a la hora de evaluar los conocimientos que tiene que ver con lo que se le denomina una evaluación auténtica. En ellos interviene el concepto de "Rúbrica". Este método para determinar la puntuación o la calificación del examen realizado por un alumno en áreas más complejas y criterios subjetivos. La rúbrica permite la evaluación del rendimiento del estudiante en situaciones que reproducen los retos de la vida diaria, aspecto que no puede ser evaluado en los exámenes convencionales (Rose, 2006).

La rúbrica es un dispositivo para organizar e interpretar los datos obtenidos de las observaciones de las actividades realizadas por el estudiante. Más precisamente, es una guía de valoración o *scoring* que marca las diferencias entre los niveles de desarrollo en un área específica de rendimiento o comportamiento. Por lo general este dispositivo usa tres o más niveles que pueden ir desde principiante, desarrollado y avanzado. Cada uno de los niveles contienen características de rendimiento que pueden medirse, tales como: "tiene pocos / ocasionales / frecuentes fallos en el deletreo". La ventaja del método de evaluación basado en rúbricas sobre los métodos tradicionales es que el primero examina a los estudiantes en el proceso actual de aprendizaje, mostrando además de forma clara cómo su trabajo está siendo evaluado.

La tabla 2 muestra la relación que existe entre el método de evaluación y los tipos de exámenes que pueden ser realizados para cubrir ese objetivo (Atkins y Hannon, 2002).

2.3. LAS EVALUACIONES EDUCATIVAS EN INTERNET

2.3.1. Introducción

Los desarrollos actuales para realizar evaluaciones educativas en línea tienen unos cuantos años de haber iniciado, el proceso de evaluación debe ser considerado como un factor de referencia al momento de diseñar los contenidos educativos y ser considerados como uno de los componentes esenciales de un proceso de enseñanza y aprendizaje mas amplio. La evaluación no solo debe medir los resultados obtenidos por los estudiantes, sino servir de provisión de realimentación y oportunidades de aprendizaje para los estudiantes. Como tal, la evaluación en línea es integral a un aprendizaje en línea si:

- ◆ Compromete y mantiene la motivación del estudiante
- ◆ Mantiene una razón fundamental para el dialogo y el intercambio de conocimiento entre grupos
- ◆ Soporta el desarrollo incremental y parcial del aprendizaje
- ◆ Actúa como un custodio de la calidad y estándares educativos incluyendo el acceso a una comunidad de participantes.

En la practica, los exámenes se vuelven determinantes para el programa de aprendizaje mismo, como tal, deben ser dinámicos y capaces de cubrir los diferentes requerimientos.

2.3.2. Definición

Una evaluación educativa es un grupo de métodos y técnicas para obtener información de los individuos o grupos de individuos para obtener un resultado medible y esperado acerca del aprendizaje de los estudiantes. Los exámenes pueden medir el nivel de conocimientos alcanzados por los estudiantes, las competencias, el rendimiento, las habilidades prácticas y las percepciones de los estudiantes acerca de los conocimientos adquiridos. Los exámenes son usados para ayudar a los estudiantes a aprender mejor y al mismo tiempo para ayudar a los instructores a ajustar los métodos de enseñanza si fuere necesario. Cuando los profesores obtienen los reportes de resultados, pueden informar a los estudiantes sobre las actividades para corregir los errores obtenidos por los estudiantes.

Los exámenes son una herramienta para proveer realimentación académica para los profesores y para los alumnos para mejorar y desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje. La evaluación ayuda a los profesores a para evaluar su propia instrucción y detectar puntos débiles en ella.

El surgimiento de las nuevas tecnologías de información ha permitido que los contenidos educativos puedan ser colocados y usados por los estudiantes y las actividades de evaluación no han sido la excepción. Específicamente, el término *E-Assessment* se define como el “uso de las tecnologías de información para cualquier actividad relacionada con los exámenes y la evaluación educativa”¹². Esta definición incluye una amplia gama de actividades que van desde el uso de un procesador de texto para responder un examen en el ordenador.

Las actividades de examen y evaluación permiten definir sistemas perfectamente definidos e integrados a los LMS (Sistema de administración del aprendizaje: *Learning Management System*). Un sistema de evaluación en línea está integrado por dos componentes: (1) una herramienta de evaluación; y (2) un banco de ítems. La herramienta de evaluación incluye al *hardware* y el software necesarios para crear y despachar un examen. La creación de un banco de ítems es mas costoso y consume mas tiempo que la instalación y configuración de la herramienta de evaluación. Los exámenes educativos en línea tienen algunas ventajas sobre los exámenes realizados de la forma tradicional (en papel): (1) Menor costo a largo plazo; (2) Realimentación instantánea a los estudiantes; (3) mayor flexibilidad con respecto a la ubicación y tiempo para realizar el examen y (4) Mayor confiabilidad (la valoración realizada por ordenador es mas confiable que la realizada por humanos).

2.3.3. Importancia de la evaluación en línea

Las razones por las que la evaluación en línea es de fundamental importancia para el proceso educativo son:

- ◆ El aprendizaje y comportamiento del estudiante es influido y a menudo guiado por los requisitos impuestos por el proceso de elaboración de la evaluación (McLoughlin y Luca, 2001).
- ◆ Cuando se diseñan los contenidos educativos y programas de aprendizaje, el criterio para el diseño y las limitaciones impuestas por las evaluaciones son usualmente factores determinantes para las estrategias de enseñanza y aprendizaje escogidas.

¹² Véase: <http://www.en.wikipedia.org/wiki/E-assessment>

- ◆ Un aprendizaje flexible que sea efectivo requiere que el proceso de desarrollo de las evaluaciones sea convenientemente diseñado para ajustarse al nuevo medioambiente de aprendizaje y a diversos clientes (Clayton y Booth, 2000).
- ◆ Existe una nueva corriente en pedagogía que recomienda las “evaluaciones alternativas” en los cuales el proceso de evaluación es integrado al proceso de aprendizaje y en el desempeño en la vida diaria, en oposición a indagar el “conocimiento inerte” de los estudiantes. Conocidos como “evaluaciones auténticas”, estos exámenes se sustentan en el enfoque constructivista que permiten a los estudiantes el demostrar su conocimiento al trabajar en tareas reales, colocándolos en control de su propio aprendizaje (McLoughlin y Luca, 2001).
- ◆ Desarrollar las capacidades en las evaluaciones en línea puede abrir oportunidades de mercado. Muchas industrias, en especial las grandes corporaciones, tienen un reto enorme para administrar el desarrollo de habilidades de sus empleados y están ahora desarrollando sus propios programas internos de entrenamiento.
- ◆ Muchos de los sistemas de aprendizaje en línea y sistemas de administración del conocimiento esta automatizados y están interrelacionados entre ellos. Esto brinda a los instructores o maestros una forma de percibir los beneficios para incluir un proceso de evaluación documentado y consistente donde la tecnología permita la facilidad de monitorear los avances del estudiante y de proveer realimentación inmediata. Todas estas características mejoran la calidad del proceso de y evaluación (Booth *et al.*, 2003).
- ◆ Otro factor de importancia es que los profesores pueden tener un ahorro de tiempo ya que el sistema puede implementar un proceso de auto-evaluación de exámenes con preguntas numéricas, de selección o falso / verdadero.

2.4. LOS EXÁMENES ADAPTABLES

2.4.1. Introducción a los exámenes adaptables

Los sistemas educativos de hipermedios adaptables (*AEHS: Adaptive Educational Hypermedia Systems*) (Brusilovsky, 1996) han estado emergiendo en los últimos años como una opción a los sitios educativos que ofrecen su contenido de una forma “estática” es decir, sin considerar las características y necesidades de sus usuarios. La presencia de un proceso de evaluación de los conocimientos adquiridos por los estudiantes es esencial, ya que es un factor que ayuda al

sistema a adaptarse, presentando nuevos contenidos educativos que serán aprendidos por los usuarios.

La pericia estimada del estudiante puede ser usada para guiar el proceso de adaptación, ya que el rendimiento del usuario se toma como referencia para seleccionar las preguntas y determinar el tiempo en que durará el examen. Algunos artículos de investigación en el área (Vispoel *et al.*, 1994) han demostrado que los exámenes adaptativos son usualmente más eficientes que aquellos que no lo son. Se requiere menos tiempo en responder un examen adaptable, ya que se requieren menos preguntas que en un examen sin esta característica para lograr un rendimiento aceptable en la evaluación del estudiante, por otra parte estos exámenes pueden proveer una estimación más adecuada de la pericia del usuario. Esta propiedad es muy útil para los sistemas educativos adaptativos en caso de que se use esta estimación como un mecanismo de adaptación. También los exámenes adaptativos son menos tediosos ya que éstos son generados basándose en la pericia por lo que no tienen que responder a muchas preguntas que son muy fáciles o muy difíciles para el alumno.

Algunos principios de diseño para los exámenes adaptativos son (Kommers *et al.*, 1997):

- ◆ Las preguntas del examen deben reflejar lo que realmente interesa al estudiante.
- ◆ El proceso de realización del examen y la posterior evaluación deben fortalecer el aprendizaje y soportar la práctica de la enseñanza.
- ◆ Cualquier estudiante debe tener la oportunidad de aprender por medio de los exámenes.

El elemento distintivo de un examen adaptable es que, mientras que el alumno responde a las preguntas del examen, las preguntas cambian para reflejar el rendimiento de las preguntas precedentes. Esto significa que, al usar un método de búsqueda estadístico, cualquier examen adaptable es diseñado tomando en consideración de que el nivel del usuario es continuamente establecido. Iniciando el examen a un nivel medio, conforme el usuario responde a las preguntas, éstas se vuelven más difíciles o complejas o más fáciles, dependiendo del nivel mostrado al responder la pregunta. El resultado no es calculado por el número de respuestas correctas, sino por el nivel de dificultad de las preguntas respondidas correctamente. Estos exámenes pueden ser diseñados para que terminen cuando el estudiante ha alcanzado un nivel requerido de competencia / pericia o que un nivel máximo de rendimiento ha sido logrado por el alumno.

El beneficio más referenciado de los exámenes adaptables generados por ordenador es la eficiencia, definida aquí como el nivel de logro obtenido con unas pocas preguntas. Los exámenes adaptables son menos tediosos porque las preguntas generadas son adaptadas a su

nivel de pericia, de esa forma los estudiantes no se enfrentan a muchas preguntas o muy difíciles o muy fáciles para ellos.

La diferencia principal entre los tipos de examen convencionales y los adaptativos es su validez. Los exámenes adaptativos están basados en teorías debidamente sustentadas. Estas teorías aseguran que la inferencia acerca del conocimiento del estudiante se mantiene sin cambio si otro examen adaptable (del mismo tópico) es aplicado, y que el estudiante no es involucrado en ningún proceso de adquisición de nuevos conocimientos entre la aplicación de estos exámenes. En contraste, los exámenes convencionales son más fáciles de aplicar, pero fallan en sus bases teóricas ya que están basados en procesos heurísticos, se exponen a continuación las características distintivas entre los exámenes convencionales y los exámenes adaptables:

- ◆ Exámenes convencionales: Son los tipos de exámenes más comúnmente usados. La construcción de los mismos es más sencilla que los exámenes adaptativos ya que los requisitos necesarios para ello son significativamente menores. Refiriéndonos a la selección de las preguntas, en este tipo de selección el proceso es efectuado de forma heurística, de acuerdo al porcentaje predefinido para cada pregunta por parte del maestro en la etapa de creación del examen. Una vez que se definió la pregunta, se selecciona siguiendo un criterio de selección aleatoria, ordenada según nivel de dificultad o seleccionadas según un orden propio definido por el maestro. Por último, el criterio para finalizar el examen puede ser el de responder a un número determinado de preguntas o el de agotar el tiempo estipulado para responder a las preguntas.
- ◆ Exámenes adaptables: Por lo general los exámenes adaptativos son definidos a partir del uso de la teoría de respuestas a preguntas o IRT¹³ (*Item Response Theory*) que se explicará con detalle en la siguiente sección. En este tipo de examen, las estimaciones que se realizan acerca del conocimiento del estudiante se presentan en forma de vectores, donde cada vector es una tabla que recoge datos de nivel de conocimiento y la probabilidad de que el estudiante tenga dicho nivel de conocimiento, estos vectores son almacenados en los modelos de usuario. Inicialmente, al comenzar el examen, si el estudiante no ha realizado ningún examen aún, se define para todo el vector de nivel de conocimiento la misma probabilidad. Estos datos son continuamente modificados conforme el estudiante realiza los exámenes.

En este tipo de exámenes la selección de las preguntas es realizada de forma adaptada a las respuestas de los alumnos. El propósito de esta tarea es la de minimizar el número de preguntas

¹³ Véase: <http://edres.org/itr/>.

requeridas para completar el examen y al mismo tiempo, mejorar la estimación que se tiene acerca del nivel de conocimiento del estudiante.

2.4.2. Fundamentos de los exámenes adaptables

La propuesta para construir exámenes adaptativos a un nivel general puede ser resumida en el siguiente algoritmo:

Hacer una estimación inicial de la pericia.

Repetir:

Seleccionar una pregunta basándose en la estimación actual y presentarla al usuario.

Dependiendo de la respuesta, actualizar la estimación.

Hasta que un criterio de término se cumpla.

Un examen adaptable está construido para ajustarse a la pericia o conocimientos adquiridos por el estudiante y le provee con preguntas adaptadas a partir de sus respuestas anteriores. La estimación de los rendimientos del estudiante no está basada solamente en el porcentaje de respuestas correctas, sino también en el nivel de dificultad de las preguntas que el estudiante a respondido correctamente (Foster, 2000).

De forma general, el procedimiento para construir exámenes adaptativos es el siguiente:

- ◆ Inicialmente, una pregunta de dificultad moderada se presenta al estudiante, ya que no se tiene una estimación inicial de la pericia del estudiante. Las preguntas son seleccionadas de modo que el nivel de dificultad definido para cada una de ellas se ajuste al nivel de pericia del estudiante. Si la respuesta a la pregunta es la correcta, entonces el nivel de pericia del estudiante se ajusta a la alza, si la respuesta es incorrecta, el nivel de pericia del estudiante se ajusta a la baja.
- ◆ Entonces, la siguiente pregunta se selecciona y se le presenta al usuario, basándose en el nivel actual de pericia estimada. Después de responder la pregunta, se estima de nuevo el nivel del usuario cada vez que responda a una pregunta. Conforme este proceso se lleva a cabo, la distancia entre la pericia estimada y la pericia real del estudiante se vuelve más pequeña. Después de cierto número de preguntas, el examen alcanza un nivel aceptable de estimación de la pericia real del usuario.
- ◆ El procedimiento de presentar más preguntas se termina cuando se cumple el criterio predefinido para terminar el examen. Es obvio que la estimación no solamente depende del número de preguntas con respuesta correcta sino también del nivel de dificultad de dichas preguntas. Siguiendo este procedimiento, si un estudiante responde las preguntas de forma correcta, se le administrarán las nuevas preguntas con un nivel de dificultad mas

alto, sin un estudiante responde a las preguntas de manera correcta, el nivel de dificultad de las nuevas preguntas será menor.

Como se podrá observar en el capítulo 5, este es el procedimiento más usado para incorporar características de adaptabilidad a los usuarios en los exámenes educativos.

2.4.3. Teoría de respuestas a preguntas

La teoría de respuesta a preguntas (*IRT*) se ha convertido en la base para construir los exámenes adaptativos. Esta teoría descansa en dos principios (Embretson, 2000): el rendimiento del estudiante en un examen puede ser explicado por medio de un grupo de factores llamados rasgos latentes, que pueden ser medidos en términos de números enteros no conocidos; y los resultados de las funciones de curvas características, que representan las probabilidad de una respuesta correcta a la pregunta por parte del estudiante. Para la selección de las preguntas para construir un examen adaptable, se usa por lo general el marco de referencia de la teoría de respuesta a preguntas.

El propósito es proveer información acerca de la relación funcional entre el estimado de la pericia del estudiante y la presunción de que el estudiante responderá correctamente a la pregunta presentada. Según esta teoría, para seleccionar una pregunta es necesario calcular la curva de características de la pregunta o *ICC (Item Characteristic Curve)* y calcular la función de información de la pregunta o *IIF (Item Information Function)*. La pregunta más idónea es aquella que provea más información acerca de la pericia del estudiante, por ejemplo, aquella que tenga más valor como resultado del cálculo de la función IIF para la pericia del estudiante.

Cada pregunta tiene su propia curva característica o ICC (figura 3), que representa la probabilidad de que el estudiante con cierta pericia sea capaz de brindar la respuesta correcta, que depende de dos parámetros que son específicos para cada pregunta. Estos parámetros son la dificultad y un factor de adivinanza (es decir, el nivel de adivinanza con el que el estudiante intenta responder la pregunta de forma correcta). De esta forma, la probabilidad de que un estudiante, cuya pericia es representada por θ , responderá a una pregunta de dificultad b y cuyo factor de adivinanza es c es:

$$P(\theta) = c + \frac{1-c}{1 + e^{-2(\theta-b)}}$$

Figura 3. Función para calcular la curva característica o ICC¹⁴

¹⁴ Véase: <http://edres.org/itr/>.

El nivel de pericia puede ser determinado en rango de -3 (novato) a 3 (experto). El nivel de dificultad para cada pregunta (parámetro b) es inicialmente asignada por el instructor, existiendo la posibilidad de modificar este valor dependiendo del número de veces que esta pregunta sea respondida correctamente o incorrectamente. El factor de adivinanza c es igual al promedio del número de respuestas correctas por el número total de opciones para responder la pregunta. Por ejemplo, el factor c sería de 0.5 para una pregunta de falso / verdadero, o para una pregunta de texto libre, etc.

Para poder seleccionar una pregunta, la función IIF se calcula para cada una de ellas. Esta función es una representación de la cantidad de información proveída por cada pregunta. Por ejemplo, la IIF de una pregunta difícil asume un valor cercano a cero para valores pequeños de θ , significando que, al presentarle esta pregunta difícil a un estudiante novato, proveerá con poca información acerca del nivel de pericia real del usuario. La pregunta seleccionada será aquella con el más alto valor de IIF para la estimación de pericia actual del estudiante. Esta es la pregunta, que cuando se responda, proveerá la mejor información. Usualmente, tales preguntas son aquellas con una dificultad similar a las del nivel de pericia del estudiante y un valor bajo del factor de adivinanza c .

2.4.4. Ventajas de los exámenes adaptables

Los exámenes por ordenador proveen beneficios significativos para los estudiantes, para el profesor y en general para todo individuo o proceso que haga uso de los resultados obtenidos de la evaluación.

2.4.4.1. BENEFICIOS DE LOS EXÁMENES AUTOMATIZADOS

- ◆ Resultados y realimentación inmediatos: es posible incorporar estas tareas en los sistemas LMS para mejorar la experiencia de los estudiantes y facilitar la labor de los maestros.
- ◆ Puntaje imparcial.
- ◆ Mayor eficiencia.
- ◆ Administración conveniente y personalizada. Los exámenes pueden realizarse a la hora y en el lugar mas conveniente para los usuarios.
- ◆ Seguridad mejorada. Los resultados de la evaluación son mas significativos porque la seguridad puede asegurarse al brindar los exámenes con las preguntas en orden aleatorio y exámenes adaptados.
- ◆ Mas formatos de preguntas que en los exámenes en papel.

- ◆ Mejores procedimientos de selección.

2.4.4.2. VENTAJAS ADICIONALES DE LOS EXÁMENS ADAPTABLES

- ◆ Eficiencia mejorada. Los exámenes son realizados de forma mas rápida y con menos preguntas.
- ◆ Mas tiempo por pregunta que los exámenes de tiempo predefinido. El proceso de adaptación de acuerdo a las preguntas del estudiante, permite exponer menos preguntas que registran un tiempo de respuesta mas corto, porque las preguntas se adaptan al nivel de conocimientos de los usuarios y éstos se sienten mas seguros al responderlas.

2.5. CONTENIDOS EDUCATIVOS ACCESIBLES

2.5.1. Desarrollo de aplicaciones accesibles para el aprendizaje

La evolución de Internet y otras tecnologías ha permitido un crecimiento importante de las oportunidades para enseñar y aprender fuera del espacio tradicional que significa el aula de clases. De forma clara, la formación educativa en línea o el aprendizaje distribuido ofrece un enorme potencial de incrementar la disponibilidad del material educativo; y si las tecnologías que soportan el aprendizaje distribuido buscan ser universalmente accesibles, del mismo modo también tienen el potencial de ser accesibles a cualquier persona con necesidades especiales. Pero las características de accesibilidad que puedan proporcionar no sólo ayudan a las personas con discapacidades, sino que el potencial del aprendizaje en línea se expande cuando los desarrolladores de estos contenidos educativos incluyen características en sus productos que permiten adaptarse a los estilos de aprendizaje, preferencias y / o habilidades de los usuarios.

Un diseño accesible garantiza a un grupo más amplio de estudiantes más opciones y una mayor flexibilidad en el aprendizaje. Las estrategias de diseño incluyente, conocido como “diseño universal”, pueden ayudar a satisfacer las diversas necesidades y limitaciones de los usuarios finales, incluyendo aquellas que tienen que ver con la instalación física y de acceso a Internet.

El diseño universal permite que los sistemas de e-learning, cursos individuales u otros contenidos educativos sean accesibles a un grupo mayor de posibles usuarios, incluyendo a aquellos con discapacidades físicas. La presentación final de los contenidos educativos

disponibles en una variedad de formatos también provee beneficios a aquellos con diferentes estilos de aprendizaje (visual, auditivo o kinestésico)¹⁵.

2.5.2. Desarrollo de exámenes accesibles

Dado el hecho de que los exámenes y la posterior evaluación se encuentran estrechamente ligados al proceso de enseñanza y aprendizaje (Barbosa y García, 2006) y de que los contenidos educativos de estos sitios buscan adaptarse a las necesidades de los usuarios, es entonces deseable que los exámenes también incluyan características de accesibilidad para los usuarios.

Existen muchos retos a vencer al momento de desarrollar y presentar exámenes que incluyan características de accesibilidad¹⁶, ya que a menudo no las incorporan, o si es así, a veces presentan conflictos con la validez del examen.

Al iniciar el desarrollo de los exámenes accesibles, los autores deben incluir las recomendaciones de los estándares de accesibilidad desde el principio del proyecto y seguir los lineamientos para el desarrollo de exámenes con características de validez.

Las guías para construir aplicaciones accesibles desarrolladas por el grupo IMS Accessibility, proveen un marco de referencia para la comunidad del aprendizaje distribuido. Este marco remarca las soluciones actuales, discute las oportunidades y estrategias para la implantación e identifica las áreas donde es necesario un desarrollo e innovación más amplios para asegurar el acceso a contenidos educativos que sean accesibles para cualquiera, cuando sea necesario y en donde sea requerido.

La especificación IMS AccessForAll están centradas en el desarrollo de aplicaciones y contenidos para el aprendizaje distribuido y en especial para la educación en línea.

¹⁵ Véase: <http://www.imsglobal.org/accessibility/accessiblevers/sec1.html>

¹⁶ Véase: <http://www.imsglobal.org/accessibility/accessiblevers/sec9.html>

2.6. FACTORES A CONSIDERAR EN EL DESARROLLO DE EVALUACIONES POR INTERNET

Existen factores importantes que los desarrolladores de evaluaciones por Internet deben tener en cuenta al momento de definir las estrategias de uso de estas herramientas por parte de los estudiantes. Como todo proyecto a desarrollarse, se debe partir de poder responder a preguntas importantes:

- ◆ ¿Qué se va a evaluar? Es decir, los tópicos o contenidos del currículo que serán examinados.
- ◆ ¿A quién evaluar? Las características particulares del estudiante que serán examinadas. Esta información será almacenada en el modelo de usuario.
- ◆ ¿Cómo evaluar? es decir, que criterio de evaluación será usado, la escala de valores que se usara para clasificar los resultados de los estudiantes.
- ◆ ¿Cuándo terminará el proceso de exámenes y evaluaciones?

Una vez que estas preguntas se pueden responder, es importante no olvidarse de otros aspectos críticos al momento de instalar el proceso de evaluación en línea. Entre ellos se pueden citar a:

- ◆ Plagio. El diccionario Oxford define el plagio como “tomar y usar como de mi propiedad, los pensamientos, escritos o inventos de otra persona”. Las Universidades a menudo definen el plagio como “el uso no autorizado y no reconocido, como trabajo propio, del trabajo de otras personas ya sea que dicho trabajo haya sido o no publicado”. En otras palabras se está hablando de copia y que el punto significativo es que no se ha reconocido al autor original del trabajo. Las estadísticas indican que el plagio por la vía del uso de medios electrónicos es un tópico importante a ser considerado cuando se diseñan y se administran actividad de examen y evaluación. El plagio o la copia del trabajo con o sin el consentimiento de otras personas es fácil, ya que la Internet ofrece a los estudiantes la oportunidad de hacer este tipo de actividad.
- ◆ Uso indebido de recursos: Esta es una actividad que no debe ser descuidada, independientemente del tipo y la forma en que se realice el examen. En un entorno controlado, los candidatos muestran su identificación al personal encargado, los cuales son encargados de vigilar a los estudiantes para evitar el plagio o copia entre ellos. Una de las ventajas principales de la entrega en línea de los cursos educativos es la de proveer flexibilidad. Si el propósito es permitir a los candidatos que realicen su examen en el

tiempo en que ellos lo prefieran, ¿cómo se puede asegurar que el contenido de los exámenes no será divulgado por el primer estudiante que realizó el examen al resto de los estudiantes?. Dado que cualquier examen esta construido a partir de un grupo de preguntas tomadas de una base de elementos mayor, la probabilidad de que los usuarios memoricen todas las preguntas es muy poca. El banco de preguntas puede estar compuesto por muchas preguntas similares pero con pequeños cambios que causan que las respuestas a las mismas sean diferentes. Por último se presenta la información referente a los contenidos educativos accesibles.

2.7. CONCLUSIONES

En el presente capítulo se expuso el marco de referencia teórico para el proceso de evaluación educativa. Si inició con los fundamentos de la evaluación en general, posteriormente se estableció el marco de referencia teórico para la actividad de evaluación por medio del Internet, siguiendo con la teoría que define a los exámenes adaptables y por último se presentó el marco teórico para el desarrollo de aplicaciones y exámenes adaptables. Este capítulo revela los beneficios que son posibles de obtener cuando se construyen sistemas accesibles para los usuarios. Se introduce también a las especificaciones de metadatos para describir las características de accesibilidad en los objetos de aprendizaje y termina con algunas consideraciones respecto al plagio y el uso indebido de los recursos, dos aspectos que nunca se deben pasar por alto al momento de desarrollar la estrategia para implementar los exámenes en línea.

3. ESPECIFICACIONES PARA DEFINIR METADATOS EDUCATIVOS

Este capítulo presenta la descripción de las especificaciones IMS que sirven como base para el desarrollo de los ítem de pregunta para exámenes con características de accesibilidad e interoperatividad. El propósito es realizar un estudio a profundidad de las especificaciones QTI y AccessForAll que sirva como marco de desarrollo de los elementos que se definirán usando el prototipo que es presentado en los capítulos posteriores.

Es así que este capítulo presenta a la especificación IMS, siguiendo por una descripción de las especificaciones que la conforman, haciendo énfasis en las especificaciones QTI y AccessForAll que sustentan a nuestro modelo de prototipo y termina con las conclusiones al respecto.

3.1. RECAPITULACIÓN

En el capítulo anterior se estableció que el proceso de evaluación educativa es importante para el proceso de enseñanza y aprendizaje porque permite efectuar una medición de los conocimientos adquiridos por los estudiantes y para los profesores representa una herramienta para la toma de decisiones que permiten diseñar las actividades de instrucción educativa para los estudiantes. En el ámbito de Internet se establece a la actividad como un procedimiento para ajustar los nuevos contenidos educativos y para efectuar procedimientos de adaptación de los contenidos. Una vez establecida la importancia del proceso de evaluación dentro de la actividad de la enseñanza y el aprendizaje y de presentar de forma específica a estos procesos dentro del ámbito de Internet, se presenta en este capítulo a las especificaciones para definir metadatos educativos con el propósito de categorizar a estas actividades dentro de los procesos de desarrollo de contenidos educativos, con un enfoque abierto que asegure la interoperatividad de los productos educativos que contemplen características de accesibilidad y adaptabilidad.

3.2. ESPECIFICACIONES PARA TECNOLOGÍAS DE APRENDIZAJE

El desarrollo de las especificaciones para las tecnologías de e-learning han iniciado de manera formal hace solo 9 años (Sloep, 2002). Existen especificaciones para el intercambio de datos relacionados con los estudiantes entre los sistemas administrativos, para la descripción de contenidos de aprendizaje en términos de metadatos, para el intercambio de contenidos de aprendizajes entre entornos de aprendizaje digitales o virtuales, para la descripción de escenarios pedagógicos, para la administración de exámenes y preguntas, para el almacenamiento y recuperación de contenido educativo de los almacenes, etc.

El consorcio IMS GLC es un ejemplo del desarrollo de este tipo de especificaciones para definir contenidos educativos. Nace en 1997 como un proyecto dentro de la iniciativa EDUCAUSE¹⁷. Al principio esta especificación estaba orientada a las instituciones de educación superior, pero los proyectos actuales y en desarrollo dentro de esta especificación abarcan un rango amplio de otros contextos educativos.

¹⁷ Véase: <http://www.educause.edu/>.

La misión del consorcio IMS es la de “promover el desarrollo del aprendizaje global distribuido facilitando y liderando esfuerzos cooperativos y de colaboración para desarrollar y usar ambientes de aprendizaje distribuido avanzados”.

La meta es “servir a los desarrolladores, compradores y a la comunidad con un alto grado estándar de efectividad y eficiencia”¹⁸.

Todas las especificaciones desarrolladas por IMS se basan en el lenguaje XML¹⁹ (eXtensible Markup Language) para facilitar la adopción de las mismas por parte de los desarrolladores. Uno de los objetivos principales del IMS es el de facilitar la relación de trabajo entre los productores de los LMS, los autores de contenidos educativos y los consumidores finales.

El desarrollo de las especificaciones promovidas desde IMS GLC permite que los contenidos desarrollados bajo esos lineamientos protejan la inversión efectuada en ellos, tanto para los productores como para los consumidores garantizando la reutilización, portabilidad, independencia de plataforma y longevidad.

La interoperatividad refuerza la el diseño modular de los desarrollos, la diversificación y la especialización entre las LMS. Los productores son motivados a especializarse e innovar rápidamente en respuesta a las fuerzas del mercado en vez de ocupar nichos incompetentes con sistemas propietarios. Por ultimo, los productos pueden ser desarrollados rápidamente para satisfacer las necesidades del mercado. El tamaño de los mercados crece conforme los productos se especializan, se diversifican y encuentran nuevas audiencias.

Existen muchos campos de acción que pueden beneficiarse de la adopción de estas especificaciones. Ninguna de ellas cubre todo el dominio de acción. Actualmente en IMS se tienen definidas las siguientes especificaciones:

3.2.1. IMS Content Packaging

La especificación IMS CP²⁰ (IMS Content Packaging) se centra en la definición de las características de interoperatividad que debe existir entre los sistemas que desean importar, exportar, agregar o desagregar paquetes del tipo IMS. Las definiciones están contenidas en muchos documentos:

- ◆ Modelo de información: describe los objetos abstractos, su estructura, instancias permitidas, tipos de datos y espacios en los que son válidos, además de los

18 Véase: <https://www.educause.edu/ir/library/powerpoint/NLI0524.pps#341,12,Goals>

19 Véase: <http://www.w3.org/xml/>

20 Véase: <http://www.imsglobal.org/content/packaging/index.html>

comportamientos normativos de los componentes de software que trabajen con instancias de este modelo.

- ◆ Modelo de información de ligas: usa el lenguaje de definición del esquema XML, haciendo que el modelo de información esté disponible para el procesamiento por ordenador.
- ◆ Guía de implementación y de prácticas recomendadas: cubre muchos de los aspectos de cómo colocar juntos instancias del modelo de información en un documento con formato XML, llamado manifiesto IMS, que describe un paquete de IMS de forma lógica conteniendo referencias a una colección de elementos.
- ◆ Casos de uso.
- ◆ Ejemplos.

Esta especificación se ha enfocado de forma tradicional en el empaquetamiento de contenido de instrucción educativa. La especificación soporta la identificación de recursos para una actividad de aprendizaje dada y la descripción de cómo esos recursos puedan ser organizados para obtener el mejor efecto en la instrucción.

La información contenida en los paquetes IMS a menudo es almacenada en repositorios a gran escala. La especificación IMS CP permite definir objetos que pueden ser reutilizados definiendo los comportamientos de los sistemas que comparten estos objetos en forma de grupos de datos, soportados por diversos paquetes IMS. La versión 1.2 permite el intercambio físico de los archivos en formato binario, llamado archivo de paquete de intercambio *.pif* (Package Interchange File), además amplía este intercambio de información para soportar el intercambio lógico de paquetes, permitiendo solamente el intercambio del archivo del manifiesto pero todos los recursos referenciados en este manifiesto permanecen en su ubicaciones de origen.

3.2.2. IEEE Learning Object Metadata

EL estándar IEEE LOM²¹ especifica o define la sintaxis y semántica para los metadatos de objetos de aprendizaje, definidos como los atributos requeridos para describir de forma completa y adecuada a un objeto de aprendizaje. Los objetos de aprendizaje son definidos como una entidad, digital o no digital que pueden ser usados, reutilizados o referenciados durante el aprendizaje soportado por la tecnología, tales como sistemas de entrenamiento por ordenador,

21 Véase: <http://www.imsglobal.org/content/packaging/index.html>

ambientes de aprendizaje interactivo, sistemas de aprendizaje a distancia y ambientes de aprendizaje en colaboración²².

Algunos ejemplos de objetos de aprendizaje incluyen contenidos multimedia, contenidos de diseño de instrucción, objetivos de aprendizaje, software de instrucción educativa. Los estándares de metadatos para objetos de aprendizaje se centran en un conjunto de atributos mínimos necesarios para permitir a esos objetos de aprendizaje ser administrados, localizados y evaluados. Los atributos importantes que un objeto de aprendizaje debe incluir son los de descripción del tipo de objeto, el autor, dueño, términos de distribución y el formato. Cuando sea necesario también puede incluir atributos pedagógicos como el estilo de interacción o prerrequisitos. El estándar soporta la seguridad, privacidad, comercialización y evaluación del objeto.

Propósitos del proyecto:

- ◆ Permitir a los estudiantes o profesores la búsqueda, evaluación, adquisición y utilización de objetos de aprendizaje.
- ◆ Permitir compartir e intercambiar objetos de aprendizaje entre cualquier sistema de aprendizaje soportado por la tecnología.
- ◆ Permitir que agentes de software construyan lecciones personalizadas de forma automática y dinámica.
- ◆ Proveer a los investigadores con estándares que soporten el desarrollo e intercambio de datos compatibles.
- ◆ Definir un estándar simple pero extensible a muchos dominios o jurisdicciones para que pueda ser fácil y ampliamente aceptado.
- ◆ Soportar la seguridad necesaria y la autenticación para la distribución y uso de objetos de aprendizaje.

3.2.3. IMS ePortfolio

Un ePortfolio es una “colección de evidencia auténtica y diversa, que representa lo que una persona u organización ha aprendido durante un cierto período de tiempo”²³. Esta colección usualmente toma la forma de un conjunto de piezas de evidencias de aprendizaje y rendimiento. Extendiéndose fuera del área de aprendizaje, el ePortfolio puede también evidenciar las cualidades y atributos personales o cualquier competencia que sea relevante para audiencias

²² Véase: <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>

²³ Véase: http://www.imsglobal.org/ep/epv1p0/imsep_bestv1p0.html

específicas, que pueden ser organismos de selección de personal o académicos interesados en evaluar los resultados de las actividades de aprendizaje.

El uso de los ePortfolios en el ámbito del aprendizaje distribuido e ha incrementado dramáticamente en los últimos 5 años. Anteriormente tenían la forma de páginas Web estáticas pero en la actualidad los ePortfolios están siendo ampliamente usados entre diversos programas e instituciones educativas; se usan también como herramientas para el desarrollo de planes personales y aprendizaje de por vida.

Los ePortfolios necesitan tener características de portabilidad para asegurar una continuidad educativa entre los programas dentro de una misma institución, la integración de datos que brinden evidencia acerca del aprendizaje del alumno a través de su estancia en la institución educativa y el traspaso de información verificable acerca del aprendizaje y resultados de las evaluaciones entre instituciones educativas.

Algunos datos que pueden ser incluidos en un ePortfolio son:

- ◆ Actividades en formato digital y no digital creadas por el sujeto.
- ◆ Actividades en las cuales el sujeto ha participado, está participando o tiene planes de participación.
- ◆ Logros obtenidos por el sujeto, ya sean o no logros certificados.
- ◆ Competencias (habilidades) del sujeto.
- ◆ Preferencias del usuario.
- ◆ Planes y objetivos del usuario.
- ◆ Los resultados de las evaluaciones de los exámenes del alumno.

3.2.4. IMS Learning Design

Los diseños de instrucción es un método que permite a los estudiantes lograr los objetivos de aprendizaje una vez que un grupo de actividades han sido realizadas usando los recursos de un entorno educativo. La especificación IMS LD²⁴ facilita la representación de cualquier diseño de instrucción que puede tomar como base un amplio rango de técnicas pedagógicas. Esta especificación pretende (Berlanga, 2006):

- ◆ Describir el proceso de enseñanza y aprendizaje de una Unidad de Aprendizaje (UoL por sus siglas en inglés, *Unit of Learning*).

²⁴ Véase: <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>

- ◆ Anotar el significado y la funcionalidad pedagógica de los elementos (por ejemplo actividades, objetivos, métodos, etc.) de una Unidad de Aprendizaje sin establecer un enfoque en particular.
- ◆ Marcar aspectos de personalización para que las actividades se puedan adaptar a las preferencias, conocimientos previos o necesidades educativas de los usuarios.
- ◆ Formalizar la descripción del diseño instructivo para que sea posible procesarlo automáticamente.
- ◆ Describir de forma abstracta el diseño instructivo para repetirlo en diferentes condiciones y con diferentes personas.
- ◆ Identificar, descontextualizar e intercambiar elementos de aprendizaje y reutilizarlos en otros contextos.
- ◆ Fomentar la interoperabilidad y el uso de información entre diferentes aplicaciones compatibles con IMS LD.

Para disminuir la complejidad que supone su implementación, esta especificación se divide en tres niveles. La Figura 7 muestra el modelo de información de IMS LD y destaca los niveles en los que se divide.

- ◆ Nivel A. Es la parte central de la especificación, contiene el vocabulario básico que soporta la diversidad pedagógica, es decir, los elementos que configuran a IMS LD: personas, actividades, recursos, métodos de aprendizaje, ejecuciones, actos y roles. Con estos elementos se definen las actividades de aprendizaje para que sean realizadas por los estudiantes y los profesores.
- ◆ Nivel B. Agrega al Nivel A propiedades y condiciones para diseñar ambientes de aprendizaje personalizados y modelos de colaboración en el aprendizaje. Las propiedades almacenan información sobre una persona (preferencias, resultados, etc.), un rol o un diseño de aprendizaje.
- ◆ Nivel C. Agrega al Notificaciones que pueden dispararse automáticamente en respuesta a eventos del proceso de aprendizaje. Por ejemplo, si un estudiante envía un trabajo, el profesos puede recibir una notificación por correo electrónico.

3.2.5. IMS Simple Sequencing

La especificación IMS SS²⁵ (Simple Sequencing) sirve para describir caminos a través de las colecciones de actividades de aprendizaje. IMS SS declara el orden relativo en el que las actividades de aprendizaje son presentadas a los estudiantes y las condiciones bajo las cuales un recurso puede ser seleccionado, presentado o ignorado durante la presentación del material educativo. La especificación es identificada como simple porque la especificación considera solo un número limitado de estrategias de secuenciación comunes. IMS SS se basa en el concepto de actividades de aprendizaje, ya sean de presentación de contenidos o preguntas de examen. Las actividades son asociadas con otras actividades en un árbol jerárquico. Una actividad padre y sus actividades hijo son referidas como un racimo de actividades.

Una actividad tiene uno o mas objetivos asociados con ella. Los objetivos son usados para registrar los resultados de los exámenes de evaluación. Los objetivos pueden agregar mapas objetivo de modo que el resultado de una pregunta de un examen puede ser usado para influir el comportamiento en la secuencia en que se presentan el resto de las preguntas.

Los racimos de actividades tienen definidas reglas de secuenciación y condiciones límite asociadas a ellos. Las reglas de secuenciación son usadas para influir en el orden en que las actividades son presentadas al estudiante. Las condiciones límite tales como el número de intentos, duración de la respuesta y fechas límite son usadas por las reglas de secuenciación para determinar la secuencia de las siguientes actividades que serán presentadas al estudiante.

Las principales aplicaciones de la especificación IMS SS son:

- ◆ Creación de múltiples caminos dentro de un solo grupo de actividades de aprendizaje.
- ◆ Crear patrones de exámenes formativos.
- ◆ Crear exámenes sumativos.
- ◆ Crear árboles de decisión.
- ◆ Creación de etapas dentro de las aplicaciones para definir lecciones de aprendizaje.

La especificación IMS SS trabaja dentro de un espacio de aprendizaje leyendo las instrucciones y determina cuál actividad será presentada al usuario. Las instrucciones son conocidas como información de secuenciación. El proceso de determinar la próxima actividad es llamada comportamiento secuencial. La información de secuenciación es a su vez subdividida en dos categorías: el modelo de definición de la información y el modelo de control de la información.

²⁵ Véase: <http://www.imsglobal.org/simplesequencing/index.html>

El resultado es uno o mas árboles de actividades integrados por un grupo de instrucciones de secuenciación para las actividades. La información de control es obtenida cuando el usuario interactúa con las actividades en tiempo de ejecución. Es un registro de los intentos del estudiante y del avance del mismo. El comportamiento secuencial es definido en términos de seis procesos: la navegación, el término de la actividad, reinicio de actividades, selección, secuencia y actividades de salida.

Uno de los requerimientos para usar la especificación IMS SS es la de contar con una herramienta para agregar los seis procesos que la definen dentro de un paquete de contenidos. Un segundo requerimiento es el de un sistema que interprete cada uno de los seis procesos en tiempo de ejecución para determinar cual actividad es seleccionada, presentada o ignorada durante la presentación.

3.3. ESPECIFICACIONES PARA EXÁMENES ESTANDARIZADOS Y ELEMENTOS ACCESIBLES

3.3.1. IMS QTI

La especificación IMS QTI (Question and Test Interoperability) describe una estructura básica para la representación de preguntas (ítems) y exámenes y sus correspondientes reportes de resultados. Esta especificación permite el intercambio de los datos de los exámenes y resultados entre los LMS, autores de contenidos educativos, librerías de elementos y colecciones de datos²⁶.

IMS QTI²⁷ está diseñada para hacer más fácil la transferencia de la información tales como preguntas, test y resultados entre diferentes aplicaciones de software. A pesar que la compatibilidad con la especificación QTI no es esencial en el desarrollo inicial de los test en línea, la incorporación en dicha fase permitirá mover los datos de los exámenes a diversos sistemas y compartir la información de los usuarios y sus resultados. Actualmente la especificación QTI esta siendo incorporada a diversos sistemas de exámenes educativos (ver sección de sistemas de evaluación) a parte de los definidos de forma nativa por estos sistemas, permitiendo que los elementos sean importados o exportados con formato QTI.

Las estructuras de datos básicas de la especificación QTI son:

- ◆ Examen (*Assessment*): la unidad de examen base.

²⁶ Véase: http://www.imsglobal.org/question/ktiv1p2p1/imsqti_addv1p2p1.html

²⁷ Véase: <http://www.imsglobal.org/question/index.html>.

- ◆ Sección (*Section*): Un contenedor para grupos de secciones e ítems que dan soporte a un objetivo educacional en común.
- ◆ Ítem: el bloque básico y auto-contenido de pregunta y respuesta.

El propósito principal de esta especificación es la de permitir que los usuarios importen y exporten su material de exámenes y preguntas. Esto requiere una especificación clara, concisa y sin ambigüedades. QTI soporta tanto material para preguntas simples o complejas y permite incorporar extensiones propietarias que no comprometan a la especificación.

La especificación IMS QTI usa el lenguaje XML para registrar la información acerca de los estudiantes. XML es un lenguaje de marcado altamente flexible que usa “etiquetas” que tienen significado en la especificación QTI. La pregunta y sus datos asociados tales como el puntaje (*score*), la estructura y la información de realimentación forman lo que se conoce como ítem. El modelo de datos de IMS QTI puede ser entendido como una jerarquía compuesta de elementos cuyos contenidos y atributos son definidos usando etiquetas XML. La especificación IMS QTI trata de ser pedagógicamente neutral y pone a disposición de los desarrolladores la forma de definir una cantidad diversa de tipos de preguntas tales como múltiples respuestas o preguntas, falso o verdadero, localización de puntos en imágenes (*hotspot*), llenado de blancos, selección de texto, tomar y soltar, ordenamiento de objetos, concordar elementos, conectar puntos. Nuevos tipos de preguntas pueden ser agregados si así se requiere. Las estructuras principales dentro de la ASI (*Assessment, Section and Item*) que tiene que ver con el contenido del examen y el reporte de resultados.

Ya que IMS QTI está basado en XML, se podría pensar que bastaría un simple editor de texto o un editor de XML para crear los elementos “a mano”, pero este enfoque es solo apropiado para los desarrolladores y los expertos. La mayoría de los autores de elementos QTI se encontrarán mas cómodos usando herramientas de autoría de alto nivel y / o sistemas que automáticamente generan los exámenes con formato QTI y que además no demandan habilidades especiales en computación por parte de los usuarios. Se debe hacer notar que muchas de esas herramientas están en desarrollo actualmente.

La versión 2.1 de IMS QTI consiste en nueve documentos por separado que en conjunto conforman la especificación. En estos documentos se encuentran muchos ejemplos de cómo usar la especificación en un contexto práctico:

- ◆ Guía de Implementación. Como su nombre lo indica, este documento contiene los ejemplos ilustrativos de los tipos de interacción identificados e incorporados

posteriormente como parte de la especificación; muestra 26 ejemplos de ítems incluidos en la especificación.

- ◆ **Modelo informativo:** Este modelo está en el centro de la especificación, conteniendo información detallada del modelo de datos de la especificación y de los detalles de los requerimientos y expectativas en tiempo de ejecución y en las herramientas de autoría. Incluye definiciones de términos relevantes y conceptos usados en el documento, información del uso de las variables de los ítems, elementos XHTML²⁸ (*eXtensible HyperText Markup Language*) usados en el modelo de contenido e ilustra como crear ítems adaptativos para exámenes y como establecer el formato de estos elementos con hojas de estilo (*style sheets*). Las interacciones ilustradas en la guía de implementación son explicadas en detalle en este documento y son organizadas de acuerdo a su funcionalidad. El procesamiento de respuestas también es discutida en este documento, incluyendo el uso de plantilla estándar para procesamiento de respuestas para herramientas que no puedan soportar esta actividad. También se revisa la evaluación y prueba de las condiciones para las respuestas, expresiones y operadores y los tipos de datos básicos usados en esta especificación. El documento también contiene una descripción de las plantillas de ítems para producir elementos clonados.
- ◆ **Meta-datos y datos de uso:** Este documento contiene un perfil de aplicación del estándar IEEE LOM, optimizado para la categorización de recursos de exámenes. También contiene un esquema por separado para el almacenamiento de datos de uso para el aseguramiento de la calidad de los ítems de examen y para facilitar la entrega de exámenes adaptativos.
- ◆ **Guía de integración:** La versión final de la guía de integración contendrá información detallada de la integración del elemento `assessmentItem` a la especificaciones IMS CP, IMS LD e IMS SS. La guía de IMS CP muestra de manera específica la forma de asociar meta-datos de exámenes con sus elementos y la forma de empaquetar objetos de QTI. La información de la integración con la especificación IMS LD es detallada, pero algunas secciones referidas a la integración con IMS SS están aún en preparación.
- ◆ **Blindaje con XML.** Este documento describe la forma en la que el modelo de información debe ser representado en XML. Al usar el esquema XML en vez de uno ligado a un formato DTD²⁹ (*Document Type Definition*) para definir el blindaje, ha permitido

²⁸ Véase: <http://www.w3.org/TR/xhtml1/>

²⁹ Véase: http://www.w3schools.com/dtd/dtd_intro.asp

incrementar la cantidad de detalle soportado, y por lo tanto se ha reducido la necesidad de detallar los contenidos en un archivo de blindaje por separado.

- ◆ Guía de conformidad. Este documento aún está en preparación.
- ◆ Guía de migración. Este documento provee una referencia detallada de los cambios en la especificación de la versión 1.x a la versión 2.1. La versión final también contendrá información de la definición de exámenes y secciones, representar respuestas y la presentación de los tipos de interacción y la definición de coordenadas.

Los tipos de exámenes que pueden construirse usando la especificación IMS QTI pueden ser desde los más sencillos en los cuales se le presenta al usuario un grupo fijo de preguntas en secuencia. Estas preguntas están construidas por un texto, seguido de muchas opciones, siendo solo una de ellas la respuesta correcta.

La primera especificación de QTI fue conocida como ASI. Los ítems se refieren a las preguntas individuales y las respuestas asociadas a ella. Las secciones agrupan uno o más ítems y provee una forma de dividir el examen en partes separadas. Los exámenes (*assessment*) están formados a su vez por una o mas secciones.

Una de las características más relevantes de la estructura ASI es la habilidad de separar el tipo lógico de los datos de la presentación final.

La estructura ASI se refiere a como es construido, entregado y evaluado el examen. Sin embargo, uno de los problemas al estar estrechamente ligado a XML es que éste no es muy apropiado para definir algoritmos. La mayoría de los exámenes son procesados usando algoritmos pequeños. QTI puede hacer referencia a esos algoritmos simplemente nombrándolos pero no podrá describirlos usando XML. Hasta ahora, QTI no ha proveído una interpretación implícita de variables definidas en la actividad de procesamiento de respuestas (*response processing*) en el nivel en que el ítem es definido.

Sin embargo, el procesamiento de resultados (*outcome processing*) puede trasladar dichas variables a parámetros de entrada.

Algunas de las ventajas al construir los elementos de examen usando IMS QTI son:

- ◆ Mejorar la interoperatividad: IMS QTI define un formato para compartir preguntas y exámenes entre los sistemas.
- ◆ Producir muchos formatos de entrega: Para crear preguntas en línea o impresas en papel.
- ◆ La especificación QTI soporta múltiples opciones, respuestas cortas, llenado de blancos, múltiples respuestas y algunas otras.

- ◆ Ahorro de dinero y tiempo: Mediante el uso de una especificación mundial y sin costo alguno.
- ◆ Integración con plataformas de trabajo actuales: La incorporación de los ítems QTI en otras especificaciones del sector educativo tales como las de SCORM (*Shareable Courseware Object Reference Model*)³⁰.

3.3.1.1. EJEMPLO DE DEFINICIÓN DE UN ÍTEM DE MÚLTIPLE OPCIÓN USANDO IMS QTI

El tipo de pregunta o ítem más comúnmente usado para ser incluido en los exámenes es el de opción múltiple (figura 4):

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <!-- This example adapted from the IMS QTI example Unattended luggage -->
3 <assessmentItem xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imsqti_v2p0"
4   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
5   xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imsqti_v2p0_imsqti_v2p0.xsd"
6   identifier="choice" title="Actual Presidente de México" adaptive="false" timeDependent="false">
7   <responseDeclaration identifier="RESPONSE" cardinality="single" baseType="identifier">
8     <correctResponse>
9       <value>ChoiceA</value>
10    </correctResponse>
11  </responseDeclaration>
12  <outcomeDeclaration identifier="SCORE" cardinality="single" baseType="integer">
13    <defaultValue>
14      <value>0</value>
15    </defaultValue>
16  </outcomeDeclaration>
17  <itemBody>
18    <p>Look at the text in the picture.</p>
19    <p>
20      
21    </p>
22    <choiceInteraction responseIdentifier="RESPONSE" shuffle="false" maxChoices="1">
23      <prompt>What does it say?</prompt>
24      <simpleChoice identifier="ChoiceA">Ing Vicente Fox Quezada.</simpleChoice>
25      <simpleChoice identifier="ChoiceB">Lic. Luis Echeverría Álvarez.</simpleChoice>
26      <simpleChoice identifier="ChoiceC">Ing. Cuahutémoc Cárdenas.</simpleChoice>
27    </choiceInteraction>
28  </itemBody>
29  <responseProcessing
30    template="http://www.imsglobal.org/question/qti_v2p0/rtemplates/match_correct"/>
31 </assessmentItem>

```

Figura 4: Definición de un ítem usando IMS QTI

- ◆ En la línea 3 se declara el ítem, identificándolo como una pregunta de opción, con título, definido como no adaptable y sin tiempo de respuesta predefinido.
- ◆ En la línea 7 se determina que solo se acepta una respuesta como verdadera, misma que se define como la opción A.

³⁰ Véase: <http://www.adlnet.gov/index.cfm>

- ◆ En la línea 12 se declara la variable de resultado, el tipo de resultado (entero) y el calor por defecto (línea 14).
- ◆ En la línea 17 inicia la declaración de la estructura del ítem de pregunta, conteniendo los mensajes y la referencia al archivo de imagen que será presentado al usuario
- ◆ En la línea 22, se define la variable que aceptara el valor de respuesta, se declara que las respuestas no serán presentadas en orden aleatorio y que solo una respuesta es la correcta.
- ◆ En las líneas 24 a la 26 , la estructura del ítem termina con la declaración de cada una de las opciones que se presentarán al usuario.
- ◆ En la línea 30 describe la referencia a un recurso en la Internet para una plantilla para procesamiento de respuestas para el tipo de preguntas de opción múltiple.

3.3.2. IMS QTI Lite

Esta especificación describe a un subconjunto de elementos de la especificación IMS QTI Lite soporta únicamente la construcción de preguntas de opción múltiple (incluyendo preguntas de falso / verdadero) y limita la presentación final a la forma clásica de una respuesta para un grupo de opciones. Muchos ítems pueden ser intercambiados en un solo archivo XML-QTI pero las estructuras de examen (*Assessment*) y secciones (*Sections*) que se incluyen en la versión de QTI completa no son soportadas. La especificación QTI Lite es descrita en un documento por separado sin requerir ninguna otra información del resto de las especificaciones. Todos los ítems QTI Lite son compatibles con la especificación IMS QTI v2.1.

QTI Lite se presenta como una especificación que introduce a la especificación IMS QTI completa. Las diferencias principales entre estas especificaciones son:

Los únicos tipos de preguntas soportadas por QTI Lite son:

- ◆ Preguntas de respuestas SI / NO.
- ◆ Preguntas de respuesta FALSO / VERDADERO.
- ◆ Otras formas de selección múltiple.
- ◆ Procesamiento de respuestas simple proveído para una respuesta correcta.

No brinda soporte para:

- ◆ Soluciones y claves.
- ◆ Comentarios.
- ◆ Opciones que son del tipo “difusas”.

3.3.3. Las especificaciones de IMS para la accesibilidad

3.3.3.1. IMS ACCESSFORALL

La especificación IMS AccessForAll inicia redefiniendo al término discapacidad como una discordancia entre las necesidades del estudiante y el material educativo ofertado. No es por lo tanto un rasgo personal sino un componente en la relación entre el estudiante y el medio de aprendizaje. La accesibilidad, dada esta definición es la habilidad del medio de aprendizaje de ajustarse a las necesidades de todos los usuarios³¹.

La accesibilidad se determina por la flexibilidad del medio educativo (con respecto a la presentación, métodos de control, modalidades de acceso y soporte al usuario) y la habilidad de adecuar contenidos y actividades alternativos pero equivalentes. Los sistemas accesibles ajustan la interfaz del usuario, localizan los recursos necesarios y ajustan las propiedades de los recursos para que se ajusten a las necesidades y preferencias de los usuarios.

Los metadatos pueden ser usados para dos propósitos relacionados con la accesibilidad: para ajustarse a una especificación o estándar de accesibilidad o para permitir la entrega de recursos que se ajusten a las necesidades y preferencias de los usuarios. La especificación AccessForAll se adhiere a éste último propósito.

Las especificaciones de metadatos actuales no proveen el soporte adecuado para la entrega de material educativo con características de accesibilidad. Como resultado, es difícil que los sistemas actuales ajusten sus recursos con requerimientos de accesibilidad específicos. La especificación de metadatos IMS ACCMD³² define metadatos de accesibilidad que son capaces de expresar la habilidad de un recurso para ajustarse a las necesidades y preferencias de los usuarios, expresadas éstas en un perfil de usuario definido usando metadatos de la especificación IMS ACCLIP que se explica con detalle en el punto 3.3.3.2.

Como resultado, los sistemas son capaces de seleccionar los recursos apropiados, cuando éstos están disponibles, para un usuario y adaptan la presentación a las necesidades individuales. La especificación ACCMD provee la guía para ajustar metadatos de accesibilidad (por ejemplo un perfil de un recurso) a las propiedades definidas en la especificación ACCLIP (por ejemplo las definidas en un perfil de usuario).

31 Véase: http://www.imsglobal.org/accessibility/accmdv1p0/imsaccmd_oviewv1p0.html#1632526

32 Véase: http://www.w3schools.com/dtd/dtd_intro.asp

3.3.3.1.1. RECURSOS PRIMARIOS

La especificación de metadatos AccessForAll agrupa los recursos en dos posibles categorías: recursos primarios y recursos equivalentes alternativos. Un recurso primario es el recurso inicial o recurso predefinido. Como mínimo los recursos deben ser seleccionados como recursos primarios en caso de que no existieran recursos alternativos (y equivalentes).

Un recurso equivalente alternativo provee una semántica equivalente y una funcionalidad, que cubre el mismo objetivo de aprendizaje que es referido en el recurso primario pero en una forma alternativa.

Para facilitar el proceso de incorporación y referencia a más recursos para una misma actividad, los metadatos descriptivos del recurso primario son mínimos ya que sólo describe cual modalidad sensitiva es necesaria para usar el recurso (es decir, visual, auditiva, etc.).

Los metadatos para los recursos primarios describen: modalidad de acceso, ya sea que el usuario requiera habilidades para ver, escuchar o tocar.

3.3.3.1.2. RECURSOS EQUIVALENTES ALTERNATIVOS

Cuando un recurso primario contiene un recurso equivalente alternativo (por ejemplo un video que contiene subtítulos) los metadatos descriptivos para ese recurso tendrán tanto la descripción del recurso primario y también la descripción del recurso equivalente alternativo.

Los recursos equivalentes alternativos son de dos tipos: suplementarios y no suplementarios:

- ◆ Un recurso alternativo suplementario se dice que complementa al recurso primario, mientras que un recurso no suplementario se dice que sustituye al recurso primario.
- ◆ Los recursos equivalentes alternativos (ya sea suplementarios o no suplementarios) necesitan tener descrita más información de accesibilidad además de la referencia a su recurso primario.

Estos metadatos son exactamente iguales a los descritos en perfil de preferencias de los usuarios mediante el uso de la especificación ACCLIP, pero vistos desde la perspectiva de los recursos en vez de verlos desde la perspectiva de los usuarios. Es de esta forma que el sistema es capaz de emparejar los recursos equivalentes alternativos a las necesidades o preferencias de un usuario, porque se procesan el mismo conjunto de datos para el recurso y el usuario.

Los recursos son definidos de forma que puedan tener cero o más recursos equivalentes alternativos. No es posible que un recurso equivalente alternativo haga referencia a otro recurso

equivalente alternativo, esto es para prevenir referencias circulares y para simplificar las relaciones entre el recurso primario y los equivalentes alternativos.

3.3.3.2. IMS ACCLIP

La especificación ACCLIP es la contraparte para definir los requerimientos de accesibilidad del lado de los LMS. Junto con la especificación ACCMD permiten ajustar los contenidos del lado del servidor con los requerimientos definidos en el perfil de usuarios, con los requerimientos definidos en los metadatos ACCMD del objeto de aprendizaje que será utilizado por el estudiante.

La especificación agrega un nuevo elemento de metadatos que permite a los usuarios definir sus preferencias de accesibilidad. Un estudiante puede tener uno o mas grupos de preferencias definidas, llamadas contextos. Las preferencias de despliegado de datos describen cómo el usuario prefiere que la información sea desplegada en pantalla.

El modelo de datos de ACCLIP provee medios para soportar a los estudiantes con y sin discapacidades físicas para presentar contenidos alternativos o definir preferencias para la interfaz de los sistemas e-learning. El modelo ACCLIP también define formas en las que el usuario puede interactuar con los sistemas, incluyendo el uso de solo algunos dispositivos como el teclado o el ratón o el uso de tecnologías de asistencia tales como los teclados desplegados en la pantalla.

3.3.3.3. RELACIÓN DE IMS ACCLIP CON LA ESPECIFICACIÓN IMS QTI

Actualmente la especificación IMS QTI v2.1 no hace referencia a la definición de metadatos de accesibilidad. Por el contrario la especificación ACCLIP define cierto soporte para las necesidades de accesibilidad al momento de realizar un examen. Estos metadatos son <extraTime> que permite al usuario solicitar tiempo extra cuando se esta visualizando un material o cuando se está respondiendo a una pregunta durante un examen. Expresado como un número, múltiplo del tiempo permitido. El elemento <accessibility> bajo la etiqueta de <elegibility> también hace referencia a los exámenes.

3.4. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentaron las especificaciones para definir metadatos para contenidos educativos y para evaluaciones de conocimientos. Además se expuso las especificaciones para definir metadatos para la accesibilidad. El grupo de especificaciones que últimamente han estado usando los desarrolladores de sistemas y contenidos educativos son los que propone el consorcio IMS. Las especificaciones presentadas en este capítulo son en las que mas se apoyan estos autores para definir los objetos de aprendizaje. Por otra parte, debido al auge en el uso que tienen estas especificaciones por parte de la comunidad de desarrolladores de contenido educativo, se puede asegurar la existencia de muchas plataformas de LMS, bancos de elementos de aprendizaje con las cuales compartir los objetos de aprendizaje, por consecuencia se asegura una utilización óptima y extensa de estos objetos.

Mención especial nos merece las especificaciones IMS QTI e IMS AccessForAll, ya que en ellas se centra la investigación y posterior implementación de los objetos de aprendizaje que se usan en el modelo y prototipo que se presentan en los capítulos 6 y 7 respectivamente.

El reto es poder incluir metadatos que definan las características de accesibilidad para cada ítem de pregunta individual, usando la especificación ACCMD en el mismo paquete que contiene el manifiesto y la descripción del ítem usando metadatos XML-QTI.

4. SISTEMAS DE EVALUACIÓN EDUCATIVA

En este apartado se presentan algunas herramientas comerciales para el desarrollo de elementos y / o exámenes educativos. Se describen las características principales de cada uno de estos sistemas, con el propósito de construir al final un cuadro comparativo de todas ellas.

Las características que se tomarán en cuenta para la descripción de estas plataformas se centrarán en aspectos que tienen que ver con:

1. Estándares utilizados en la fase de autoría de ítems y exámenes.
2. Tecnologías utilizadas para el despliegado e interacción con los usuarios finales.
3. Tipos de ítems que pueden ser definidos.
4. Utilización de elementos de multimedia para soporte en la visualización de los ítems.
5. Adaptabilidad y / o apoyo a los usuarios.

Se considera a estos factores como puntos de referencia para sustentar la propuesta del prototipo que será descrito en este documento.

4.1. INTRODUCCIÓN

En los capítulos dos y tres se presentaron el marco de referencia para las evaluaciones educativas y las especificaciones para la construcción de objetos de aprendizaje, respectivamente. La información contenida en esos capítulos permite establecer una base de conocimiento inicial para la evaluación de las herramientas para construir ítems y evaluaciones educativas de una forma objetiva y contrastada y poder así establecer las ventajas y desventajas que pueden presentar estos sistemas.

Todos los sistemas presentados en este capítulo son comerciales por lo que su uso requiere el pago del importe para cada sistema. El factor de selección para incluir cada uno de estos sistemas fue el número de referencias que de ellos se hacía en la literatura revisada para esta investigación, lo que permite suponer su trascendencia e importancia en el área de la evaluación educativa en Internet.

4.2. APIS

La herramienta APIS (*Assessment Provision through Interoperable Segments*) (APIS, 2004) es un trabajo que busca implementar un sistema de evaluación modular en concordancia con la especificación IMS QTI Lite. El núcleo disponible del proyecto es una herramienta de presentación de contenidos en tiempo de ejecución, construida para proveer la funcionalidad mínima necesaria para una herramienta de evaluación, mediante la provisión de las bibliotecas básicas necesarias para construir, entregar y evaluar elementos de respuesta múltiple y de selección múltiple, la herramienta será desarrollada bajo el principio de que nuevos módulos proveerán mas funcionalidad al núcleo principal. Los desarrolladores del sistema APIS tienen como objetivos:

- ◆ Poner en práctica el concepto de interoperatividad proveyendo implementaciones de licencia abierta a la comunidad.
- ◆ Implementar un elemento modular de herramienta de presentación en línea que cumpla con la especificación IMS QTI.
- ◆ Producir bibliotecas de código abierto compatibles con la especificación IMS QTI v2.0 y también una interfase para proveer soporte en línea para la entrega de exámenes.

- ◆ Enriquecer la comprensión de los usuarios en aspectos acerca de la implementación de la especificación QTI e integrar el material con otras fuentes de aprendizaje a través del uso de las especificaciones IMS LD e IMS SS.
- ◆ Producir módulos o segmentos de código abierto para proveer extra funcionalidad para los sistemas de elaboración de exámenes.

El sistema APIS contará en un futuro próximo, con una versión que permitirá el desarrollo de elementos compatibles con la especificación IMS QTI v.2.0, incluyendo el proceso de empaquetamiento de exámenes usando la especificación IMS CP. También se valorará la integración de los metadatos QTI con los diseños de aprendizaje y secuenciación simple usando IMS LD y IMS SS.

La máquina de ítems y los segmentos suplementarios del sistema APIS están desarrollados en el lenguaje Java³³. Los módulos serán adaptables a través del uso de diversas fachadas para ser ligadas a desarrollos específicos; por el momento existe una interfaz para desarrolladores de aplicaciones Java (figura 5).

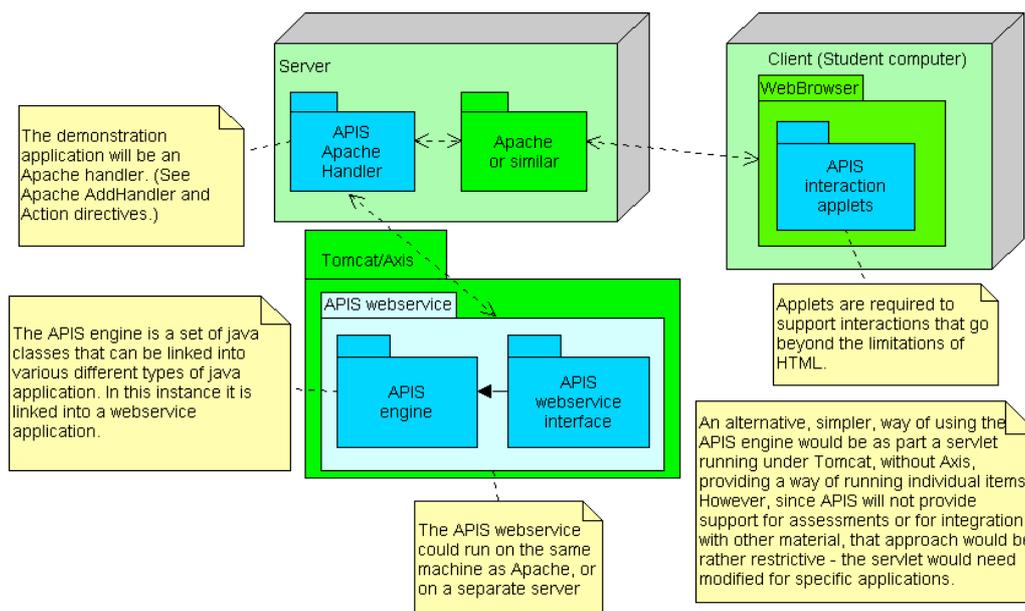


Figura 5. Proceso de entrega del sistema APIS (APIS, 2004)

De los sistemas evaluados, este es el que menos opciones de integración presenta, ya que solo permite el despliegado de los elementos a través del uso de la tecnología Java, en modo independiente usando las aplicaciones y en modo embebido en paginas HTML, usando *applets*. En la literatura de este sistema no hace mención al uso de elementos de multimedia que puedan ser agregados en el proceso de construcción ni ser visualizados al momento en que el usuario

33 Véase: <http://www.java.com>

esta resolviendo el examen. Por último, mediante este sistema solo se pueden construir por el momento elementos IMS QTI *Lite*, que incluye a aquellos que presentan una interacción con el usuario. Un punto a favor de esta herramienta es que en un futuro incluirá metadatos para integración a las plataformas de aprendizaje usando las especificaciones IMS LD e IMS SS.

4.3. CANVAS LEARNING SYSTEM

Canvas Learning es un sistema de autoría de elementos de evaluación compatible con las especificaciones IMS QTI e IMS CP creado por la compañía *Canvas Learning* (Canvas, 2003). Esta herramienta de desarrollo asiste a los educadores y desarrolladores de contenidos en el diseño, entrega e intercambio de material educativo y de exámenes con características de interoperatividad.

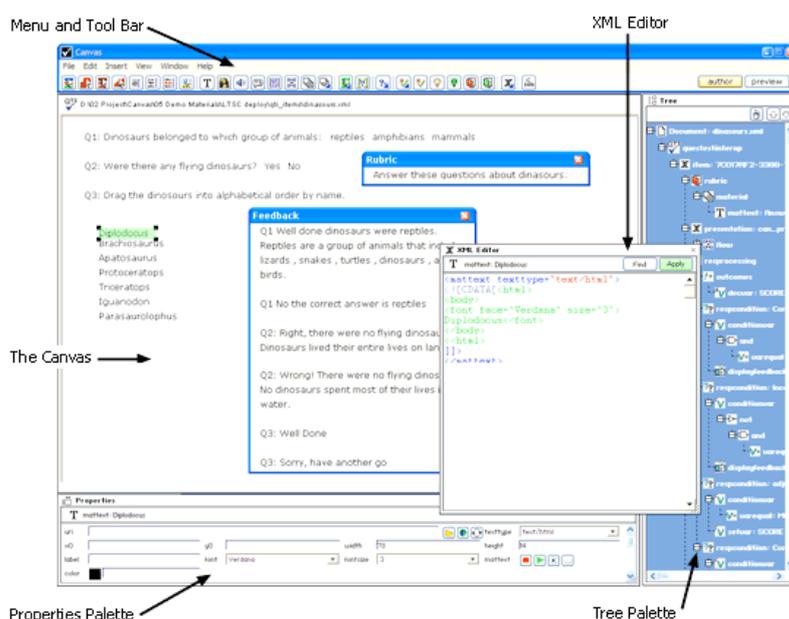


Figura 6. Interfaz para el diseño de ítems (Canvas, 2003)

El sistema cuenta con dos interfases: la primera es de autoría de elementos (figura 6), el Canvas Learning Author que es una aplicación de escritorio que permite a los usuarios crear, editar y visualizar los elementos QTI. La segunda interfase se llama *Canvas Learning Player*, que puede ser incluida en paginas HTML para ser visualizadas en el navegador usando el software *Shockwave* de Macromedia³⁴ o como una aplicación independiente. Esta herramienta es un sistema de presentación para documentos con etiquetas QTI que permite a los estudiantes visualizar e interactuar con elementos QTI incluidos en un

34 Véase: <http://www.macromedia.com/>.

paquete de contenidos. Este módulo también puede ser entregado como un paquete integrado a sistemas de administración de contenidos) compatibles con SCORM.

En Canvas Learning System se pueden crear y editar los siguientes tipos de preguntas:

- ◆ Selección múltiple: Creación de preguntas de selección múltiple con interrelación una a una, una a varias o varias a varias.
- ◆ Seleccionar y Soltar (*Drag and Drop*): Creación de preguntas simples de seleccionar y soltar donde las etiquetas son comparadas con áreas de destino.
- ◆ Visualizador (Slide): creación de controles de visualización para preguntas numéricas
- ◆ Preguntas de respuesta libre: con una pequeña caja de texto para respuestas textuales cortas.
- ◆ Ensayo de respuesta libre: crea una caja de texto más grande para respuestas textuales largas.
- ◆ Llenado de blancos (*Fill in the blanks*): texto o párrafo de texto con cajas de captura para palabras faltantes.
- ◆ Preguntas circulares (*Cycle questions*): Creación de preguntas de respuesta múltiple donde la visibilidad de las respuestas es ciclada cuando el estudiante selecciona en una de ellas. La respuesta que es visible al tiempo que se pulsa el botón de enviar es considerada como la respuesta del usuario.

Los requisitos del sistema son:

- ◆ Sistema operativo Windows 95 al XP, Mac OS.
- ◆ Procesador mínimo de 400 Mhz.
- ◆ Pantalla con resolución de 1024 x 768 píxeles.
- ◆ Instalación de visualizador *Shockwave* para el Canvas Learning Player.

Esta compañía ha desarrollado una extensión a la especificación QTI que puede no ser soportadas por sistemas de presentación de contenidos de terceras compañías; específicamente para los archivos de audio TTS (*text-to-speech*) que son similares a los de audio comunes, pero en este caso las palabras que serán pronunciadas son capturadas en la ventana de propiedades. Las palabras serán pronunciadas cuando el estudiante mueva el ratón sobre el texto.

Sin embargo, la característica de TTS representa un rasgo a favor de este sistema ya que permite cubrir uno de los modos de adaptar los contenidos a las características o necesidades de los usuarios, especialmente para aquellos con discapacidad o dificultad visual.

4.4. HOT POTATOES 6

El sistema *Hot Potatoes* (HotPotatoes, 2006) es un grupo de seis herramientas de autoría, creado por el equipo de investigación y desarrollo de la Universidad de Victoria. Estas herramientas permiten crear ejercicios interactivos para la Web de diversos tipos de preguntas. La forma de desplegar estos ejercicios es mediante páginas XHTML y Javascript.

El programa pide al autor de test que introduzca el texto de la pregunta para posteriormente generar la página que será colocada en el servidor Web. El programa no tiene costo si los exámenes son colocados en sitios Web públicos de acceso general, de otro modo se tiene que registrar el programa y pagar el precio correspondiente.

Los ejercicios (o tipos de elementos de examen) que pueden ser definidos son:

- ◆ JQuiz: Preguntas de respuesta múltiple, solo una de ellas es la correcta.
- ◆ JCloze: Preguntas de texto que presentan cajas de captura de respuestas cortas.
- ◆ JClose1: Preguntas de texto que presentan cajas de listas extendibles.
- ◆ JCross: Preguntas en las que es necesario resolver un crucigrama.
- ◆ JMix: Se presenta un enunciado de palabras no ordenadas que el alumno tiene que poner en orden.
- ◆ JMix Drag and Drop: Se presentan las letras de una palabra en forma desordenada para que el alumno construya la palabra correcta.
- ◆ JMatch 1: Se presenta un grupo de listas despegables que el alumno debe ir seleccionando en forma ordenada.
- ◆ JMatch 2: Se presentan 2 listas despegables en las cuales el alumno debe emparejar hasta formar pares.

4.5. ORACLE ILEARNING 4.1

La compañía de software Oracle ha desarrollado una plataforma de aprendizaje en línea llamada Oracle iLearning en su versión 4.1 (Oracle, 2006) con la idea de poder desarrollar objetos de aprendizaje o, según la terminología de Oracle: objetos de contenido reutilizables o RCO (*Reusable Content Object*) que cumplen con el modelo SCORM.

Los tipos principales de RCO's en la plataforma iLearning son los tópicos (secciones individuales de aprendizaje), los tópicos de grupo (para la estructura o delineado de los cursos) y los exámenes (actividades de exámenes y evaluación para los alumnos) (figura 7).

Los RCO's dentro de la plataforma iLearning de Oracle tienen las siguientes características principales:

1. Contenido granular: El contenido es dividido en piezas pequeñas auto-contenidas. Cada una de esas piezas pueden ser referenciadas de forma independiente. A menudo, las piezas de contenido pueden ser reutilizadas a través de muchos cursos.
2. Metadatos: Además de los archivos de medios con los que se pueden construir los cursos educativos, existen datos acerca de cada uno de los objetos de aprendizaje individuales y la forma en los que éstos se unen entre sí. Estos metadatos son leídos en un sistema de administración del conocimiento y por lo general son almacenados en una base de datos.
3. Secuenciación externa: La secuenciación entre los objetos de aprendizaje es especificada en los metadatos y no en los archivos de multimedia. Un sistema LMS controlará la carga de cada uno de los objetos de aprendizaje individuales.
4. Seguimiento: Los objetos de aprendizaje son capaces de comunicar a un LMS el progreso del estudiante. Cada usuario puede tener un registro y una valoración fijados para cada objeto de aprendizaje.
5. Los test son un tipo especial de RCO's dentro de la plataforma *iLearning* de Oracle. En vez de estar ligados a multimedia externa, los test son definidos a partir de las preguntas almacenadas en la base de datos de *iLearning*. Esta plataforma provee una interfaz para crear bancos de preguntas. Los test pueden tener un grupo de secuencia de preguntas o pueden definir preguntas de forma aleatoria a partir de un banco de preguntas reutilizables. La plataforma iLearning también permite la presentación de las preguntas del examen, valoración del test y registro de los resultados de los

alumnos. Los test pueden ser requerimientos necesarios para completar las actividades de otros RCO's.

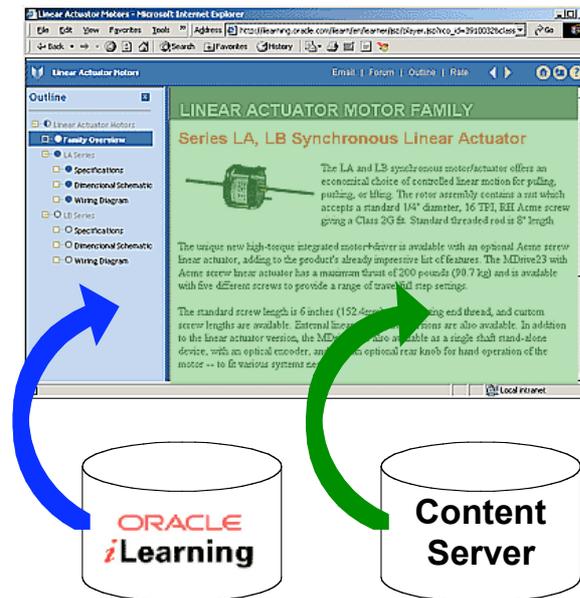


Figura 7. Pantalla general de contenidos de iLearning (Oracle iLearning, 2003)

Cuando la herramienta *iLearning* despliega la información, obtiene la información de la estructura del contenido desde su propia base de datos y los archivos de multimedia desde un servidor de contenidos. El *Oracle iLearning Player* permite al estudiante el navegar y desplegar contenido a la vez de permitir el acceso a otros componentes del aprendizaje tales como correo electrónico, salas de charlas y foros de discusión.

Para elaborar exámenes, la plataforma *e-learning* de *Oracle* introduce el constructor de exámenes, permitiendo la creación de elementos de exámenes y la administración de bancos de elementos dentro de la base de datos. Cada examen tiene una o mas secciones. Elaborar exámenes es el proceso por el cual se crean bancos de elementos de preguntas escribiendo las correspondientes preguntas y opciones de respuestas, creando entonces los bancos de preguntas para crear finalmente los test.

Los tipos de preguntas soportados en *Oracle iLearning* son:

- ◆ Selección múltiple: con solo una respuesta correcta.
- ◆ Selección múltiple: con más de una respuesta correcta.
- ◆ Preguntas de falso o verdadero.
- ◆ Llenado de cajas de texto: respuesta tipo texto.
- ◆ Llenado de cajas de texto: respuesta tipo numérica.

El procedimiento para generar los exámenes es el siguiente:

1. Crear y trabajar con los bancos de preguntas. Esto es, crear la base de datos que contendrá a los elementos de test.
2. Administrar los bancos de preguntas.
3. Administrar las opciones de respuestas a las preguntas.
4. Elaborar los exámenes.

Los elementos para definir una pregunta son los siguientes:

1. Texto de la pregunta.
2. Tipo de respuesta.
3. Puntaje para cada opción de respuesta.
4. Ordenación de las respuestas: fija o aleatoria.
5. Realimentación para respuesta correcta.
6. Realimentación para respuesta incorrecta.

Una vez definidas las preguntas por separado es el momento de crear los exámenes. El sistema *iLearning* propone crear un pre-examen al inicio de la estructura de contenidos como prerequisite para los otros objetos con el propósito de que los estudiantes aprueben el mismo para poder iniciar con el curso.

De igual manera, esta plataforma propone un post-examen para evaluar las habilidades que el estudiante debió haber adquirido en esas lecciones. Esta actividad puede ser prerequisite para las próximas lecciones.

El procedimiento para crear un examen es la definición de una carpeta dentro del árbol de actividades del sitio, a la cual se le puede agregar recursos (preguntas, contenido multimedia), se selecciona el orden en que serán presentados las preguntas, el puntaje de valoración máximo y campos para definir y presentar instrucciones a los estudiantes. Este procedimiento también puede ser usado para definir encuestas, solo es necesario cambiar la opción en la propiedad del tipo de examen.

En el caso de que el examen suspenda su ejecución, es posible activar una de las casillas en donde se determina que el examen puede continuar a partir de la última pregunta respondida.

Esta sección permite definir varios tipos de realimentación, específicamente definir el momento durante el examen en el que será presentada al usuario. Dentro de esta sección se define

principalmente el tipo de realimentación para respuestas correctas como para las incorrectas y una última realimentación al final del examen. Otra sección es donde se definen el número de intentos y la frecuencia con la que puede ser respondido el examen y el tiempo de duración global.

El último procedimiento es publicar el examen para poder ser resuelto por los estudiantes. Cuando se publica un examen, se está indicando visualmente que el test esta disponible para ser resuelto por los estudiantes. Esto se logra registrando este objeto en la agenda general de curso proveyendo el día, la hora y tiempo de expiración.

Existe también un procedimiento para definir un supervisor del examen (*proctor*) el cual es descrito como una persona a la cual se le asigna una clave especial. Al momento en que el estudiante intenta iniciar un examen, al supervisor se le despliega una ventana para solicitar la autorización para el estudiante; para cada estudiante se ejecuta el mismo procedimiento.

Esta herramienta, al estar desarrollada para ser usada dentro de la intranet de la empresa *Oracle*, no presenta características de interoperatividad aunque esta desarrollada usando el estándar *XML* y *SCORM*. El uso de los elementos se limita a los LMS (en este caso de capacitación) propios de esta empresa.

4.6. QPLAYER

El sistema *e-teach Qplayer* (Qplayer, 2005), es un sistema para desarrollar cuestionarios siguiendo la norma 1.2 del *IMS QTI*. Con este programa es posible crear cuestionarios interactivos de una forma rápida que pueden ser integrados a los sistemas *LMS* según la especificación *SCORM* 1.2, (figura 8).

Las tecnologías usadas por esta herramienta son:

- ◆ *Flash MX*: *QPlayer* es desarrollada a partir de la tecnología *Flash MX 635*. Es necesario tener instalado la conexión para poder ejecutar contenido desarrollado en esta tecnología.
- ◆ *IMS 1.2 - 2.0*: Es una norma que permite que los desarrollos efectuados en *QPlayer* puedan ser ejecutados y transferidos a otras plataformas de cómputo.
- ◆ *SCORM*: permite el empaquetamiento de objetos de aprendizaje para poder ser re-utilizados en diversas plataformas de cómputo.

35 Véase: <http://www.macromedia.com/>.

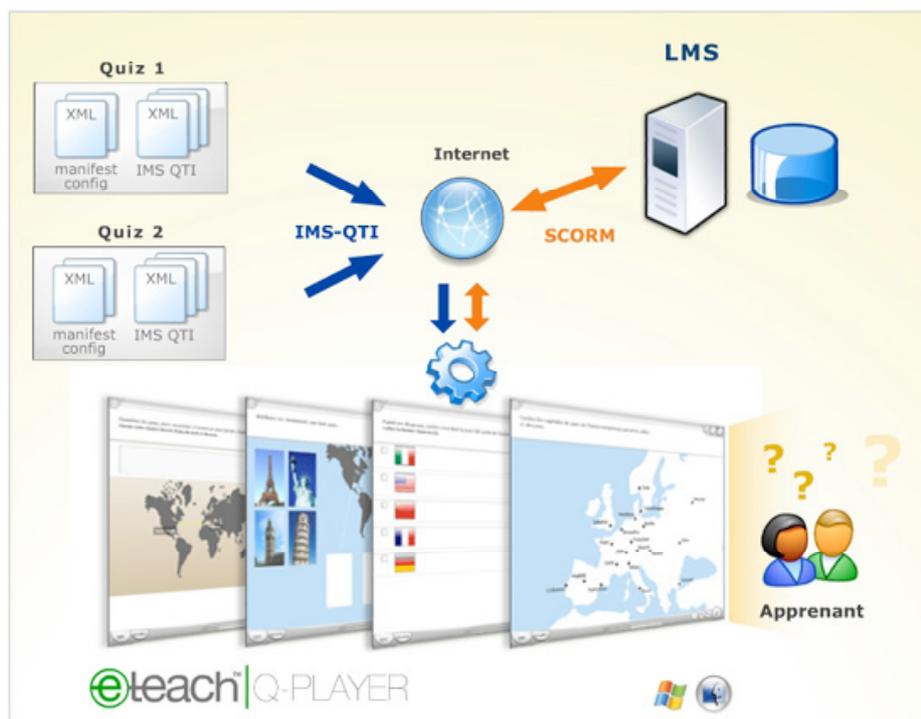


Figura 8. Diagrama de interacción del sistema Qplayer (Qplayer, 2005)

Los tipos de cuestionarios soportados son:

- ◆ Selección simple.
- ◆ Selección múltiple.
- ◆ Tomar y soltar.
- ◆ *Hotspot*.
- ◆ Ensayo de entrada libre.
- ◆ Tomar y ordenar

La forma en que se puede navegar dentro de un examen es la forma libre en la que se puede pasar entre preguntas sin ninguna restricción y la forma tipo examen en la que no es posible regresar a una pregunta anteriormente respondida.

La interfaz principal de un cuestionario desarrollado en QPlayer es la presentada en la figura 9:

1. Pestaña para seleccionar la pantalla de cuestionario.
2. Pestaña para selecciona la pantalla de resultados.
3. Barra de avance: permite la navegación entre preguntas en el modo libre.
- 4 y 5. Botones de retroceso y avance entre preguntas.

6. Revisión de respuestas: presenta una realimentación a la respuesta del estudiante.
7. Retorno a cero: inicia de nuevo el cuestionario.
8. Ventana que despliega la información de realimentación.
- 9,10 y 11. Botones de ayuda y de control de la ventana.
12. Tiempo límite para responder el cuestionario completo.
13. Tiempo limite para responder la pregunta.
14. Numero de intentos permitidos para cada pregunta.

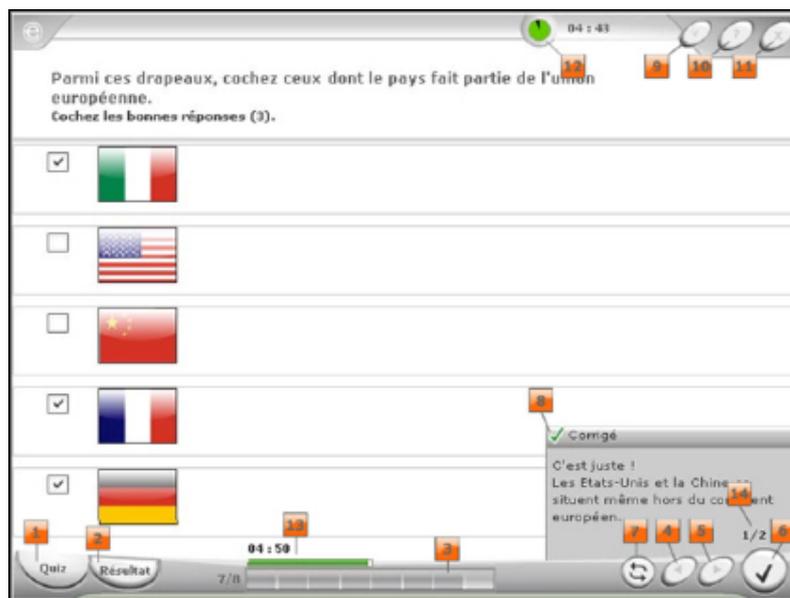


Figura 9. Interfase principal de un cuestionario en QPlayer (QPlayer, 2005)

Una vez que el estudiante ha completado el cuestionario, se despliega una pantalla de resultados en donde para cada pregunta si la respuesta fue correcta o errónea, el puntaje de cada una de ellas y el resultado final del examen y una realimentación final para todo el cuestionario.

Las restricciones predefinidas para el cuestionario son las de un tiempo límite para responder y las de un número de tentativas para responder las preguntas. Estas restricciones solo tienen sentido si *QPlayer* esta conectado a un *LMS*.

Una característica distintiva de este sistema entre todos los demás es que esta desarrollado usando el idioma Francés y no ofrece otras opciones, esto limita el alcance de las instalaciones que puedan ser realizadas en instituciones que hablen otro idioma. Por otra parte, la documentación no define el uso de la especificación *IMS QTI*, solamente menciona que los

elementos desarrollados pueden ser empaquetados usando el estándar *SCORM* para ser usados en las plataformas educativas que lo soporten.

4.7. QUESTIONMARK PERCEPTION V.4

QuestionMark Perception v4 (QuestionMark, 2005) permite a los usuarios escribir, liberar y evaluar muchos tipos de test, exámenes y cuestionarios. Esta herramienta de autoría ofrece:

- ◆ Una interfase de acceso seguro o acceso libre para los estudiantes.
- ◆ Una herramienta para autoría de exámenes de fácil uso.
- ◆ Bancos de preguntas organizados en base a objetivos de aprendizaje.
- ◆ Realimentación instantánea para los usuarios que pueden incluir hipervínculos a materiales de aprendizaje y aplicaciones Web.
- ◆ Los participantes pueden ser llevados a diferentes grupos de preguntas o exámenes, dependiendo de cómo ellos responden a las preguntas u otros criterios específicos.
- ◆ Múltiples estilos de reportes finales.

Las etapas en el uso del sistema *QuestionMark* se muestra en la figura 10.

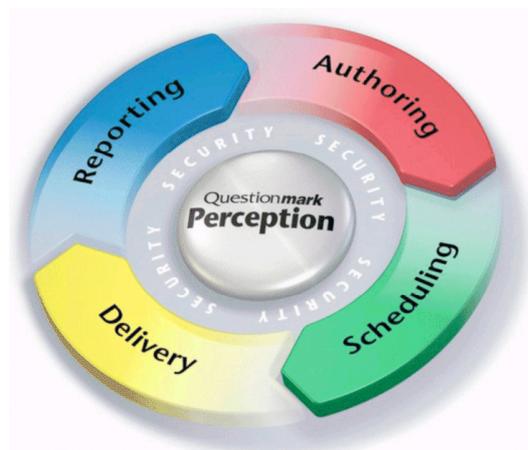


Figura 10. Etapas en el uso del sistema *QuestionMark* (QuestionMark, 2005)

1. Autoría: Crea las preguntas y las agrupa en exámenes que pueden ser crucigramas, test, exámenes o encuestas. Este es un proceso para crear un banco de preguntas y de esa forma seleccionar las adecuadas para integrar un examen que será entregado a los participantes. Con el programa basado en Windows *Authoring Manager* se puede:
 - Tener total control del proceso de autoría de los elementos de examen (preguntas).

- Administrar las preguntas y los exámenes creados.
 - Crear y administrar la agenda de exámenes.
2. Agenda: Los administradores gestionan los exámenes. Pueden agregar, importar cambiar a los participantes, grupos de participantes o entradas en las agendas ya creadas.
 3. Entrega: Los exámenes pueden ser liberados usando un navegador de Internet o de Intranet.
 4. 4. Reporte de resultados: Un grupo de reportes de resultados son generados a partir de las respuestas de los participantes a los exámenes.

QuestionMark permite crear y administrar los repositorios con todos los elementos necesarios para conformar las preguntas y los exámenes. Estos son bases de datos para almacenar dichos elementos. Por otra parte se incluye una administrador del flujo de trabajo que permite controlar y administrar los elementos en cada una de las etapas de su definición (desde la etapa de autoría, a la etapa de aprobación y por último a la etapa de producción). Se puede controlar quienes del equipo de trabajo tiene acceso a cada elemento en cada una de sus etapas y que tipo de cambios puede efectuar en ellos.

La versión 4 de *Perception* (figura 11) acepta que se incluya contenido de aprendizaje dentro de los repositorios y de ligarlos a partir de la realimentación definida en las preguntas o en los exámenes. Este tipo de contenidos pueden ser archivos individuales (texto, animaciones o URL). El contenido es copiado entre los repositorios o cuando se copian las preguntas o los exámenes.

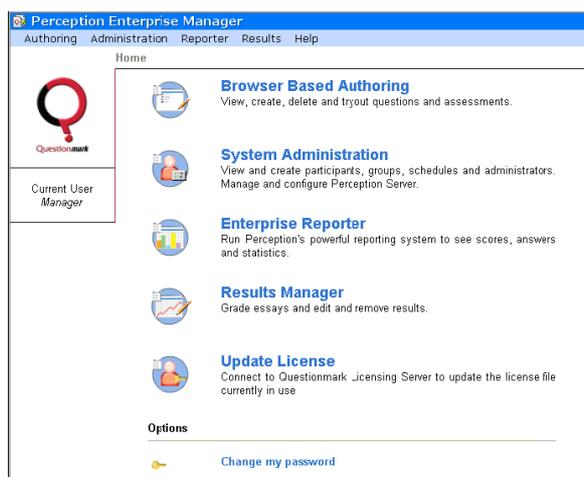


Figura 11. Ventana principal de Perception Enterprise Manager (QuestionMark, 2005)

En la interfaz de *Authoring Manager*, los usuarios pueden crear o editar preguntas a partir del asistente *Add Question Wizard*:

- ◆ RoboDemo / Captivate: Es una aplicación de Macromedia (Macromedia, 2006) que permite crear una presentación visual parecida a una presentación PowerPoint. La presentación puede incluir pausas entre cada una de las pantallas en las cuales las preguntas pueden ser incluidas.
- ◆ Tomar y Soltar (drag & drop): Los participantes pueden colocar varios marcadores en una imagen para indicar sus respuestas.
- ◆ Ensayo: Diseñados para responder de forma extensa a preguntas.
- ◆ Llenar espacios en blanco.
- ◆ Flash: permite el uso de animaciones de Flash Macromedia (Macromedia, 2006).
- ◆ Horizon Wimba (Horizon, 2006) Respuesta hablada: Por medio de este programa, los autores pueden desarrollar exámenes que incluyen preguntas habladas y también las respuestas habladas pueden ser grabadas.
- ◆ Hotspot: El estudiante coloca un marcador en una imagen usando el ratón para indicar su respuesta.
- ◆ Concordar (matching): ofrece al participante una o más opciones que pueden ser seleccionadas de una lista expansible. Dentro de este tipo de preguntas, solo una opción puede seleccionarse.
- ◆ Matriz: Presenta una serie de opciones en un grupo de renglones. El participante responde seleccionando una opción de cada uno de los renglones.
- ◆ Selección múltiple: El participante responde seleccionando una respuesta de una lista de 2 o mas opciones.
- ◆ Múltiples respuestas: El participante responde seleccionando muchas respuestas de una lista de 2 o más opciones.
- ◆ Lista expansible: El participante responde seleccionando opciones de los menús expansible.
- ◆ Valoración (Ranking): Requiere que el participante defina la las opciones disponibles en el orden correcto.
- ◆ Selección de espacios en blanco: Invita al participante a seleccionar la palabra correcta o frase de una lista expansible que corresponda a un área en blanco en el texto.

- ◆ Concordancia de textos: El participante teclea el texto en un campo de texto para responder a la pregunta.
- ◆ Falso / Verdadero, Si / No.

Una vez que se ha creado al menos una pregunta en la interfaz de *Authoring Manager*, se pueden crear los exámenes. Existen cuatro posibles tipos:

- ◆ Encuestas: No tiene respuestas correctas o falsas y tampoco proporciona una realimentación.
- ◆ Concurso: Es un examen abierto, por lo general proporciona realimentación y es usado para realizar un auto-examen.
- ◆ Test: la realimentación puede ser proporcionada y puede ser seguro contra accesos no autorizados.
- ◆ Examen: No proporciona realimentación y es seguro contra accesos no autorizados.

4.8. QUESTIONWRITER

Central Question LTD, ha desarrollado la herramienta QuestionWriter (QuestionWriter, 2006) para el rápido desarrollo de test profesionales, el sistema se subdivide en:

- ◆ El módulo de contenidos de presentación sirve para ajustar la posición y la apariencia de los elementos en pantalla (texto, imágenes, contenidos Flash, vídeo y audio); anotaciones (scoring), que contiene la información acerca del procesamiento de las respuestas una vez que el usuario deja la página, la realimentación, las valoraciones y los saltos a otras páginas son controlados desde este punto; los temas que son configuraciones en la apariencia en la que se presenta la información a los usuarios finales y por último las funciones de la interfase para los usuarios.
- ◆ El modulo de componentes de preguntas presenta la lógica de como la pregunta debe ser desplegada. Separando el contenido y la funcionalidad es la forma de maximizar la posibilidad de reutilizar tanto el contenido como la funcionalidad.

El procedimiento para definir una pregunta es la de ir agregando cada uno de los componentes que la forman: pregunta, opciones de respuesta (una a una), imágenes, texto, etc., con lo que se va delineando un árbol de elementos a la que cada rama se le conoce como nodos que pueden ser nodos de preguntas, nodos de formato y nodos de contenidos (figura 12).

Otro de los elementos que se agregan es el de valoración (*scoring*), en los que se pueden definir condiciones desde las simples a las más complejas, admitiendo la construcción de instrucciones lógicas o las más comunes que es determinar simplemente la respuesta correcta. Dentro de este panel es posible también determinar la acción siguiente a ejecutar una vez que el estudiante ha respondido la pregunta.

QuestionWriter define la metáfora de un contenedor de elementos, donde el elemento contenedor principal es el Assessment, que puede incluir un número ilimitado de componentes. La ventana de propiedades de este elemento permite fijar algunos parámetros entre los que se encuentran: título, duración, descripción (metadatos SCORM), palabras clave (metadatos SCORM), versión (metadatos SCORM), ISBN (metadatos SCORM), resultados (que pueden ser enviados a una URL), y próxima URL que es la dirección hacia donde el usuario será dirigido una vez completado el examen.

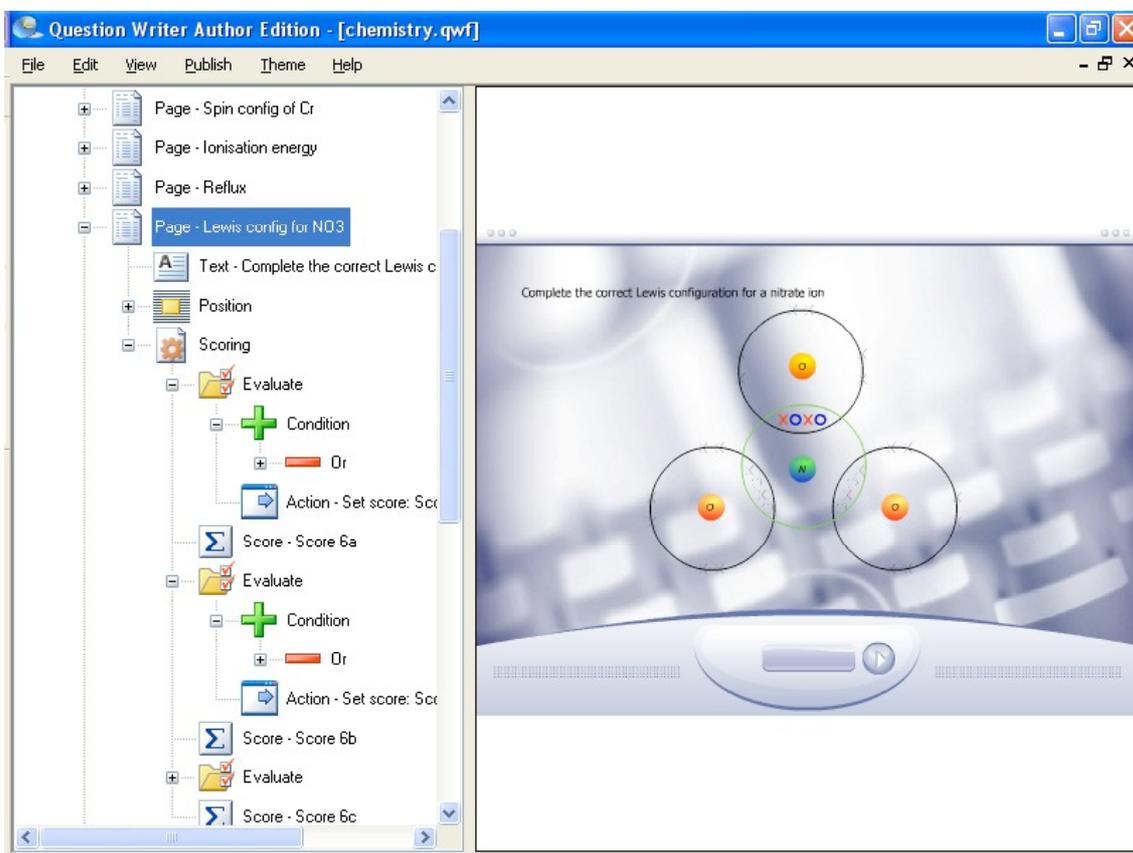


Figura 12. Ventana de definición de preguntas en QuestionWriter (QuestionWriter, 2006)

Además de los elementos que permiten definir preguntas (casillas de verificación, páginas, cajas de texto), QuestionWriter permite el uso de elementos de *scoring* entre los que se encuentran los de acciones (mostrar realimentación, ir hacia..., determinar calificación, etc.), verificar respuesta, verificar duración de respuestas y realimentación.

Una vez que se han definido los exámenes y las preguntas contenidas en cada uno de ellos, es momento de decidir el proceso de exportación o de publicación de dicho elemento. Para ello, esta herramienta puede exportar sus objetos con compatibilidad QTI 1.2, lo que creará una carpeta especial con el archivo en formato XML y los archivos de soporte, ya que QTI no soporta estilos de presentación ni las funcionalidades, ningún tema definido en esta herramienta será exportada en archivos de soporte mencionados anteriormente.

En lo referente a la exportación de estos elementos a la especificación SCORM se crea un paquete compactado de archivos, esto asegurará que el examen pueda ser cargado dentro de cualquier plataforma LMS que acepte elementos SCORM. Cualquier valoración que sea definido dentro del examen será devuelto a la plataforma LMS en cuanto el usuario salte de página en el que sea calculada la valoración.

4.9. RESPONDUS 3.0 (IMS QTI PERSONALITY)

La herramienta Respondus 3.0 (Respondus, 2000) en su versión de IMS QTI incluye distintos medios de trabajo (llamadas “personalidades”) para diversas plataformas, entre ellas *ANGEL*, *Blackboard*, *eCollege*, *WebCT* e *IMS QTI*. Esta es una herramienta para crear y administrar exámenes que pueden ser impresos en papel o publicados directamente en los diferentes LMS mencionados anteriormente.

Con Respondus 3.0 se pueden crear y editar los siguientes tipos de preguntas (figura 13):

The screenshot shows the 'Edit Questions' window in Respondus 3.0. On the left is a sidebar with question type options: Multiple Choice (selected), True-False, Essay, Matching, Fill-in-Blank, Multiple Response, and Algorithmic. Below these are checkboxes for 'Enable Feedback' and a 'Copy from Another File' button. The main area is titled 'Multiple Choice' and contains the following fields:

- 1. Title of Question: Perching birds
- 2. Question Wording: Which of the following perching birds have feet that are best designed for bark climbing?
- 3. Answers (PageDown moves to next answer): A Titmouse, B Nuthatch, C Skylark, D Swallow
- 4. Select Correct Answer: B
- 5. Point Value: 1.00
- 6. Action buttons: Add to End of List, Insert into List, Clear Form, and Preview.

Figura 13. Ventana para crear / editar preguntas, de Respondus 3.0 (Respondus, 2000).

- ◆ Selección múltiple.
- ◆ Falso – Verdadero.
- ◆ Ensayos.
- ◆ Llenado de espacios en blanco.
- ◆ Concordancia.
- ◆ Múltiples respuestas.
- ◆ Algorítmicas.

Es posible incorporar a las preguntas otras características tales como realimentación, valoraciones, imágenes, archivos de multimedia, tablas, código HTML para enriquecer la presentación.

Las características comunes a todos los tipos de preguntas incluyen un título, el texto de la pregunta, realimentación (exceptuando las algorítmicas) que es información que se presenta al estudiante una vez que ha respondido la pregunta. Algunos tipos de preguntas presentan las siguientes características:

1. Selección múltiple: Pueden constar de hasta 26 opciones, pero solo una de ellas se define como la correcta. Se debe proveer una valoración para cada una de ellas.
2. Ensayo: permite a los estudiantes capturar sentencias o párrafos completos en sus respuestas. Una realimentación puede ser incluida para guía, pero la mayoría de los LMS aún requieren que este tipo de preguntas sean valoradas personalmente por algún instructor.
3. Concordancia: Los estudiantes tienen que emparejar conceptos de dos columnas en las que se puede definir concordancia directa (con la respuesta a la derecha) y también se pueden definir concordancias en cualquier orden.
4. Llenar espacios en blanco: Con esta opción, los alumnos deben proporcionar la respuesta exacta, ya que la valoración es efectuada por el ordenador por lo que muchas LMS permiten más de una respuesta para que sea la correcta.
5. Respuesta múltiple: Es muy similar a la de selección múltiple, excepto que los estudiantes pueden (u por lo general lo hacen) seleccionar más de una respuesta correcta. Algunos sistemas de administración de cursos dan una valoración completa solo cuando el estudiante ha seleccionado todas las respuestas correctas y ha dejado

las incorrectas sin seleccionar. Otros sistemas permiten que una valoración parcial sea otorgada.

6. Algorítmica: Este tipo de preguntas requiere que los alumnos apliquen fórmulas matemáticas para resolver la pregunta. Estas preguntas son diseñadas usando variables. Los valores aleatorios, basados en un rango específico son automáticamente generados para cada variable en la pregunta, por lo tanto, las preguntas algorítmicas pueden ser únicas para cada estudiante.

Una vez que se han diseñado las preguntas, estas pueden ser exportadas a un archivo con formato XML QTI. Las imágenes y todos los archivos multimedia son también almacenadas en la misma carpeta donde se encuentra este archivo.

Dado que las implementaciones de la especificación IMS QTI difieren de un sistema a otro que lo soporta el sistema brinda la opción de diferentes opciones para exportar los archivos. Algunos sistemas requieren que los archivos QTI a exportar usen el empaquete IMS CP, mientras que otros simplemente requieren el archivo XML sin definir un manifiesto ni crear el archivo compactado, Respondus tiene esto en cuenta y permite seleccionar las opciones que concuerden con los requerimientos del sistema QTI.

Respondus también permite que se importen preguntas en formato XML si éstos cumplen con la especificación IMS QTI 1.x. El archivo XML QTI puede ser importado directamente o puede estar contenido en un paquete de archivos compactados que cumpla con la especificación IMS CP, sin embargo el archivo XML QTI no puede ser extraído de paquetes más grandes que contengan cursos completos y que sean compatibles con la especificación SCORM.

Adicionalmente, para importar los archivos XML QTI, Respondus podrá importar preguntas del tipo selección múltiple, falso-verdadero, llenado de blancos, concordancia y de respuestas múltiples a partir de un archivo de texto, solo que éstas deben estar organizadas en un formato que sea aceptable para Respondus y el archivo debe ser salvado en sin formato como texto simple.

4.10. TOIA (TECHNOLOGIES FOR ONLINE INTEROPERABLE ASSESSMENT)

TOIA (TOIA, 2004) es un sistema de administración de exámenes basado en Web que permite a los maestros crear preguntas y exámenes y hacerlos disponibles a sus alumnos para una valoración automática. También puede ser usado para almacenar tareas que requieren valoración por parte del maestro y para la entrega y procesamiento de cuestionarios.

La herramienta TOIA esta formado por dos subsistemas:

1. El sistema STAFF, usado para crear y administrar los exámenes.
2. El sistema para ESTUDIANTES: usado para ejecutar los exámenes.

Cada uno de los sistemas corren dentro de un navegador Web, accediendo a cada una de las direcciones de los servidores donde se encuentran instalados.

Las actividades principales para el administrador de TOIA incluyen la administración de los usuarios y el control del acceso de todos ellos. De forma general, existen tres tipos de usuarios:

1. Administradores.
2. Staff / Maestros: quienes crean y publican los exámenes o las tareas.
3. Estudiantes: quienes realizan los exámenes y / o las tareas.

Otras áreas de responsabilidad para el administrador son la de controlar la estructura de los contenidos en la base de datos, administración de los grupos de estudiantes, administración de las cuentas del staff / maestros y la administración de la base de datos de resultados.

Con este sistema es posible definir cada uno de los participantes que podrán usarlo, de ese modo una vez definidos estos, se les asigna un rol con el cual podrán interactuar con el sistema.

Todos los contenidos administrados por el TOIA y que sirven para crear los exámenes son controlados por medio de estructuras de contenidos que es un marco de referencia con material relacionado entre si de alguna forma. Todo el material en TOIA con excepción de los recursos, pertenecen a una estructura de contenidos.

Los grupos se refieren a estudiantes o usuarios del sistema. Los miembros del staff son los que crean los contenidos están agrupados de manera especial y son asignados a una estructura de contenidos. Los estudiantes también son asignados a ese mismo grupo pero con privilegios solo para participar el las actividades, no para crear nuevas o modificarlas (figura 14).

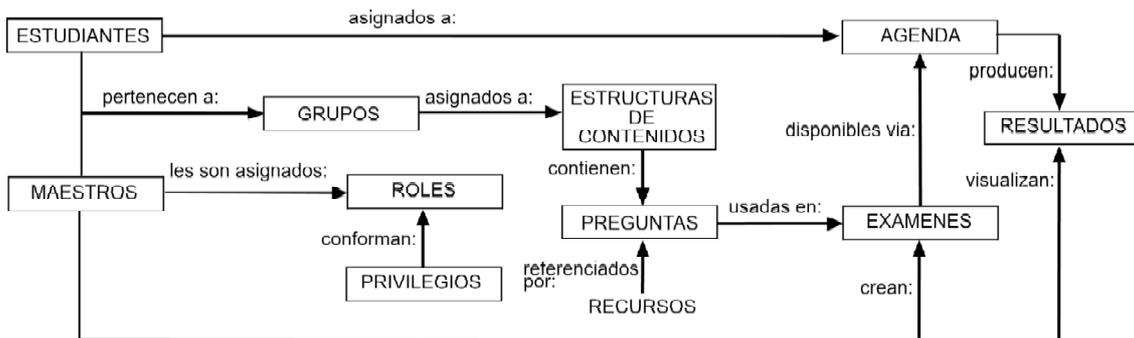


Figura 14. Relación entre los componentes de TOIA (TOIA, 2004).

Las actividades de los profesores incluyen la creación, mantenimiento o visualización de los participantes, preguntas, exámenes, tareas, reportes de resultados. El procedimiento general que realiza el profesor es el siguiente:

- ◆ Crear la estructura de contenidos, que es como un almacén general, cada uno conteniendo una materia en específico.
- ◆ Crear grupos de alumnos, estructuras en las cuales cada uno de ellos deberá inscribirse.
- ◆ Asignar dichos grupos a la estructura de contenidos que le corresponda.
- ◆ Administrar las cuentas de los estudiantes: agregar, modificar, borrar, etc.
- ◆ Crear las preguntas: administración de los elementos principales del sistema TOIA, crear, agrupar, modificar o borrar preguntas.
- ◆ Administración de recursos: pueden incluirse archivos de multimedia tales como fotografías, sonidos o videos dentro de TOIA, estos recursos son referidos como objetos de aprendizaje dentro de la plataforma TOIA.
- ◆ Crear los exámenes: primero se crea el contenedor, al cual se agregarán las correspondientes preguntas. Existen los tipos de exámenes de diagnóstico, los que asignan una valoración, formativos y tipo encuesta.
- ◆ Agenda de exámenes: una vez creados los exámenes y agregadas las preguntas, se puede entonces programar o establecer una agenda para ellos. Cada agenda representa una ejecución normal de uno o más exámenes en un tiempo determinado para un grupo determinado de usuarios.
- ◆ Reportes: clasificados en resultados de exámenes, reporte de participaciones, reporte de análisis de preguntas y reportes generales.

Los tipos de preguntas que pueden crearse dentro de TOIA son:

- ◆ Selección múltiple.
- ◆ Respuestas múltiples.
- ◆ Lista expansible.
- ◆ Llenado de espacios en blanco.
- ◆ Matrices.
- ◆ Ensayo.
- ◆ Componente de Flash Macromedia.
- ◆ Componente de Applet de Java.

Una característica interesante dentro del proceso de creación de las preguntas, es que es posible clasificarles de acuerdo a las habilidades intelectuales del estudiante, esta clasificación incluye habilidades de conocimiento, comprensión, aplicación, análisis o síntesis.

La versión actual de TOIA no soporta importar o exportar elementos que cumplan con la especificación IMS QTI, sin embargo existen planes de la compañía de incorporarlos mediante el apoyo de otra compañía del Reino Unido para hacer que esta herramienta sea compatible. El factor que ellos consideran para no desarrollar hasta ahora dicha compatibilidad es que el 95% de sus clientes usan el Internet Explorer y Windows como sistemas de trabajo y que por lo tanto pueden acceder al sistema sin mayores problemas, a pesar de ello, ésta compañía esta planeando trabajar en una versión cuyo motor de bases de datos sea el de MySQL³⁶.

36 Véase: <http://mysql.com>

4.11. CUADRO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE EVALUACIÓN EDUCATIVA

Sistema	Estándares usados en la autoría	Estándares usados en el desplgado	Tipos de ítems	Soporte a elementos multimedia	Adaptabilidad / apoyo al usuario
APIS	IMS QTI Lite, Java, IMS LD, IMS SS	JAVA Applets	Interacción simple de IMS QTI Lite	No	
CANVAS	IMS QTI, IMS CO, XML	SCORM, IMS CP, Shockwave	Múltiple respuesta, tonar y soltar, slider, respuesta libre, ensayo, llenado de blancos, respuestas cíclicas	Si	Text-to-speech, retroalimentación
HoT Potatoes	JAVA	xhtml, JAVA Script	Crucigramas, llenado de blancos, lista desplegable, selección múltiple, tomar y soltar, ordenar	Si	
Oracle iLearning	XML	SCORM, LMS propietaria	Selección múltiple, falso/verdadero, llenado de blancos	Si	Secuenciación, aleatorio, pre-test y post-test, realimentación.
Q Player	IMS QTI 1.2, XML	SCORM, FLASH	Selección simple, y múltiple, tonar y soltar, ensayo, HotSpot, tomar y ordenar	Si	Libre navegación entre preguntas, realimentación
Question Mark		RoboDemo, FLASH	Crucigramas, tomar y soltar, ensayo, llenado de blancos, HotSpot, concordancia, matriz de selección múltiple, múltiple respuesta, lista desplegable, valoración, falso/verdadero. Exámenes: encuesta, concurso, test.	Si	Realimentación, acceso a preguntas de acuerdo a criterios predefinidos, Horizon Wimba: preguntas y respuestas habladas
Question Writer	IMS QTI	Módulo propietario para el desplgado	Selección simple, y múltiple, tonar y soltar, ensayo, tomar y ordenar	Si	Realimentación y control de saltos entre preguntas
Respondus 3.0 QTI	Descripción de tareas, respuestas de ejemplo a grupos de discusión.	IMS CP, SCORM	Selección múltiple, falso/verdadero, ensayo, llenado de blancos, concordancia, múltiples respuestas	Si	Realimentación
TOIA		Módulo propietario, FLASH y JAVA	Selección múltiple, respuestas múltiples, lista desplegable, llenado de espacios, matrices, ensayo	Si	

Tabla 3. Cuadro comparativo de sistemas de evaluación educativa.

4.12. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentaron algunos de los sistemas más importantes para diseñar y presentar a los usuarios finales los exámenes de evaluación por medio de la Web. Se describieron las características principales de cada uno de ellos centrándose en las opciones para importar y exportar elementos, la cantidad de elementos diferentes que pueden ser definidos y los apoyos que se pueden brindar a los usuarios. En especial se consideró la característica de poder importar o exportar elementos con el formato IMS QTI ya que ello permite establecer un punto de referencia y comparación con los proyectos que se presentan en el siguiente capítulo. El

cuadro comparativo nos permite indagar cuales de esos sistemas desarrollan elementos compatibles, los tipos de preguntas soportados y algunas características de adaptabilidad. Se observó que la mayoría de ellos son compatibles con estándares de metadatos para la evaluación y que, por lo general, soportan a un buen numero de tipos de preguntas diferentes. Sin embargo se desea hacer hincapié en las características de la adaptabilidad, observándose que solo algunos sistemas establecen mecanismos de libre navegación entre preguntas, realimentación o de secuenciación, pero ninguno de los sistemas evaluados considera los estilos de aprendizaje como un factor para realizar la adaptación al usuario. En el siguiente capítulo se presentan los desarrollos no comerciales para la definición de ítems y exámenes de evaluación.

5. SISTEMAS PARA CONSTRUIR EXAMENES ADAPTABLES

En este capítulo se presentan un grupo de herramientas con las cuales se pueden construir exámenes adaptables, con el propósito de completar el marco de referencia de sistemas para construir exámenes educativos que también incorporen la capacidad de adaptarse al nivel de pericia mostrado por el estudiante al momento de estar respondiendo a cada una de las preguntas del examen.

5.1. INTRODUCCIÓN

Centrándose un poco más en el tema de la adaptación de contenidos a las necesidades de los usuarios, en este capítulo se presentan algunos desarrollos que permiten definir ítems y exámenes que incorporan actividades de adaptación. Estas actividades por lo general se refieren a la selección de preguntas de acuerdo a un nivel de complejidad de cada una de ellas y la de realizar una estimación de la pericia del estudiante en cuanto responde a una pregunta, de esa forma se estima el nivel de complejidad de la siguiente pregunta que será presentada al estudiante.

Las características para evaluar estas herramientas se centrarán en los procedimientos para implementar la adaptabilidad que cada una de ellas usa, la interfase de diseño para el autor y los estándares usados para importar o exportar los productos generados por estos sistemas.

5.2. INSPIRE

El sistema INSPIRE (Gouli *et al.*, 2001) es una plataforma *AEHS* cuyo propósito es ayudar a los estudiantes durante su estudio, restringiendo el dominio de aprendizaje al principio del curso, aplicando una estrategia para novatos y posteriormente enriqueciéndola progresivamente de acuerdo a su avance y rendimiento. Basándose en los objetivos de aprendizaje que el estudiante selecciona, el sistema INSPIRE genera las lecciones que corresponden a resultados de aprendizaje específicos.

El dominio del aprendizaje está representado en tres niveles jerárquicos de abstracción del conocimiento: objetivos de aprendizaje, conceptos y material educativo (Papanikolaou *et al.*, 2000). El estudiante selecciona un objetivo de aprendizaje que corresponde a un tópico del espacio de conocimiento. Un subgrupo de conceptos del espacio de conocimiento es asociado a cada objetivo. Los conceptos de resultados son los más importantes de estos conceptos y son representados mediante diversos módulos de material educativo, conocidos como módulos del conocimiento. También una serie de conceptos de prerrequisitos son asociados con cada concepto de resultado.

En el sistema INSPIRE, la estimación de la pericia del estudiantes es solo uno de los requisitos a cumplir. El tutor diseña las preguntas y las asocia con un módulo de conocimiento. Una serie de parámetros es asociada con cada pregunta, como por ejemplo, el nivel de dificultad, el nivel de rendimiento, número de veces que dicha pregunta ha sido respondida correcta o incorrectamente, etc. Estos parámetros permiten que el sistema pueda determinar la pregunta

adecuada para cada estudiante de acuerdo a su nivel de pericia y a su comportamiento al navegar dentro de los módulos de conocimiento. El maestro también define el número de preguntas que pueden ser presentadas al alumno de acuerdo a su nivel de pericia, el nivel deseado de efectividad, etc.

El éxito o el fallo al responder un examen también motivan a los estudiantes. Un examen difícil puede causar que un estudiante se esfuerce más. El enfoque de este sistema a la hora de seleccionar y presentar las preguntas al estudiante es el de mejorar la motivación y reducir el estrés tomando en consideración el nivel de dificultad de cada pregunta y el nivel actual de la pericia del estudiante.

El tedio que surge al responder muchas preguntas fáciles y la frustración de responder muchas preguntas difíciles es evitado. Al estudiante se le presentan dos opciones al momento de iniciar el examen. La primera es tomar un auto-examen de los módulos de conocimiento que ya han sido estudiados, de modo que el estudiante puede revisar su avance en el aprendizaje. La segunda opción es realizar un examen sumativo de cualquier concepto de resultados o de todo el contenido del objetivo de aprendizaje. El auto-examen es construido basado en la pericia del aprendiz y la navegación que ha realizado.

El examen sumativo revisa los resultados del aprendizaje de cada concepto, independientemente del comportamiento al navegar sobre el material educativo. También las preguntas asociadas a conceptos de prerrequisito son seleccionadas y presentadas al usuario.

Los componentes principales del marco de trabajo del examen adaptable son:

- ◆ Base de conocimientos de preguntas y realimentación (*Question and Feedback Knowledge Base: QFKB*). La colección de preguntas que son presentadas en un examen, y el texto que será usado para realimentación para el estudiante para cada una de las posibles respuestas que pueden ser dadas para una pregunta.
- ◆ Módulo de generación de test adaptativos (*Test Adaptive Generation Module: TAG*). Esta es la parte del sistema que es responsable de seleccionar las preguntas, que son presentadas al estudiante. Toma en cuenta las especificaciones del examen, los parámetros de las preguntas tales como el nivel de dificultad y la estimación actual de la pericia del estudiante.
- ◆ Módulo de evaluación del estudiante (*Learner Assessment Module: LA*). Es la parte del sistema que es responsable de evaluar la pericia del estudiante y de informarle sobre su progreso en el aprendizaje.

- ◆ Modulo de presentación (*PM*). La parte del sistema que es responsable de la presentación de la pregunta que es seleccionada por el modulo TAG y presenta también la realimentación, de acuerdo a las respuestas del estudiante.
- ◆ Editor de preguntas y exámenes (*Question and Test Editor: QTE*). Es una herramienta que permite a los instructores especificar los requisitos para elaborar el examen e incluir las preguntas.

El sistema INSPIRE usa el algoritmo de selección de preguntas que se presentó anteriormente:

*Hacer una estimación inicial de la pericia.
 Repetir:
 Seleccionar una pregunta basándose en la estimación actual y presentarla al usuario.
 Dependiendo de la respuesta, actualizar la estimación.
 Hasta que un criterio de terminación se cumpla.*

La figura 15 representa un ejemplo de la forma en que la estimación de la pericia del estudiante cambia mientras más preguntas son presentadas. El número de preguntas aparece en el eje de las X y la pericia estimada aparece en el eje de las Y. La estimación inicialmente es igual a cero. Al examinar la figura, se nota que después de 13 preguntas, el algoritmo a convergido y los cambios en la pericia estimada del estudiante son muy pequeños.

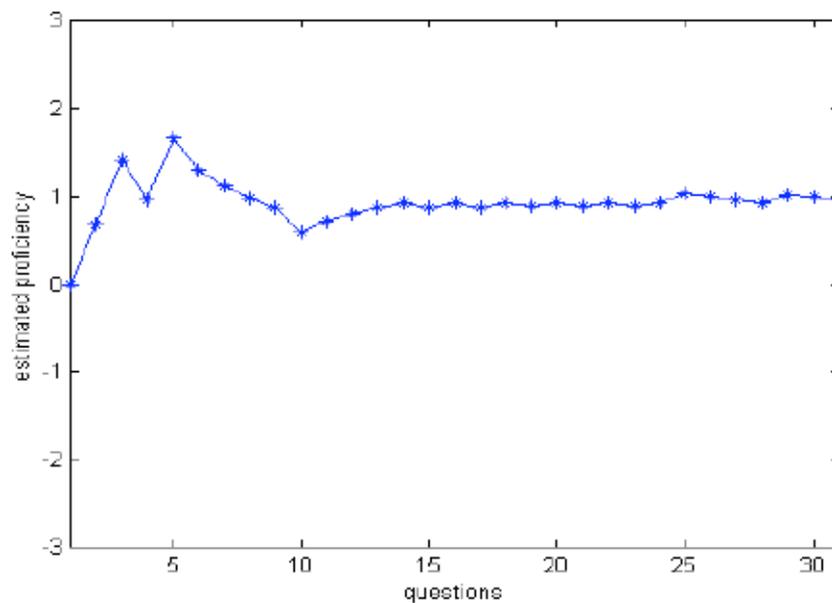


Figura 15: Estimación de la pericia del estudiante, representada con el numero de preguntas que ha respondido

El procedimiento para responder el examen termina una vez que cualquiera de los criterios de terminación ha sido alcanzado. Dichos criterios han sido determinados por el autor con la ayuda del módulo QTE. Dos posibles criterios de terminación son: si el número de preguntas

presentadas excede el número de preguntas permitidas y si la certeza en la estimación de la pericia del estudiante ha alcanzado un valor deseado.

5.3. SIETTE

SIETTE (Guzmán *et al.*, 2004) es una herramienta para elaborar exámenes adaptativos. Puede también ser usada como una herramienta para realizar exámenes durante el proceso formativo (durante la instrucción del estudiante), como una referencia externa para la auto-evaluación, o para evaluaciones sumativas acerca de los logros de los estudiantes en los diversos tópicos de un currículo.

SIETTE es parte de la plataforma de aprendizaje en línea LeActiveMath. Cuando se administran exámenes para esta plataforma el sistema puede seleccionar las preguntas mas adecuadas que serán presentadas a los estudiantes, para inferir sobre su nivel de conocimiento, y para determinar cuándo el examen deberá finalizar.

Las actividades para lograr la integración entre estos sistemas son:

- ◆ Adaptación entre LeActiveMath y la presentación de conocimiento de SIETTE: Este proceso genera un archivo XML a partir de la base de conocimiento de LeActiveMath en un formato específico que entiende SIETTE, llamado S-QTI.
- ◆ Diseño y desarrollo de protocolos de comunicación e interfaz.
- ◆ Integración en el sistema LeActiveMath. El mecanismo de integración anterior permite una integración transparente de los exámenes de SIETTE en los cursos LeActiveMath.

SIETTE significa Sistema Inteligente de Evaluación usando Exámenes para Tele educación. Los maestros pueden usar el sistema SIETTE para elaborar los exámenes que posteriormente pueden ser resueltos por los alumnos en un ambiente controlado. Alguna de las ventajas es la que el maestro puede diseñar exámenes que se ajustan a las necesidades de los alumnos, otra ventaja es que solo se requiere un navegador Web para entregar el examen. Características tales como la seguridad y escalabilidad fueron probadas en un entorno real en las escuelas de Ciencias Computacionales, escuela de Telecomunicaciones en la Universidad de Málaga (España). El sistema SIETTE es una herramienta para liberar exámenes adaptativos (figura 16).

En este tipo de exámenes, a cada estudiante se le entrega un test diferente. Las preguntas son dinámicamente seleccionadas y presentadas al estudiante en términos de su nivel estimado de conocimientos. El propósito es obtener una estimación del conocimiento del estudiante para minimizar el número de preguntas requeridas para poder realizar una evaluación de sus

conocimientos. Por esta razón, después de cada respuesta del estudiante, las estimaciones se verifican para ver si son lo suficientemente exactas para terminar el examen. SIETTE también puede funcionar como una herramienta de exámenes convencional, en el que se genera un mismo examen para todos los alumnos.

Todo proceso de instrucción educativa debe ser complementado con exámenes para evaluar los tópicos (o conceptos) estudiados. En los sistemas de instrucción adaptables, los exámenes son aun más relevantes ya que estos sistemas requieren fuentes de información para conducir la instrucción. Para ello, el sistema SIETTE hace uso de la teoría de respuesta a preguntas (IRT), que se explicó en un capítulo anterior.

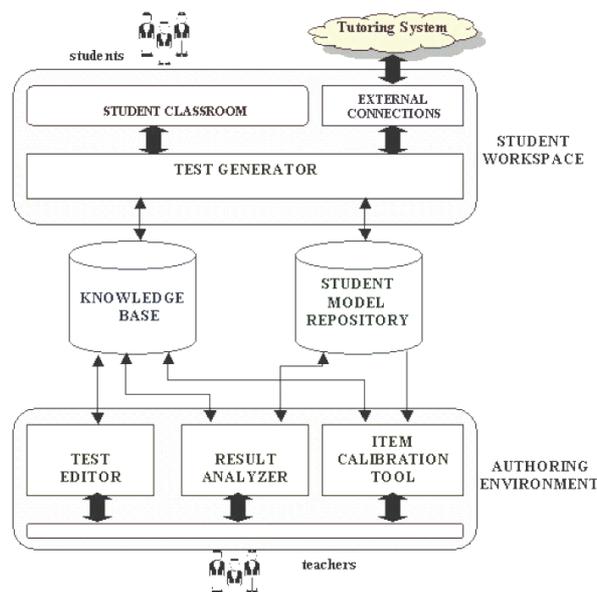


Figura 16. Arquitectura del sistema SIETTE (Guzmán et al., 2004)

La arquitectura de SIETTE incluye los principales componentes que usualmente aparecen en los sistemas de diagnóstico cognitivo:

- ◆ Base de conocimiento: Los contenidos son organizados en materias o cursos. Una materia es subdividida de forma jerárquica (en árbol) en tópicos (o conceptos), definiendo un currículo. En SIETTE se pueden definir diferentes tipos de elementos: falso / verdadero, múltiple opción, respuesta libre, etc.
- ◆ Repositorio del modelo de usuario: Esta es una colección de modelos de usuario. Cada modelo almacena la información acerca de la sesión de examen del estudiante (estimación de nivel de conocimiento, elemento expuesto, tiempo de exposición del elemento, etc.). El generador de exámenes dinámicamente actualiza esos datos después de cada respuesta. El proceso de calibración de preguntas puede ser llevado a cabo gracias a la información almacenada en los modelos de usuario.

- ◆ **Salón de clase:** Es el entorno virtual donde el estudiante responde el examen.
- ◆ **Generador de exámenes:** Este componente construye las sesiones de examen de forma dinámica. Una sesión de examen es un examen construido especialmente para el alumno, de acuerdo a las especificaciones almacenadas en la base de conocimiento.
- ◆ **Interfaz de conexiones externas:** SIETTE no solo trabaja como una herramienta de exámenes independiente. Sino que también puede ser integrada en otras arquitecturas basadas en la Web como un modulo de diagnostico tradicional.
- ◆ **La herramienta de autoría:** Es una utilidad para la Web para agregar y actualizar los contenidos de la base de conocimiento.
- ◆ **Analizador de resultados:** Esta herramienta permite que los profesores puedan analizar el rendimiento de los estudiantes en los exámenes. Aun más, esta herramienta provee un servicio para consultar el modelo de usuario.
- ◆ **Herramienta de calibración de elementos:** Este modulo usa la información obtenida del repositorio modelo de estudiantes para calcular las propiedades psicométricas de los elementos. El proceso de inferencia de estos valores es esencial para la administración de los exámenes adaptativos.

En el editor de exámenes los profesores pueden definir diferentes exámenes. Los datos de estos exámenes y las preguntas se almacenan en la base de conocimiento. Cada examen es subdividido en tópicos y cada tópico se subdivide a su vez en otros, etc. Como resultado, cada currículo puede ser visto como una jerarquía granular, donde los elementos están relacionados mediante relaciones de agregación. Las preguntas pueden ser asignadas a cualquier tópico en la jerarquía, incluyendo a la raíz que es el examen.

Para poder acceder a esta herramienta, los maestros deben autenticarse proveyendo una identificación y clave válidos.

El criterio usado para finalizar el examen es la definir un número máximo de preguntas que serán presentadas al estudiante. A cada nueva pregunta presentada se comparan el número total de preguntas suministradas con el del número máximo de preguntas, si son iguales, el examen termina. Mientras esta condición no sea satisfecha, la terminación del examen puede ser decidida por alguno de los siguientes criterios:

1. La estimación del conocimiento del alumno es menor al mínimo establecido.
2. La probabilidad del nivel de conocimiento estimado del alumno es mayor que el límite establecido

3. O, para exámenes con tiempo definido, el límite de tiempo máximo se ha alcanzado.

El sistema SIETTE ofrece la posibilidad de configurar los exámenes para que tengan un tiempo de respuesta máximo.

Con respecto a la definición de los elementos de preguntas, el sistema SIETTE proporciona los siguientes tipos de elementos:

- ◆ Elementos de falso / verdadero.
- ◆ Elementos de múltiples opciones.
- ◆ Elementos de múltiples respuestas.
- ◆ Elementos auto-correctivos.

Todos estos elementos pueden ser combinados en un solo examen. Adicionalmente, la herramienta SIETTE incluye un mecanismo de generación de elementos, construido usando plantillas de elementos escritas en un lenguaje para la Web (JSP³⁷, PHP³⁸, etc.). Estas plantillas generan preguntas a partir del formato predefinido para cada tipo de preguntas.

El analizador de resultados. El repositorio del modelo de usuario almacena la información acerca de las sesiones de trabajo del estudiante interactuando con los exámenes. El analizador de resultados de SIETTE permite a los maestros consultar y estudiar esa información. Este analizador contiene las siguientes utilidades:

- ◆ Rendimiento de los estudiantes: Para cada examen, se tiene una lista de estudiantes que lo han tomado. Se identifican para ello, la sesión en que participaron, nombre, fecha, el total de preguntas presentadas, las respondidas correctamente y su calificación final. Esta herramienta brinda la estadística de la estimación final de nivel de conocimiento del estudiante.
- ◆ Estadísticos de las preguntas: Brinda la información estadística acerca de las respuestas de los estudiantes a las preguntas en todas las sesiones de exámenes. Esta información puede ser estudiada para cada tópico para con los que está asociado cada pregunta.

³⁷ Java Server Pages. Véase: <http://java.sun.com/products/jsp/>

³⁸ Hypertext Preprocessor. Véase: <http://www.php.net>

5.4. ATHENAQTI

AthenaQTI (Tzanavari *et al.*, 2004), es un sistema para la Web para la autoría de exámenes adaptativos que está integrado al sistema de administración de la enseñanza Athena. Este sistema cumple con las especificaciones para elementos y exámenes definidas por IMS QTI.

Los tipos de preguntas que pueden ser definidas por los maestros son: falso / verdadero, múltiples opciones (simple, múltiple o respuestas ordenadas), llenado en los blancos, selección de múltiples imágenes, y selección de puntos en la imagen (*Hot Spot*). Los exámenes se representan en un formato XML de modo que pueden exportarse fácilmente y usarse con otros sistemas que también sean compatibles con IMS QTI. Los exámenes son presentados a los usuarios que primero deben estar autenticados en el sistema de modo que su modelo de usuario pueda ser usado. La realimentación se presenta de forma automática y puede ser utilizada de muchas maneras. Los elementos multimedia pueden ser incluidos en los exámenes de igual manera.

Los exámenes se estructuran exactamente siguiendo la especificación QTI. En la interfase principal, el autor puede seleccionar el tópico del examen que es la referencia para crear las secciones y por último las preguntas que esa sección contendrá.

Otra de las características de AthenaQTI es que permite al autor crear exámenes adaptativos y exámenes convencionales. Los exámenes adaptativos usan la técnica de selección y presentación de las preguntas de acuerdo a una serie de reglas creadas por el autor. Estas reglas incluyen instrucciones tipo *IF-THEN-ELSE* donde la instrucción se refiere a información del modelo de usuario y la acción se refiere a un cambio en el resultado del examen.

Ya que el modelo de usuario sirve para describir la imagen que se tiene del usuario, es necesario que este modelo sea actualizado constantemente. El atributo central que es usado por la mayoría de los sistemas educativos de hipermedios para su proceso de adaptación es el de aplicar el conocimiento que se tiene acerca del usuario. El conocimiento es directamente relacionado con las aplicaciones educativas, cuyo propósito es la instrucción del alumno. Mientras más correctamente y completamente se tenga la imagen del usuario, mejor adaptación puede hacer el sistema para el usuario.

Algunos ejemplos de reglas de adaptación pueden ser: “si el resultado de la sección C fue mayor al 80%, entonces incrementa el conocimiento de los tópicos de la sección en un factor de X”. Los estereotipos son ampliamente usados en la personalización de contenidos. En esta

herramienta, el autor puede predefinir estereotipos que él considere necesarios para ciertos tipos de exámenes.

A diferencia de SIETTE, esta herramienta no usa funciones para determinar cualquier parámetro; en vez de eso se le brinda al autor la posibilidad de expresar su filosofía didáctica y los métodos para definir las reglas. AthenaQTI soporta más tipos de preguntas que el sistema SIETTE, que parece soportar principalmente preguntas de múltiples opciones. La característica más importante de AthenaQTI es que es totalmente compatible con la especificación IMS QTI. El sistema AthenaQTI aun esta en sus fases tempranas y se tienen planes de probarlo con usuarios finales.

5.5. TANGOW

El sistema TANGOW (*Task-based Adaptive learner Guidance on the Web*) (Alfonseca *et al.*, 2005) permite al autor construir sitios educativos adaptables. Los cursos construidos con TANGOW están compuestos por muchas actividades o tareas que pueden ser resueltas por los estudiantes. Una vez que la tarea ha sido elegida por el estudiante, el sistema genera la correspondiente página Web seleccionando de entre los fragmentos de información aquellos relacionados con la tarea.

El sistema usa la información almacenada en el modelo de usuario para adaptar el examen que es ofrecido al estudiante. Las páginas y el contenido incluido en ellas pueden ser presentadas en el lenguaje del estudiante, se presenta también la realimentación necesaria.

Las actividades o tareas que deben ser resueltas por el estudiante pueden corresponder a una explicación teórica, un ejemplo, un ejercicio realizado individualmente, o una actividad que debe ser realizada en grupo. El grupo de tareas disponibles es constantemente actualizado, registrando cada cambio en el perfil del estudiante. Una vez que la tarea es seleccionada por el alumno, el sistema genera la página Web correspondiente, seleccionando entre los fragmentos de contenidos relacionados con la tarea aquellas que provean la mejor adaptación al perfil del estudiante.

El sistema Atenea (Pérez *et al.*, 2004) es el subsistema dentro de TANGOW encargado de realizar exámenes asistidos por computadora. El sistema tiene como base módulos de procesamiento natural del lenguaje y procedimientos de evaluación basados en la estadística. Está codificado en Java como una aplicación independiente, también puede ser usado como una aplicación incluida en una pagina Web. La figura 17 muestra una pantalla de la interfaz de la versión en línea del sistema Atenea.



Figura 17. Interfaz de trabajo del sistema Atenea (Pérez et al., 2004)

Como se puede observar, la respuesta esperada por el sistema Atenea es la respuesta escrita por el estudiante de modo que pueda ser comparada con un grupo de respuestas de referencia (o respuestas ideales), escritas por los maestros, que han sido almacenadas en la base de datos. Deben existir al menos tres referencias escritas por los maestros para cada una de las respuestas, de modo que se pueda abarcar mas parafraseo. Inclusive algunas de estas referencias pueden ser tomadas de anteriores respuestas de los alumnos. La arquitectura interna de Atenea está compuesta por un módulo estadístico llamado ERB y muchos módulos de procesamiento natural del lenguaje (NLP).

1. ERB toma como base el algoritmo *Bleu* (*BiLingual Evaluation Understudy*) (Papineni, 2001), es por eso que el módulo se llama ERB (*Evaluating Responses with Bleu*). *Bleu* es un procedimiento para medir el grado de precisión con la cual los sistemas de traducción automatizadas traducen texto de un lenguaje a otro. La idea central del sistema *Bleu* es que una traducción realizada por computadora será mejor cuanto más se acerque a una traducción realizada por los humanos. Por lo tanto el sistema *Bleu* ha sido usado en el sistema ERB para calcular el porcentaje de cada una de las referencias de texto que son incluidas en el texto escrito por el estudiante.
2. Para completar el proceso realizado por el sistema ERB, se incorporan muchos módulos de procesamiento natural del lenguaje que están basados en la herramienta WRAETLIC (Alfonseca et al., 2005). Estos módulos agregan las siguientes características al sistema: desambiguación, tratamiento de sinónimos, tratamiento del texto para ser trasladado en un formato lógico.

El resultado que obtiene el estudiante es un resultado numérico y opcionalmente una copia de su respuesta con anotaciones en la que las palabras en verde son palabras encontradas en los textos de referencia, haciendo referencia también a grupos de dos y tres palabras juntas.

Finalmente, todas las palabras que no se encuentran en los textos de referencia se escriben sobre un fondo gris. A partir de esta respuesta, los estudiantes fácilmente pueden discernir cuales porciones del texto ayudaron a incrementar su calificación y cuales son los puntos débiles.

La integración del sistema Atenea con el sistema TANGOW supone el soporte para la inclusión de exámenes asistidos por ordenador como una nueva tarea dentro del sistema TANGOW. El proceso inicia cuando el sistema Atenea es iniciado dentro del sistema TANGOW pasando el proceso al primero, que presenta la pregunta y evalúa los resultados enviándolos de regreso al sistema TANGOW que actualiza el modelo de usuario que servirá para adaptar los contenidos del curso subsecuentes. Actualmente, la adaptación realizada toma en cuenta información del usuario tal como su lenguaje (Español o Inglés), edad (joven o adulto) y el conocimiento previo acerca de la materia (novato o avanzado).

Con respecto al orden en que se presentan las preguntas, se toma en cuenta la experiencia del estudiante, de modo que a estudiantes avanzados no les son presentadas preguntas que son muy fáciles o preguntas que ya hayan resuelto. Aún más, mientras más alto sea el nivel del estudiante, más estrictamente son evaluadas sus respuestas. El protocolo es el siguiente:

- ◆ El sistema TANGOW propone diferentes tipos de actividades a los estudiantes, dependiendo tanto de la capacidad de adaptación del curso como de la información almacenada en el modelo de usuario y obtiene la información de su comportamiento y rendimiento cuando realiza esas actividades. Cuando se tiene completa información de referencia, se envía al sistema Atenea.
- ◆ El sistema Atenea selecciona una pregunta de forma aleatoria que no haya sido resuelta por el estudiante. La pregunta es seleccionada de acuerdo a la información almacenada en el modelo de usuario. La respuesta enviada por el usuario es evaluada por Atenea y el resultado y realimentación es presentado al usuario. Este proceso se repite hasta que el estudiante ha respondido al número requerido de ejercicios. Finalmente cuando la condición de parada ha sido satisfecha, el sistema Atenea devuelve un resultado de tipo holista a TANGOW.

El sistema Atenea incluye una herramienta para la Web que facilita la tarea de crear preguntas adaptables con las correspondientes referencias de respuestas, administrando también los *datasets* de las preguntas. Por ejemplo si un autor desea incluir una nueva pregunta a un grupo

de ejercicios acerca de “Sistemas Operativos I” en la base de datos, con diferentes versiones de la misma pregunta para estudiantes cuya lengua es inglés o español y también para estudiantes novatos y avanzados (figura 18).

El segundo paso es que el autor escriba las respuestas de referencia para cada pregunta, decidiendo cuantas referencias desea escribir, pero por lo menos tres (figura 19).

La integración de TANGOW, un sistema para la generación dinámica de cursos adaptativos para la Web, con Atenea, un programa para evaluar las respuestas de los exámenes, está basada en el siguiente protocolo:

- ◆ Atenea usa la información del modelo de usuario almacenado en TANGOW que incluye diversas características, preferencias, estilos de aprendizaje, conocimiento acerca de la materia que está estudiando y todas las acciones y calificaciones obtenidas durante el transcurso del curso. Un perfil más amplio y definido permite una mejor adaptación de las preguntas y datasets.
- ◆ La herramienta de adaptación de TANGOW decide cuando cada estudiante debe ser examinado, dependiendo de los logros obtenidos por cada uno de ellos y Atenea selecciona el grupo mas adecuado de preguntas para el estudiante, brindando una evaluación mas justa.
- ◆ Los beneficios de TANGOW no solo incluyen la evaluación automática de respuestas de texto libre, sino también los de la realimentación para esas preguntas, que puede ser usado para guiar a los estudiantes durante el resto del curso.

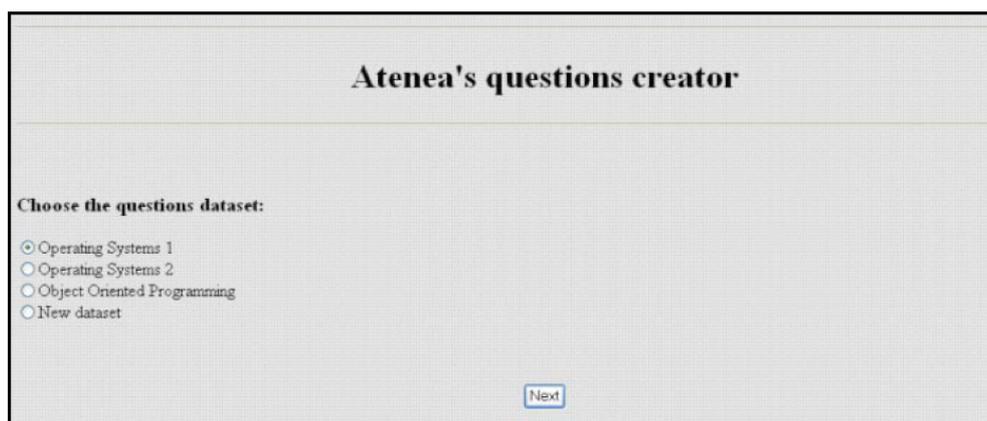


Figura 18: Ejemplo de interfaz para administración de los datasets para las preguntas (Pérez et al., 2004)

Atenea's questions creator - fourth step

Statement of the question:

If we are working with the Unix operating system, how can be accomplished that several programs share information among them?

Answer:

It could be done by creating a file that could be read by all the programs or with shared memory.

Add another possible answer

Figura 19: Ejemplo para agregar referencias a las preguntas (Pérez et al., 2004)

5.6. CUADRO COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS PARA CONSTRUIR EXÁMENES ADAPTABLES

SISTEMAS DE EVALUACION ADAPTABLE

Cuadro comparativo

Sistema	Procedimientos de adaptacion	Arquitectura y/o interfaz	Tecnologías y estándares
INSPIRE	Nivel de rendimiento, nivel de dificultad, historial de navegacion	Modulo de interaccion, modulo de diagnóstico, modula de generacion de lecciones, modulo de presentación	Active X, Microsoft SQL, Active Server Pages, HTML
SIETTE	Nivel de conocimiento, selección dinámica de las preguntas, aplica ITR	Base de conocimiento, modelo de usuario, generador de examen, herramienta de autoría, analizador de resultados	XML, QTI propietario S-QTI
Athena QTI	Reglas definidas por el autor con estructura IF-THEN-ELSE, selección de preguntas de acuerdo a las preguntas	Incorporacion de elementos multimedia, realimentacion automatica	IMS QTI, XML
TANGOW	Preseleccion de preguntas de acuerdo al nivel de conocimientos del usuario	Modelo de usuario, procesamiento del lenguaje, procedimiento BLEU	JAVA applets y aplicaciones

Tabla 4. Cuadro comparativo de los sistemas de evaluación adaptable

5.7. CONCLUSIONES

Una vez descritas las principales herramientas para construir exámenes adaptables, se pudo comprobar que todas aplican el procedimiento de adaptación basado en la respuesta a la última pregunta por parte del usuario. El sistema SIETTE aplica la teoría de respuesta a preguntas mientras que el resto implementan la adaptabilidad aplicando sencillas reglas de decisión, pero basados siempre en la evaluación de la respuesta a la última pregunta que se ha respondido. Existe un nivel medio de complejidad entre estos enfoques que es el que establece un nivel de dificultad a cada pregunta, y que, aplicando fórmulas sencillas se puede determinar el nivel de dificultad de la siguiente pregunta que será presentada por el usuario. Estas fórmulas son las propuestas por Stern y Woolf (1998), descritas en el apartado 1.1.

6. MODELO DE UN SISTEMA DE AUTORÍA DE ÍTEMS DE EXAMEN

En este capítulo se presenta un modelo para construir ítems de exámenes que tengan la característica de poder ser incorporados a las actividades de instrucción educativa de los LMS.

El alcance de esta propuesta es el de definir un modelo para el sistema, describiéndolo en su diferentes etapas, explicando en cada una de ellas las actividades a desarrollar y las tecnologías que se proponen para poder implementar dicho modelo.

El objetivo de este capítulo es el estudio de las tecnologías y especificaciones para la construcción de ítems de examen, describiendo su uso enmarcado en el modelo que se presenta.

6.1. INTRODUCCIÓN

Los capítulos anteriores presentaron una descripción de las herramientas para definir exámenes educativos y también herramientas para definir exámenes adaptables, en la que se pudo comprobar que ninguna de ellas incorporan características para definir el estilo de aprendizaje de cada alumno a los cuales van dirigidos. Este capítulo presenta la propuesta de un modelo de autoría de ítems de exámenes desarrollados usando los estándares de definición de metadatos educativos. Este modelo se llama AdAsAT (por sus siglas en inglés, *Adaptable Assessment Authoring Tool*), que incluye en su definición una propuesta para incorporar metadatos para efectuar un proceso de accesibilidad considerando el estilo de aprendizaje de cada alumno, sin dejar de considerar el proceso de adaptación usado en las herramientas descritas en los capítulos anteriores.

6.2. JUSTIFICACIÓN

El modelo propuesto se presenta dividido en cuatro secciones principales, cada una de ellas contiene a su vez diferentes niveles de conceptualización que van definiendo las actividades de un nivel abstracto (capas inferiores) a un nivel más concreto (capas superiores).

La justificación para esta forma de estructurar la propuesta en niveles del más abstracto al más concreto es que es más fácil partir de definir un modelo en sus elementos mínimos necesarios para poder después ir desarrollando cada uno de ellos, identificando sus necesidades, y las interacciones con el resto de los elementos del sistema.

Al identificar las necesidades para desarrollar cada uno de estos elementos, se fue investigando y documentando sobre la metodología y las tecnologías para implementarlos. El modelo fue objeto de ajustes, tanto en la definición del contenido para cada nivel y para cada sección, hasta llegar a la propuesta actual que es presentada en este documento.

6.3. ESTRUCTURA DEL MODELO

Se presenta a continuación la descripción del modelo propuesto (figura 20). Los términos entre paréntesis, en inglés y en cursiva presentan los términos definidos en la especificación IMS QTI, con el propósito de ir identificando el uso de éstos dentro del modelo.

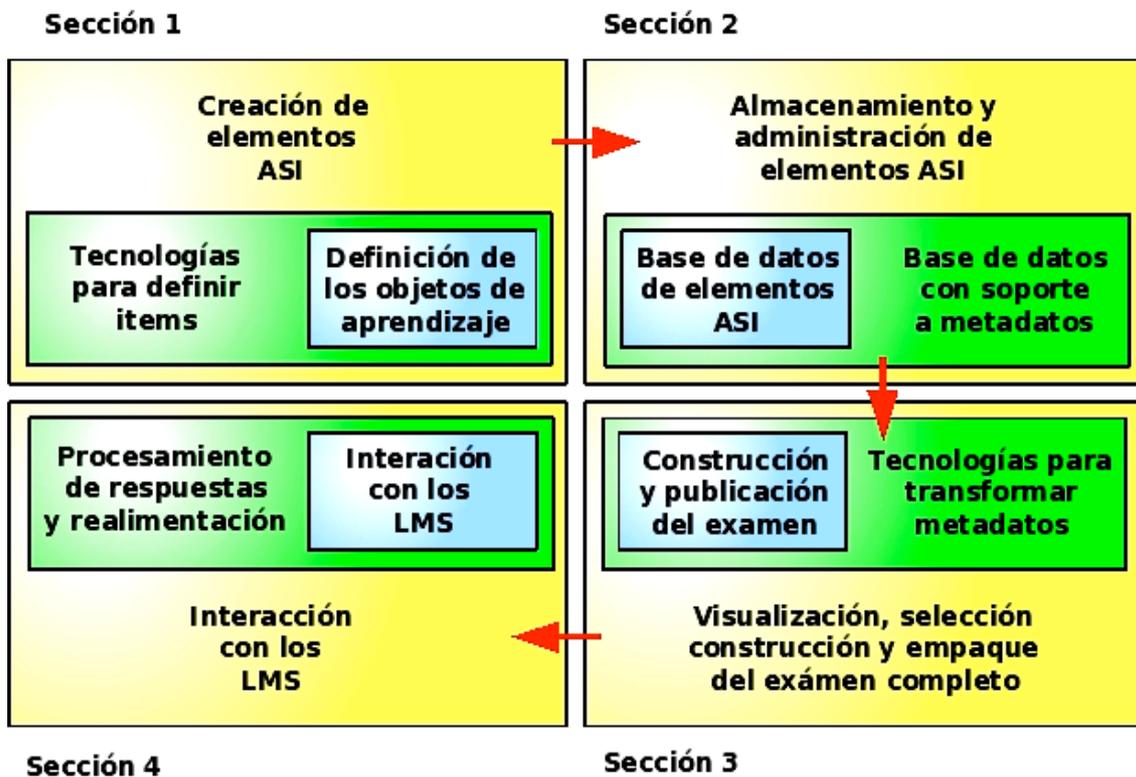


Figura 20. Modelo de construcción e interacción de exámenes

6.3.1. Niveles: de lo abstracto a lo concreto

6.3.1.1. NIVEL AZUL

En este nivel se identifican los elementos esenciales (objetos de aprendizaje, administración, elaboración de exámenes e interacción con los LMS) que participarían en el modelo para iniciar el estudio de su implementación a niveles muy generales.

6.3.1.2. NIVEL VERDE

Una vez identificados los elementos generales se definieron las secciones principales, seccionando el proceso de creación de los elementos identificando cuatro fases: autoría, administración de los bancos de elementos, visualización e interacción con los LMS. En este nivel, se inicio con la investigación y documentación de las tecnologías existentes para poder implementar dichos elementos.

6.3.1.3. NIVEL AMARILLO

Se establece una categorización para cada actividad con un subsistema (autoría, de banco de elementos, publicación y de interacción con LMS) para después concluir si será necesario definir alguna interfaz con los usuarios de cada subsistema.

6.3.2. Secciones: de la creación a la interacción con los LMS

Al momento de iniciar la propuesta para este modelo, se buscó conceptualizarlo a sus actividades más básicas, con el propósito de iniciar su desarrollo hacia actividades pudiendo identificar 4 de ellas:

6.3.2.1. SECCIÓN 1: DEFINICIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE (ÍTEM DE PREGUNTA)

Se evalúan las especificaciones y tecnologías necesarias para el desarrollo de objetos de aprendizaje o ASI's que conforman el elemento esencial para generar exámenes de conocimientos por Internet, haciendo hincapié en el uso de estándares y lenguajes de programación abiertos para proporcionar interoperatividad. Se revisan las especificaciones y tecnologías de IMS QTI, IMS LD y IMS CP, XML, XHTML, PHP y el sistema de bases de datos MySQL. En cuanto a la especificación IMS QTI, se desarrolla el modelo UML³⁹ (*Unified Modeling Language*) para los casos de uso de la fase de autoría (authoring use-case).

6.3.2.2. SECCIÓN 2: ADMINISTRACIÓN DE LOS ÍTEMS

Se definen en esta sección dentro del modelo con el propósito de brindar al desarrollador de los ASI's una herramienta donde, de forma organizada pueda administrar los ítems, además de poder tener acceso a ellos mediante consultas directas. El propósito también es hacer uso de un administrador de bases de datos nativa con datos XML para evitar hacer transformaciones de los archivos generados en la sección uno.

6.3.2.3. SECCIÓN 3: CONSTRUCCIÓN DEL EXAMEN

En esta sección se consideran actividades realizadas por el evaluador (*assessor*) para visualización de los ítems por medio de un proceso de transformación para ser presentado al usuario final, usando un software comercial de visualización o lenguajes de codificación para navegadores *Web*. En esta sección el evaluador selecciona los ASI mediante el uso de una

³⁹ Véase: <http://www.uml.org>

interfase de usuario, para construir un examen que será entregado a una plataforma de administración del aprendizaje en un archivo con formato XML.

Opcionalmente, se propone la realización de una interfase para el usuario final (*candidate*) para que pueda resolver el examen desde esta interfaz, enviando los resultados finales a la plataforma de administración del aprendizaje efectuando un registro de resultados del examen (*assessment record*).

6.3.2.4. SECCIÓN 4: INTERACCIÓN CON LOS LMS

En esta etapa del modelo, el estudiante o candidato (*candidate*) activa el examen accediendo al mismo por medio de un sistema de administración del conocimiento o en la interfase definida en la sección 3. De la base de datos de este sistema se extrae la información del candidato referente al estilo de aprendizaje (opcional).

El monitor (*invigilator*) es el encargado de controlar y vigilar el proceso de procesamiento de respuestas por parte del alumno, puede ser un participante del proceso (*actor*) o el mismo sistema. Una vez que el estudiante ha respondido a todas las preguntas contenidas en el examen, se procede al registro de los resultados del examen (*assessment record*).

6.4. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

6.4.1. Nivel azul: descripción abstracta

6.4.1.1. SECCIÓN 1: DEFINICIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE

Un objeto de aprendizaje es una unidad reutilizable de instrucción para la enseñanza, típicamente en un entorno de *e-learning*. Para lograr que esta unidad de aprendizaje pueda ser usada en diferentes entornos, la presentación de la instrucción es separada del otro contenido no visual o metadatos del curso.

Se debe tener en cuenta que todo el contenido desarrollado pueda ser usado en cualquier sistema de administración del aprendizaje. Si todas las propiedades de un curso pueden ser definidas de forma precisa en un formato común, entonces el contenido puede ser reproducido en un formato estándar tal como el lenguaje XML y cargado en un nuevo sistema.

Los componentes típicos de un objeto de aprendizaje son entre otros:

- ◆ Datos generales de descripción del curso.
- ◆ Identificadores del curso.
- ◆ Lenguaje del contenido (inglés, español, etc.).

- ◆ Materia (Matemáticas, Lectura, Programación, etc.).
- ◆ Texto para describir el objeto.
- ◆ Palabras clave para describir el objeto.
- ◆ Ciclo de vida.
- ◆ Versión del objeto, etc.

El propósito general del sistema de autoría es la de desarrollar una interfase para definir objetos de aprendizaje orientados al examen y valoración del aprendizaje adquirido que puedan ser elementos que puedan agregarse a las actividades de aprendizaje definidas en LMS.

En términos de la especificación IMS QTI se está haciendo referencia en esta etapa a los casos de autoría (authoring use-cases) (figura 21) que propone los siguientes pasos (los términos en ingles y cursivas, son elementos definidos en IMS QTI):

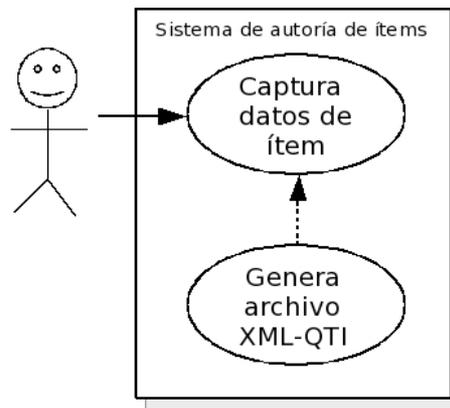


Figura 21 Caso de Autoría de elementos usando UML

1. El autor (*author*) es quien, desde el sistema de autoría (*Authoring System*) crea o modifica los ítems o preguntas que generará un archivo de salida XML conteniendo estructuras ASI. También será posible desde esta interfaz importar datos externos (texto simple) para definir estas mismas estructuras.
2. Una vez definidos los ASI, el profesor asigna la valoración para cada elemento y los guarda en un repositorio de elementos que es básicamente una base de datos relacional o una base de datos especializada en almacenar archivos con formato XML.

Para que los objetos tengan características de interoperatividad y ser también intercambiables, tienen que ser definidos en su tamaño funcional más pequeño, es decir, preguntas separadas

pero debidamente identificadas y catalogadas para poder efectuar un proceso de agregación en la etapa de publicación de test.

6.4.1.2. SECCIÓN 2: BASES DE DATOS DE ELEMENTOS ASI

La base de datos de los elementos, (que en la especificación QTI se identifica como *ASI Repository*) puede ser un sistema administrador de base de datos relacional tales como MySQL, que servirá para almacenar y acceder a los elementos, sin embargo, actualmente se disponen de sistemas administradores de bases de datos para elementos XML que brindan la ventaja de que dichos elementos se almacenan en su formato nativo y que inclusive se pueden realizar consultas sobre los datos internos de estos elementos mediante consultas especializadas, usando el lenguaje *Xquery*⁴⁰.

Un ejemplo de tal administrador de bases de datos XML es el sistema de código abierto dbXML (dbXML, 2006), otra solución es la de utilizar un software entre capas para establecer un puente entre los datos tipo XML, convirtiendo cada una de las etiquetas en tablas y los atributos en columnas, para así poder almacenarlos en una base de datos relacional.

6.4.1.3. SECCIÓN 3: CONSTRUCCIÓN Y PUBLICACIÓN DEL EXAMEN

En esta etapa es donde se seleccionan los ítems o ASI's tanto para visualizarlos y evaluarlos previamente antes de proceder a la publicación de los mismos. Otro procedimiento que es posible de implementarse en esta etapa es la de seleccionar los ASI's para generar el examen final que será entregado al sistema de administración del aprendizaje en un archivo con formato XML. Por ultimo, se sugiere considerar el desarrollo de una interfase para el usuario final, en donde pueda directamente acceder al examen y responderlo, enviando entonces los resultados al sistema de administración del aprendizaje.

⁴⁰ Véase: <http://www.w3.org/TR/xquery/>

6.4.1.4. SECCIÓN 4: INTERACCIÓN CON LOS LMS

La última etapa en nuestro modelo es la de la entrega del examen completo al sistema de administración del aprendizaje para que el usuario pueda interactuar con el al momento de responder a las preguntas seleccionadas en el paquete.

6.4.2. Nivel verde: estudio de las tecnologías y definición de las actividades de construcción

6.4.2.1. SECCIÓN 1: TECNOLOGÍAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA DEFINICIÓN DE ÍTEMS DE PREGUNTAS

En esta etapa del modelo se realiza un estudio de las tecnologías y especificaciones para la definición y construcción de los objetos de aprendizaje para evaluación del conocimiento. Estas tecnologías y especificaciones son:

6.4.2.1.1. IMS QTI PARA DEFINIR ÍTEMS DE PREGUNTAS

Para definir los elementos de preguntas (*AssessmentItems*). La especificación IMS QTI define un modelo de información y su representación asociada para crear y compartir elementos de exámenes. El elemento (*AssessmentItem*) está conformado por un grupo de interacciones o preguntas, junto con material de soporte, que por lo general son referencias a archivos externos de multimedia. Además se pueden definir opcionalmente un grupo de reglas para convertir las respuestas del estudiante en salidas o productos del elemento (*assessment outcomes*).

El tamaño de estos elementos puede ser desde el que contiene a una sola pregunta y sus archivos necesarios, hasta test completos con muchos elementos. El tamaño recomendado para los elementos a ser definidos en el presente modelo es el de una sola pregunta, es decir, aquellos elementos con un solo punto de interacción con el usuario: una pregunta con solo un tipo de respuesta.

IMS QTI también define un procesamiento de respuestas, basado en la definición de secuencia de reglas definidas en una estructura de decisión, en la que también es posible integrar una realimentación y una valoración parcial.

6.4.2.1.2. IEEE LOM

Se define como los atributos requeridos para describir completa o adecuadamente a un objeto de aprendizaje. Los atributos relevantes de los objetos de aprendizaje a ser descritos incluyen el tipo de objeto, autor, propietario, términos para la distribución y el formato. Cuando pueden ser aplicados, los atributos pedagógicos también son incluidos, tales como los de estilo de enseñanza o de interacción y prerrequisitos. El estándar aplicable para el LOM es el IEEE P1484.12; este especifica la sintaxis y la semántica de los LOM y se enfoca en un grupo mínimo de atributos, necesarios para permitir que los objetos de aprendizaje sean administrados, localizados y evaluados. El estándar soporta la seguridad, privacidad, comercio y evaluación. Los objetos de aprendizaje se definen como “cualquier entidad digital o no digital que puede ser usado, re-usado o referenciado durante el aprendizaje soportado por la tecnología”. Ejemplos de objetos de aprendizaje incluye a los contenidos multimedia, contenidos de instrucción educativa, y objetivos de aprendizaje. Estos objetos hacen uso de LOM para su descripción, y son la entidad administrable para construir los elementos de preguntas.

6.4.2.1.3. CATEGORIZACIÓN DE LOS ÍTEMS DE PREGUNTAS

IMS QTI en conjunción con LOM permiten al desarrollador (*Author*) de los ítems el poder establecer categorías para facilitar la administración y localización de los mismos. Adicionalmente se establece el uso de la identificación a través del uso de los URI (*Uniform Resource Identifier*) que es una tecnología de localización para identificar recursos en la Internet o en las redes privadas de Intranet.

6.4.2.1.4. PROCESO PARA IMPORTAR ARCHIVOS

Archivos en formato texto, generados por procesadores de palabras por usuarios que pueden no estar capacitados en el sistema de autoría de elementos de examen. Estos documentos deberían cumplir con algunas reglas mínimas en su estructura, tales como etiquetas especiales identificables por un analizador de sintaxis para poder identificar elementos en el texto, tales como encabezado de pregunta, título, texto de pregunta, opciones y datos para valorar la pregunta y poder generar un ASI a partir de este archivo de texto.

6.4.2.1.5. ADAPTACIÓN Y ACCESIBILIDAD

- ◆ Establecer una categorización de los elementos basados en el estilo de aprendizaje del alumno. Esta primera categorización no es posible definirla siguiendo exclusivamente la especificación IMS QTI, por lo que se propone incluir la especificación IMS ACCMD

para definir metadatos de accesibilidad e IMS CP para construir el paquete del ítem de pregunta.

- ◆ Considerar material educativo que pueda hacer frente a las necesidades específicas de los usuarios con discapacidades (permitiendo básicamente que el usuario adapte la presentación final del material que se le presenta en pantalla). El consorcio IMS propone una guía para el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje accesible *IMS Accessibility Guidelines*⁴¹, otras guías para el desarrollo de aplicaciones para usuarios con discapacidades son la WAI⁴² (*Web Accessibility Initiative*) y la WCAG⁴³ (*Web Content Accessibility Guidelines*).
- ◆ Mediante el procesamiento de respuestas (*Response Processing*): se presenta al candidato una pregunta exploratoria quien la contesta y se calcula un nivel de habilidad. El monitor (*invigilator*) evalúa la respuesta a esta pregunta, determina el nivel de habilidad y selecciona la siguiente pregunta (*accumulation processing*) que será presentada al candidato.

6.4.2.1.6. IMS CP

Especificación usada para describir los archivos que conforman a un ítem de preguntas. Estos archivos incluyen de forma básica al del manifiesto y la descripción del ítem. Se considera la posibilidad de incluir además el archivo de descripción de accesibilidad y evaluar el uso y alcance de la especificación IMS SS para incluir metadatos que describan la secuencia de presentación de las preguntas, configurando un árbol de decisión (esto como una alternativa para implementar la adaptabilidad del examen), por último se incluyen también las referencias a los archivos o los archivos físicos de multimedia para soportar la accesibilidad, todo en un archivo de paquete de intercambio.

6.4.2.2. SECCIÓN 2: BASE DE DATOS CON SOPORTE PARA METADATOS

En esta etapa se perfila el segundo subsistema que es el del banco de ítems mediante la administración de una base de datos exclusiva para estos elementos. Para ello se sugiere crear una interfaz de usuario que permita el acceso, administración y consulta de los ASI en la base de datos, además de poder efectuar importación directa de nuevos elementos a la base de datos.

⁴¹ Véase: <http://www.msglobal.org/accessibility/accessiblevers/sec1.html>

⁴² Véase: <http://www.w3.org/WAI/>

⁴³ Véase: <http://www.w3.org/WAI/WCAG1AA-Conformance>

Se tienen identificados dos procesos principales dentro de esta etapa: el primero es la administración de los ASI en un sistema de base de datos, para ello se sugiere la implementación del repositorio en una base de datos para datos XML.

Existen actualmente sistemas administradores de bases de datos nativos XML, que permite la administración de datos en este formato sin necesidad de efectuar ningún proceso de transformación. Además estas DBMS nativas XML permiten la consulta (*query*) a sus tablas usando el lenguaje de consultas definido para este propósito que es el *Xquery*. El sistema que actualmente se está evaluando es el de dbXML⁴⁴

El segundo proceso es la posibilidad de importar ASI's (definidos por otros sistemas de autoría) al repositorio, sin necesidad de sufrir ninguna alteración o adecuación de los datos de entrada.

6.4.2.3. SECCIÓN 3: LENGUAJES Y TECNOLOGÍAS PARA LA TRANSFORMACIÓN DE METADATOS

6.4.2.3.1. LENGUAJE XSL⁴⁵ (EXTENSIBLE STYLESHEET LANGUAGE)

Es un procesador que transforma y traduce los datos de un archivo XML a otro archivo con otro formato. Existen dos aspectos para obtener esta conversión, primero es la construcción de un árbol de resultados para producir datos formateados susceptibles de ser presentados en pantalla, papel, reconocimiento de voz o cualquier otro medio. El primer aspecto se llama transformación del árbol. El segundo aspecto es establecer el formato. Este proceso es realizado por un sistema de traducción y presentación que puede estar funcionando dentro de un navegador *Web*.

6.4.2.3.2. Lenguaje XHTML (*eXtensible HyperText Markup Language*)

Es un lenguaje de marcado que tiene las mismas posibilidades que HTML, pero con una sintaxis más estricta. XHTML se puede considerar el sucesor de HTML. La necesidad de desarrollar una versión más estricta de HTML surge porque los contenidos de la Web requieren ahora ser usados en diversos dispositivos, además de las computadoras tradicionales. Muchos de los navegadores Web soportan XHTML.

⁴⁴ Véase: <http://www.dbxml.com/>

⁴⁵ Véase: <http://www.w3.org/TR/xsl/>

6.4.2.4. SECCIÓN 4: PROCESAMIENTO DE RESPUESTAS Y REALIMENTACIÓN

El procesamiento de respuestas es implementado dentro de la especificación IMS QTI ⁴⁶ como una secuencia de reglas que son administradas por un procesador de respuestas. Una regla de *responseCondition* que contiene sub-secuencias de reglas divididas en estructuras *responseIf*, *responseElse* y *responseElseIf*. El procesador de respuestas evalúa las expresiones de las sub-secuencias para determinar cuál de ellas se ejecutará.

La realimentación es un proceso que consiste en presentar material al estudiante condicionado a los resultados obtenidos del procesamiento de respuestas. El material ofrecido como realimentación puede ser modal, que es mostrados al estudiante después de haberse ejecutado el procesamiento de la respuesta y antes de realizar cualquier otra acción; la realimentación integrada está incluida en la estructura principal del elemento ítem (de la estructura ASI) y es mostrada durante el tiempo en que la pregunta está activa para el estudiante.

Los procesos de procesamiento de respuestas y realimentación se realizan en tiempo real al momento en que el estudiante está respondiendo a la pregunta y son activados del lado de los LMS. IMS QTI sugiere el uso del procesamiento de respuestas para construir exámenes con características de adaptabilidad, aunque también recomienda el uso de la especificación IMS SS para definir y usar árboles de decisión.

Una característica especial de XHTML es que los elementos de diversos espacios de nombres de XML (tal como MathML⁴⁷ o SVG ⁴⁸) pueden ser incorporados dentro de un documento XHTML. El principal requerimiento para un documento XHTML es que éste debe estar correctamente formado y que todos los elementos deben ser explícitamente cerrados tal y como se requiere en XML. A raíz de que las etiquetas en XML son sensibles a su definición en mayúsculas o minúsculas, la recomendación para XHTML es que todas las etiquetas estén escritas en minúsculas.

⁴⁶ Véase: http://www.imsglobal.org/question/qtiv2p1pd/imsqti_implv2p1pd.html

⁴⁷ Véase: <http://www.w3.org/TR/MathML2/>

⁴⁸ Véase: <http://www.w3.org/TR/MathML2/>

6.4.3. Nivel amarillo: Implementación

6.4.3.1. SECCIÓN 1: CREACIÓN DE ELEMENTOS ASI

Para poder definir a estos elementos, se sugiere la creación de un subsistema de autoría de elementos de examen, que consistiría básicamente en una interfase en donde el autor pueda seleccionar el tipo de elemento que va a desarrollar (tomado a partir de los definidos en la especificación QTI), capturando el texto de la pregunta y las posibles respuestas, asignándoles valores y capturando el texto de realimentación.

Una vez efectuada la inserción del registro en la base de datos, se procede a generar el archivo XML a partir de los datos del elemento capturado. En la primera vuelta del desarrollo del sistema, se construyen las cadenas de texto, intercalando las etiquetas XML con los datos capturados en la base de datos para generar una cadena de texto general que será grabada en un archivo de texto de salida, con la extensión XML, cumpliendo con las etiquetas XML-QTI.

En posteriores ciclos de desarrollo del sistema, se procedería a mejorar este proceso mediante:

1. La creación de nuevas ventanas de usuario para capturar otros tipos diferentes de elementos de preguntas.
2. Creación del proceso para importar archivos de texto externos para generar elementos de preguntas.
3. Establecer conexiones a fuentes externas de archivos multimedia.

La base de datos donde se almacenan estos elementos es del tipo relacional, para ello se sugiere la de MySQL por ser un administrador de base de datos abierta y con excelentes características para interactuar con sistemas desarrollados para la Web. Para cada tipo de elemento de pregunta (múltiple respuestas, falso / verdadero, etc.) se declara una tabla especial para poder almacenar convenientemente cada tipo de elemento.

Cabe hacer notar que en esta etapa, solo se almacenan los elementos de la misma forma en que son generados, es decir sin haber efectuado la conversión a etiquetas XML-QTI y que la base de datos en MySQL es una base de datos con información temporal.

La adaptabilidad que se desarrollaría en el modelo propuesto estaría basada en la guía para el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje accesibles propuestas por la especificación IMS AccessForAll que presenta la especificación ACCMD, cuyo propósito es la de describir fuentes de archivos principales y alternativos (que se adaptan a las preferencias de los usuarios) de acuerdo al modelo de usuario almacenado y administrado por los LMS. La idea es presentar esta

descripción de accesibilidad para que pueda ser usada por los LMS que a su vez usen la especificación ACCLIP para describir el perfil de preferencias de los usuarios.

Cada persona aprende de forma distinta, por lo que el aprendizaje en línea debe permitir a cada usuario el interactuar con el material educativo de la forma en que el o ella lo prefiera. En el caso de los usuarios con discapacidades, el acceso a sitios educativos dependerá de que tan flexibles puedan ser estos sitios. Algunos usuarios requerirán solo modificar algunos parámetros de presentación, pero otros pueden requerir otro tipo de presentaciones totalmente diferentes.

Los tipos de formatos de multimedia más comunes incluyen:

1. Texto: visual (en pantallas), audio (en grabaciones de audio), táctil (impresos braile). Para mejorar la accesibilidad a este tipo de medio, los desarrolladores pueden permitir que los usuarios adapten las fuentes y los fondos, entre otras características.
2. Audio: Adecuados para usuarios con dislexia o con baja capacidad de lectura. Para ello el material deberá incluir archivos de audio, controles de volumen y equivalentes visuales para alertas de audio.
3. Imágenes: Asegurarse que las imágenes puedan escalarse para mejor visibilidad, incluir texto alternativo a las imágenes.
4. Multimedia: Es la combinación de texto, gráficos, video, animaciones y sonido. Por lo tanto, una pieza de contenido multimedia puede ser muy útil para muchos grupos de aprendices ya que una presentación multimedia puede ser más fácil de entender. Sin embargo hay que considerar que los videos deben ser complementados con subtítulos, transcripciones y audio.

6.4.3.2. SECCIÓN 2: ALMACENAMIENTO Y ADMINISTRACIÓN DE LOS ELEMENTOS ASI

El administrador de bases de datos dbXML administra los documentos en forma de colecciones. Muchas colecciones pueden ser creadas y administradas al mismo tiempo. Las colecciones también pueden ser organizadas con una estructura jerárquica. Una colección puede estar asociada con múltiples índices, extensiones, disparadores y colecciones hijas, también una colección puede almacenar documentos XML en formato base o inclusive datos en formato binario (registros).

La consulta de datos se efectúa usando un motor de búsqueda llamado *filer*. El motor de búsqueda nativo de dbXML es el *BTreeFiler* que soporta transacciones, otro *filer* es el *DBFiler* que efectúa las representaciones de documentos XML desde y hacia tablas en formato RDBMS.

Ya que los documentos que son administrados por dbXML son colecciones, éstos son independientes de un esquema y depende del programador de la aplicación el efectuar la validación basada en esquema en documentos que son almacenados en una colección.

Las colecciones pueden tener muchos índices asociados a ellas. Las resoluciones de las consultas son ejecutadas en colecciones específicas o en documentos dentro de dichas colecciones y son referenciadas por medio de los siguientes estilos: Xpath⁴⁹ (similar a las estructuras de árbol de los directorios UNIX⁵⁰ y DOS. Permite que las consultas devueltas sean filtradas) y XSL.

6.4.3.3. SECCIÓN 3: PROCESOS DE VISUALIZACIÓN, SELECCIÓN DE ÍTEMS, CONSTRUCCIÓN Y EMPAQUETAMIENTO DE UN EXAMEN

El procedimiento de la construcción del examen forma parte de los casos de uso de exámenes dentro de la especificación QTI (*Assessment Use-case*). El propósito de esta etapa es la definir un subsistema de publicación de elementos para que el maestro o evaluador (*Assessor*) poder visualizar cada elemento ASI y determinar su grado de pertinencia al momento de crear un examen, para ello será posible utilizar el lenguaje de consultas XQuery⁵¹. Una vez valorado la utilidad de cada uno de ellos, en esta etapa el evaluador (*Assessor*) puede construir el examen final que será resuelto por el estudiante, mediante el proceso de empaquetar las preguntas seleccionadas en un archivo final en formato XML y empacado en formato .zip, que será usado por el sistema de administración del aprendizaje.

Este subsistema permitirá interpretar el archivo XML-QTI en información que podrá ser visualizada en interfaces amigables, desarrolladas en programas comerciales.

Opcionalmente, este mismo subsistema puede definir interfases amigables para el usuario final (estudiante) para que desde esta misma etapa se proceda a responder el examen, por lo que este mismo proceso deberá ser responsable proveer el procesamiento de respuestas, proveer realimentación y de enviar al LMS los resultados finales del examen.

6.4.3.4. INTERACCIÓN CON LOS LMS

Este procedimiento es una actividad propia de la plataforma y depende de dicho sistema el controlar el acceso, tiempo de respuesta, la invocación de procesamiento de respuestas y la de proveer la realimentación que para cada elemento se haya definido..

⁴⁹ Véase: <http://www.w3.org/TR/xpath>

⁵⁰ Véase: <http://www.unix.org>

⁵¹ Véase: <http://www.w3.org/TR/xquery/>

6.5. CONCLUSIONES

Los niveles en los que se compone el modelo presentado en este capítulo buscan presentar al lector los componentes principales de forma abstracta (nivel 1) para ir concretizándolos en los niveles superiores, identificando a la vez las tecnologías y especificaciones que se pueden usar para construir cada uno de los productos de las diferentes secciones.

La posibilidad de incorporar metadatos que describan las características de accesibilidad para cada ítem de pregunta es muy alta, porque:

1. Las características de accesibilidad pueden ser descritas por la especificación ACCMD, que es propuesta por el consorcio IMS, al igual que la especificación QTI, que es la especificación que sirve de base para definir los ítems de preguntas.
2. Actualmente es factible incorporar diversos formatos de presentación para una misma información de soporte para cada ítem de pregunta. Estas diversas formas de presentación en multimedia pueden adaptarse al estilo de aprendizaje de los estudiantes, descritos en su perfil o modelo de usuario, almacenado en las LMS.
3. Del lado de los LMS se cuenta con la especificación ACCLIP para describir el perfil del estudiante con sus preferencias o necesidades. Los contenidos que serán presentados al estudiante se adaptan al hacer coincidir las necesidades o preferencias con el formato de presentación descrito en el archivo ACCMD.

7. PROTOTIPO ADASAT

En el capítulo anterior se presentó el modelo para desarrollar una herramienta para construir ítems de evaluación de conocimientos académicos. En este capítulo se presenta la primera iteración en la implementación del modelo AdAsAT, cuyo alcance es el de definir preguntas de opción múltiple, presentando una interfaz de captura de datos para el autor y posteriormente generar el archivo de salida con formato XML-QTI.

7.1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta la primera versión de la herramienta de autor desarrollada para implementar el modelo AdAsAT propuesto en el capítulo anterior. Inicia definiendo el prototipo usando la metodología de desarrollo de iteraciones de procesos unificados, posteriormente presenta los diagramas y codificación de las estructuras (clases y objetos) requeridas para implementar el modelo, presenta la interfaz para el usuario y el archivo de resultado en formato XML-QTI y termina con las conclusiones.

7.2. PRIMERA FASE DE INICIO

7.2.1. Actividades

7.2.1.1. OBJETIVO

Elaborar un prototipo para capturar ítems de opción múltiple y obtener un archivo de salida en formato XML-QTI.

7.2.1.2. ALCANCES

- ◆ Definir una base de datos con un tabla para almacenar los ítems de opción múltiple.
- ◆ Elaborar un prototipo que permita la captura de los datos de ítems de opción múltiple y que posteriormente genere el archivo de salida en formato XML-QTI.

7.2.1.3. RECURSOS REQUERIDOS

- ◆ Materiales: ordenador con software de servidor Web, base de datos y paquete de programación PHP.

7.2.2. Requerimientos

7.2.2.1. MODELO DE CASO DE USO

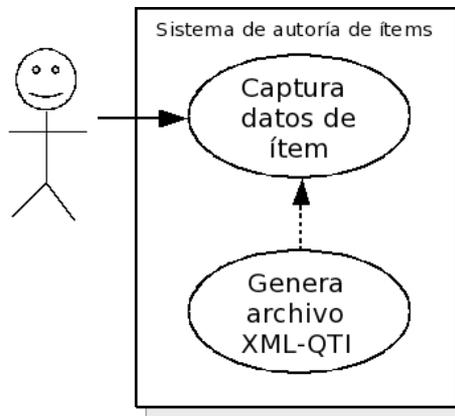


Figura 22. Diseño conceptual

7.2.3. Análisis y diseño

7.2.3.1. DIAGRAMA DE SECUENCIA

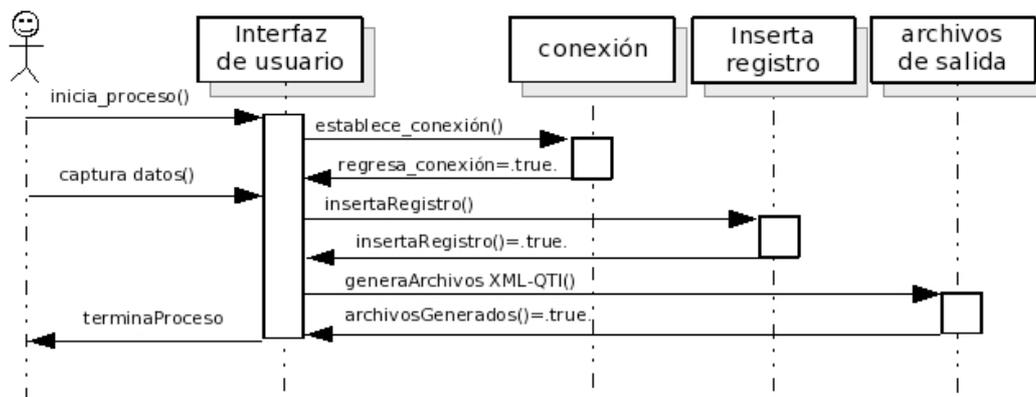


Figura 23. Diagrama de secuencia del prototipo

7.2.3.2. DISEÑO DE INTERFASES

La figura 24 muestra la ventana principal del prototipo en la que se le pide al usuario la captura de los datos que definirán un elemento de evaluación (Assessment Item) del tipo de opción múltiple.

Observamos que visualmente los elementos se dividen en 3 categorías (siguiendo el ejemplo):

1. Datos generales: donde se definen la materia INFORMÁTICA, capítulo 1 o unidad temática y la pregunta 3.

2. El encabezado de la pregunta define campos de captura que tienen como finalidad la categorización de dicha pregunta de modo que pueda ser localizada usando un lenguaje más cotidiano (Titulo de la Pregunta). El campo de Pregunta captura el texto que será desplegado al alumno al momento de responder al examen.

Posteriormente y de acuerdo al tipo de pregunta que se está definiendo, aparecen los campos de captura de información para cada una de las opciones para responder la pregunta. (Respuesta 1 a Respuesta 4).

Por último se definen los campos de pregunta correcta, donde se captura el número de respuesta correcta y la valoración, que siguiendo la especificación IMS QTI se definen como un cero o un uno en caso de que el estudiante haya respondido correctamente.

3. La última sección corresponde a una categorización de la pregunta, en este ejemplo se refiere a los estilos de aprendizaje, para los cuales se define un nivel de adaptabilidad para cada uno de ellos (Alonso *et al.*, 1997). Esto con el propósito de efectuar una adaptabilidad de ese elemento de pregunta al estilo de aprendizaje del alumno.

Documento sin título - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Dirección <http://localhost/Assessment/programas/TMP30bprt1asd.php> Ir

Datos Generales de la pregunta:

Materia

Capitulo

Pregunta

Encabezado de la pregunta:

Título Pregunta

Pregunta

Respuestas:

Respuesta 1

Respuesta 2

Respuesta 3

Respuesta 4

Respuesta Correcta

Valoracion

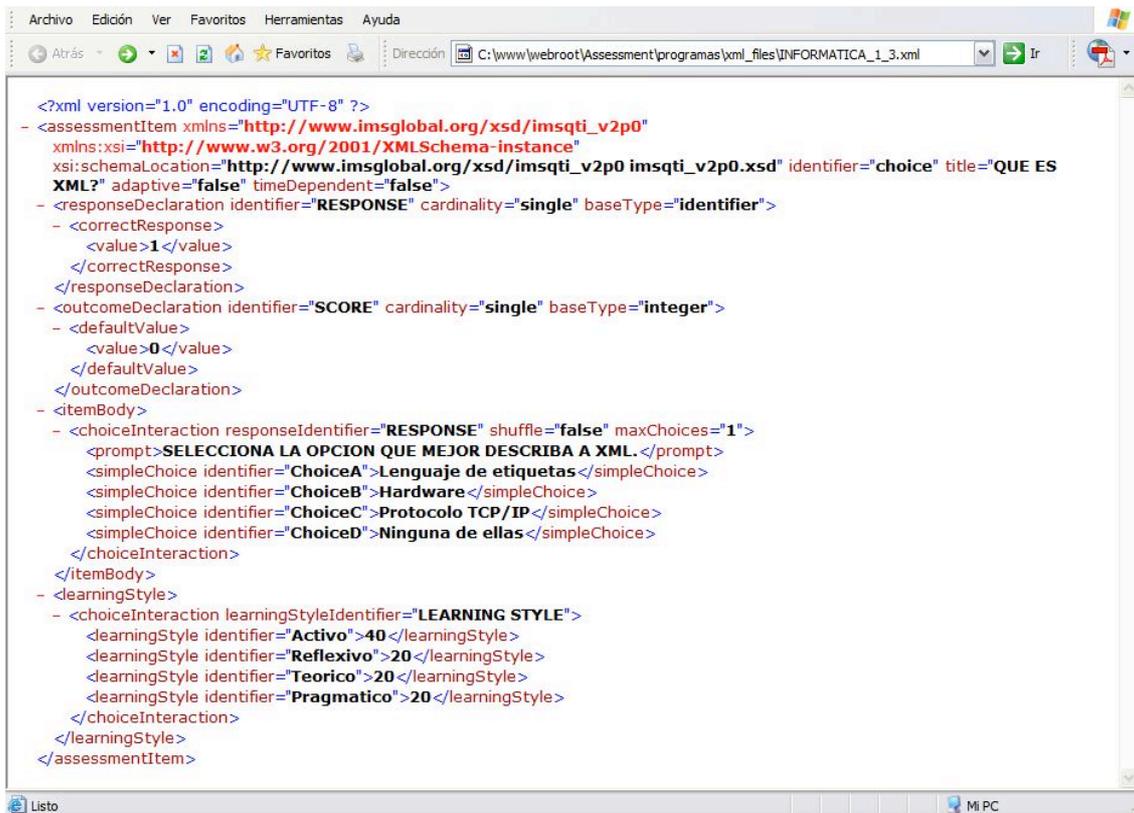
Categorización:

Activo Reflexivo Teorico Pragmatico

Listo Intranet local

Figura 24. Pantalla para captura de datos para el ítem

7.2.3.3. ARCHIVO DE SALIDA



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <assessmentItem xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imsqti_v2p0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imsqti_v2p0_imsqti_v2p0.xsd" identifier="choice" title="QUE ES
  XML?" adaptive="false" timeDependent="false">
- <responseDeclaration identifier="RESPONSE" cardinality="single" baseType="identifier">
  - <correctResponse>
    <value>1</value>
  </correctResponse>
  </responseDeclaration>
- <outcomeDeclaration identifier="SCORE" cardinality="single" baseType="integer">
  - <defaultValue>
    <value>0</value>
  </defaultValue>
  </outcomeDeclaration>
- <itemBody>
  - <choiceInteraction responseIdentifier="RESPONSE" shuffle="false" maxChoices="1">
    <prompt>SELECCIONA LA OPCION QUE MEJOR DESCRIBA A XML.</prompt>
    <simpleChoice identifier="ChoiceA">Lenguaje de etiquetas</simpleChoice>
    <simpleChoice identifier="ChoiceB">Hardware</simpleChoice>
    <simpleChoice identifier="ChoiceC">Protocolo TCP/IP</simpleChoice>
    <simpleChoice identifier="ChoiceD">Ninguna de ellas</simpleChoice>
  </choiceInteraction>
  </itemBody>
- <learningStyle>
  - <choiceInteraction learningStyleIdentifier="LEARNING STYLE">
    <learningStyle identifier="Activo">40</learningStyle>
    <learningStyle identifier="Reflexivo">20</learningStyle>
    <learningStyle identifier="Teorico">20</learningStyle>
    <learningStyle identifier="Pragmatico">20</learningStyle>
  </choiceInteraction>
  </learningStyle>
</assessmentItem>
```

Figura 25. Código del archivo de salida en formato XML-QTI

La figura 25 muestra el código XML del archivo generado por el prototipo. En el se define al elemento de pregunta para opción múltiple, a partir de los datos capturados por el maestro. El campo de *cardinalidad* con un valor de “single” indica que dentro de la pregunta de opción múltiple sólo una de ellas es la correcta. Se agregó la sección *learningStyle* que no forma parte de la especificación IMS QTI, para categorizar a este elemento según el estilo de aprendizaje dominante que debe tener el estudiante al que va dirigido.

```

C:\www\webroot\Assessment\programas\xml_files\ims\INFORMATICA_1_3.xml - Microsoft Internet Explorer
Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda
Dirección C:\www\webroot\Assessment\programas\xml_files\ims\INFORMATICA_1_3.xml

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <manifest xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imsqip_v1p1"
  xmlns:imsmd="http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
  instance" xmlns:imsqti="http://www.imsglobal.org/xsd/imsqti_v2p0" identifier="MANIFEST-85D76736-6D19-9DC0-
  7C0B-57C31A9FD390" xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imsqip_v1p1 imsqip_v1p1.xsd
  http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2 imsqmd_v1p2p2.xsd http://www.imsglobal.org/xsd/imsqti_v2p0
  imsqti_v2p0.xsd" />
- <metadata>
  <schema>IMS Content</schema>
  <schemaversion>1.1</schemaversion>
- <dom>
  - <general>
  - <title>
    <langstring xml:lang="en">QUE ES XML?</langstring>
    </title>
  - <lenguaje>en</lenguaje>
  - <description>
    <langstring xml:lang="en">This is a content package containing a single QTI v2.0 item</langstring>
    </description>
  </general>
  - <lifecycle>
  - <version>
    <langstring xml:lang="en">2.0</langstring>
    </version>
  - <status>
  - <source>
    <langstring xml:lang="en">LOMv1.0</langstring>
    </source>
  - <value>
    <langstring xml:lang="x-none">Final</langstring>
    </value>
  </status>
  </lifecycle>
  - <metametadata>
    <metadatascheme>LOMv1.0</metadatascheme>
    <metadatascheme>QTIv2.0</metadatascheme>
    <lenguaje>en</lenguaje>
  </metametadata>
  - <rights>
  - <description>
    <langstring xml:lang="en">(c) 2005, IMS Global Learning Consortium; individual questions may have
    their own copyright statements.</langstring>
    </description>
  </rights>
  </dom>
</metadata>
<organizations />
- <resources>
  <resource identifier="RES-B38DF6DF8-55D5DF8-458DFWE-ASDFWEESDF" type="imsqti_item_xmlv2p0"
  href="INFORMATICA_1_3.xml" />
  - <metadata>
    <schema>IMS QTI</schema>
    <schemaversion>2.0</schemaversion>
    - <qtiMetadata>
      <timeDependent>false</timeDependent>
      <interactionType>choiceInteraction</interactionType>
      <feedbackType>none</feedbackType>
      <solutionAvailable>true</solutionAvailable>
    </qtiMetadata>
    - <data>
      - <general>
        <identifier>choice</identifier>
        - <title>
          <langstring xml:lang="en" />
          </title>
        - <description>
          <langstring xml:lang="en">This item is a choiceInteraction to obtain a single response from
          the candidate</langstring>
          </description>
        </general>
        - <lifecycle>
        - <version>
          <langstring xml:lang="en">2.0</langstring>
          </version>
        - <status>
        - <source>
          <langstring xml:lang="x-none">LOMv1.0</langstring>
          </source>
        - <value>
          <langstring xml:lang="x-none">Final</langstring>
          </value>
        </status>
        </lifecycle>
        - <rights>
        - <description>
          <langstring xml:lang="en">Universidad de Salamanca, Departamento de Informática y
          Automática.</langstring>
          </description>
        </rights>
        </dom>
      </metadata>
      <file href="INFORMATICA_1_3.xml" />
    </resources>
  </manifest>

```

Figura 26. Código del archivo generado con metadatos del manifiesto

La figura 26 muestra el archivo de salida en formato XML-QTI que define el manifiesto para el elemento generado anteriormente. La etiqueta “file ref” hace referencia al archivo XML que es

el que describe el elemento de pregunta propiamente. Los dos archivos (el de la descripción del elemento y el de manifiesto) serán empaquetados en un solo archivo para poder ser referenciados y usados por las plataformas LMS.

7.3. CONCLUSIONES

El objetivo para esta primera iteración en el desarrollo del prototipo fue generar un archivo de salida con la descripción de metadatos XML-QTI para un ítem de pregunta de selección múltiple. El alcance se estableció para desarrollar un elemento simple con el propósito de aplicar los conocimientos hasta ahora adquiridos con respecto a la especificación IMS QTI.

En el archivo de salida para el ítem se incluyen etiquetas de metadatos que definen el estilo de aprendizaje al cual este elemento puede ser aplicado, estableciendo un porcentaje para cada uno de ellos, sin embargo, al estudiar más a fondo la especificación IMS ACCMD y la forma en que se puede incluir en la definición de un ítem con características de accesibilidad, se llegó a la conclusión de que la estructura de archivos en el paquete de archivos compactados sería la siguiente:

1. Archivo de metadatos XML-QTI con la descripción del ítem de pregunta. Este archivo también incluye el manifiesto.
2. Archivo de metadatos con la descripción de la referencia de archivos de accesibilidad para el ítem de pregunta, con formato XML-ACCMD.
3. En caso de se desee incluir los archivos multimedia de soporte a la presentación dentro del paquete de archivos compactados entonces en el proceso de empaclado se incluirían, por lo que la referencia a los mismos en los archivos de metadatos no incluirían una URL sino su ubicación física dentro del paquete.

Las iteraciones futuras incluirán la definición de este archivo de accesibilidad y el proceso de empaclado de todos los componentes en un archivo compactado. Mas adelante se incluirá la definición de más tipos de preguntas y las referencias a archivos de multimedia externos o incluidos dentro del mismo paquete.

8. ÍTEMS DE EVALUACIÓN CON CARACTERÍSTICAS DE ADAPTABILIDAD

Una vez que ha sido presentado el modelo para construir ítems de examen y de haber mostrado de igual forma el prototipo para construir un ítem usando la especificación IMS QTI, en éste capítulo se presenta la propuesta para definir ítems de examen con características de adaptabilidad. El objetivo es que estos elementos tengan definidas las características de adaptación desde su construcción inicial para que los LMS puedan hacer uso de ellas en caso de que así lo requieran.

El objetivo de la propuesta consiste en presentar la configuración del paquete compactado que contiene cada uno de los elementos junto con sus parámetros de uso, método o reglas de adaptación y los archivos de soporte multimedia o las referencias a estos archivos.

8.1. INTRODUCCIÓN

En el capítulo cinco se presentaron algunos sistemas actuales y en desarrollo que permiten construir exámenes adaptables, pudiéndose comprobar que en la mayoría de ellos el proceso de adaptación propuesto se basa en la selección de la siguiente pregunta tomando como base el resultado de la última pregunta presentada al alumno.

Este capítulo presenta una propuesta adicional en la que se busca adaptar no solo la secuencia en que las preguntas son mostradas al usuario, sino que también se busca adaptar los contenidos de soporte multimedia referenciados en el ítem al estilo de aprendizaje, necesidades o preferencias del estudiante

8.2. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ASSESSMENTITEM

Un AssessmentItem (AI) es un paquete que contiene elementos que incluyen:

- ◆ La descripción del objetivo.
- ◆ Las propiedades que definen variables que toman los valores de entrada.
- ◆ Un ítem de pregunta.
- ◆ La definición del procedimiento de adaptación.
- ◆ Los archivos multimedia de soporte o la referencia a ellos.

Se incluye en cada paquete solo una pregunta con el propósito de permitir su reutilización en diferentes lecciones o unidades y permitir además la su libre incorporación en diferentes exámenes siempre y cuando el objetivo de la pregunta busque satisfacer el objetivo de la unidad de aprendizaje. La figura 27 contiene un ejemplo de un paquete AI para formular una pregunta acerca del contenido del discurso de Martín Luther King.

8.2.1. Componentes del objeto AssessmentItem

8.2.1.1. OBJETIVO

Es la descripción del objetivo educacional que busca satisfacer el AI, definido e un archivo simple con formato txt.

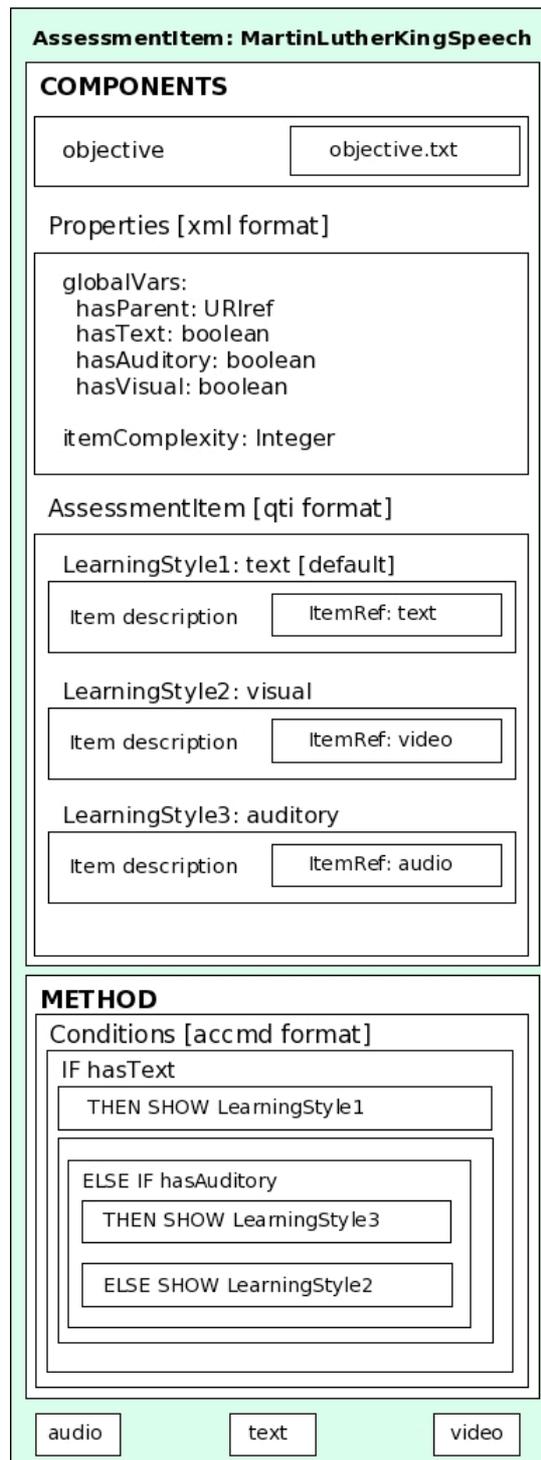


Figura 27. Estructura del paquete AssessmentItem

8.2.1.2. PRERREQUISITOS

Los prerrequisitos contienen la definición de variables globales en formato XML y cuyos valores son pasados por la LMS, incluyen cuáles de las características de estilos de aprendizaje soporta el perfil del estudiante que esta solicitando dicho ítem.

La variable *itemComplexity* que es un valor entero que identifica el nivel de complejidad otorgado por el autor.

La variable *hasParent* es una referencia a otro elemento AI que, al tener un valor, indica que el elemento actual es de tipo *leave* y depende de otro de mayor importancia.

El propósito de construir este árbol es definir el proceso de realimentación, presentando un nuevo AI que busca satisfacer el mismo objetivo educacional pero con una estructura y presentación de la pregunta de forma diferente. Además, junto con el valor de la variable *itemComplexity*, permite determinar el valor mínimo que debe tener la siguiente pregunta que será seleccionada.

8.2.1.3. ELEMENTO ASSESSMENTÍTEM

Contiene tres archivos en formato QTI que describen a la pregunta para cada tipo de estilo de aprendizaje. La descripción del ítem mantiene el formato de la pregunta (opción simple, opción múltiple, etc.) pero la referencia al archivo de soporte multimedia cambia para presentar el material adecuado al estilo de aprendizaje elegido.

En el caso de que el LMS no incorpore la actividad de adaptación de la presentación, se tiene predefinido un elemento por defecto, que será presentado al estudiante; el tipo de presentación preseleccionada es el de texto simple.

8.2.1.4. MÉTODO DE ADAPTACIÓN DE PRESENTACIÓN

Es código en formato ACCMD que describe la estructura de decisión que permite seleccionar el formato final de presentación de acuerdo a las variables globales cuyos valores fueron tomados del LMS (definidas en el perfil del usuario, con formato ACCLIP).

8.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ADAPTACIÓN

8.3.1. Adaptación en la presentación final

Los elementos AI pueden adaptar la presentación final del ítem tomando en consideración las necesidades o preferencias de los usuarios, para ello se definen opciones de presentación en metadatos ACCMD dentro del paquete, que buscan tomar los valores de las preferencias registradas en el perfil del usuario, definidos por medio de metadatos ACCLIP en las LMS.

El formato de presentación predefinido es el de texto, para los casos en los que la LMS no use o no tenga definido un perfil de usuario pueda presentar el ítem en su formato básico.

Al momento de que el AI es llamado por el LMS o cualquier otro proceso, se le incorporan parámetros cuyos valores (*hasAuditory*, *hasVisual*, *hasText*) permiten seleccionar el tipo de presentación final para el usuario definido dentro del paquete.

Uno de los objetivos de la herramienta de definición de ítems de examen será la de facilitar la definición de cada pregunta de acuerdo a las necesidades o preferencias del autor, incorporando menús de selección para construir el ítem desde un nivel elemental (descripción de la pregunta en texto simple, sin referencias a archivos multimedia) hasta un nivel complejo (descripción de la pregunta para adaptar la presentación final para los diferentes estilos de aprendizaje y con referencias a archivos multimedia en diferentes formatos). Los metadatos están en formato QTI para asegurar la compatibilidad con muchas LMS.

8.3.2. Adaptación en el nivel de complejidad

Un segundo procedimiento de adaptación es en el nivel de complejidad de la pregunta que es mostrada al estudiante.

Este nivel de complejidad es seleccionado de acuerdo a la respuesta del estudiante. Si ésta es correcta entonces el nivel de complejidad de la siguiente pregunta será seleccionado para que sea igual o mayor al de la pregunta actual, esto hasta determinar un nivel de pericia adecuado para el estudiante.

Se propone establecer una subdivisión en la categorización de las preguntas para establecer ítems principales (o *root*) e ítems dependientes (o *leaf*) (figura 28). De esta forma se puede presentar al estudiante otro ítem formulado de forma diferente pero que busca satisfacer el mismo objetivo de la pregunta *root*, con el propósito de obtener una respuesta correcta por parte del estudiante. Esta categorización se define al momento de definir el ítem mediante la captura de una referencia URI especificada para la variable *hasParent*. Si tiene un valor, entonces se trata de una pregunta *leaf*, sino, se trata entonces de una pregunta *root*.

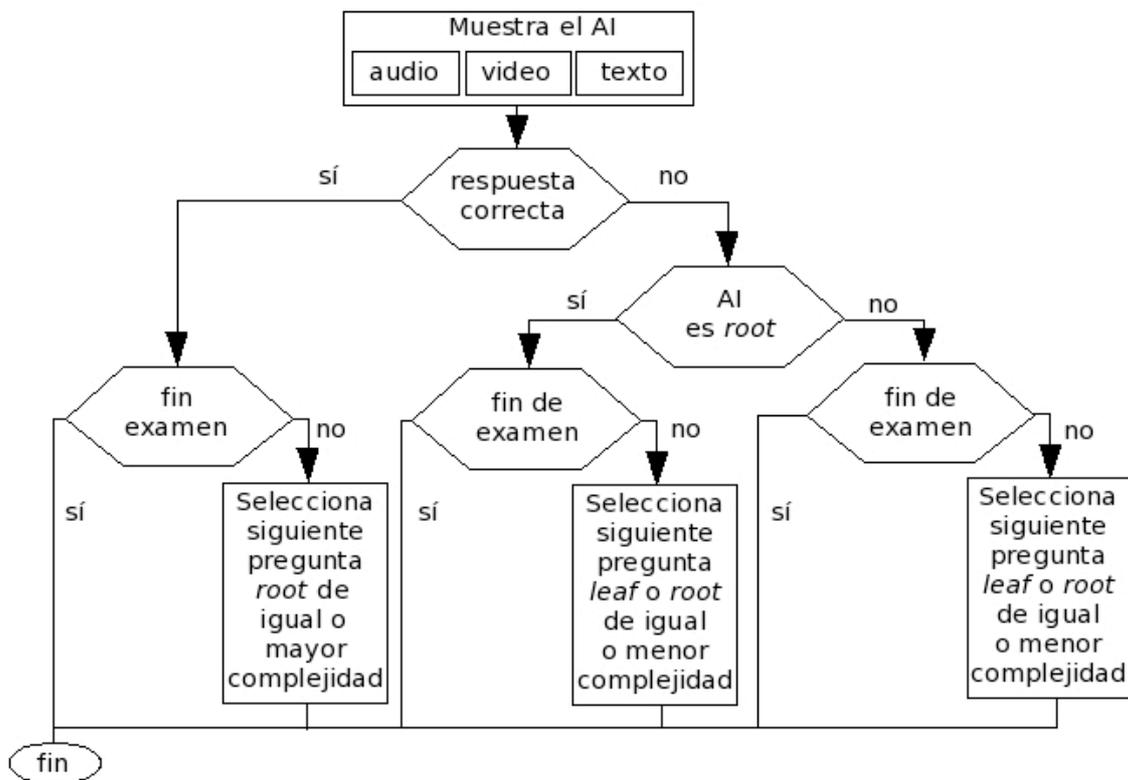


figura 28. Procedimiento para adaptación usando el nivel de complejidad

9. CONCLUSIONES

Este capítulo sintetiza la propuesta planteada en esta investigación y expone una relación de las principales aportaciones.

Posteriormente detalla la línea de investigación futura y finalmente enlista las publicaciones que sustentan su desarrollo en orden cronológico con el propósito de exponer la evolución en la investigación realizada y en la definición del prototipo.

9.1. SUMARIO

Este documento expone una investigación realizada de los sistemas de evaluación de conocimientos educativos y también presenta un modelo para construir una herramienta para generar ítems de examen con el formato XML-QTI.

Una consideración importante que se plantea en este documento es la de adaptar los contenidos a las necesidades y preferencias de los usuarios. Para ello se realiza un estudio de las técnicas de adaptación frecuentemente usadas en los sistemas de evaluación actuales, también se realiza un estudio de los fundamentos de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, las especificaciones de metadatos propuestas para incluir procesos de accesibilidad en los objetos de aprendizaje. Todo esto con la intención de evaluar la posibilidad de incluir metadatos de accesibilidad en el paquete de archivos del ítem de pregunta, para que así los LMS que efectúen procesos de adaptación, puedan hacer uso de este archivo extra y efectuar la presentación final de el examen en el tipo de medio deseado por el estudiante. El propósito de que estos elementos se construyan siguiendo el estándar de metadatos QTI es para asegurar su uso en diversos LMS y separar la definición del elemento de su presentación final al estudiante.

El modelo propuesto hace una separación lógica en 4 secciones de cada una de las grandes actividades que son necesarias para definir, administrar, empaquetar y usar los exámenes, además cada sección presenta tres capas de abstracción y concretización de los productos o actividades a realizar en cada sección, con lo que se es posible centrarse en el estudio de las tecnologías y especificaciones de uso necesario para obtener los resultados deseados.

Finalmente, se desarrolla un ítem de pregunta sencillo para utilizar la especificación IMS QTI y el lenguaje XML, definiendo una interfaz de usuario sencilla pero con la posibilidad de incrementar sus características en futuras iteraciones para incorporar mas tipos de ítems y la declaración de metadatos de accesibilidad y reglas de interacción para construir un árbol de navegación que permita incorporar la característica de adaptación.

9.2. EVALUACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

De acuerdo a la hipótesis de trabajo presentada en el apartado 1.4. de este documento y conforme al trabajo de investigación y de desarrollo de un prototipo básico para definir ítems de una sola interacción usando IMS QTI, se puede deducir que la respuesta a la hipótesis planteada es factible de realizarse, tomando como base las siguientes consideraciones:

1. Las especificaciones IMS QTI e IMS ACCMD que son en las que se soporta la construcción de los ítem de pregunta, son especificaciones que pueden ser usadas en conjunto por una LMS en tiempo de ejecución. La propuesta es empaquetar los archivos de descripción de metadatos en un solo archivo compactado para que el LMS pueda efectuar la presentación final del elemento definido por metadatos QTI y adaptar la presentación final de este elemento accediendo a las reglas definidas en el archivo de metadatos ACCMD, de acuerdo a las preferencias establecidas en el perfil del usuario con metadatos ACCLIP en el LMS.

2. La especificación IMS QTI permite el desarrollo ítems de preguntas definiéndolos de forma individual, a partir de este punto, la misma especificación permite la definición de una estructura de ítems individuales agrupadas por secciones y grupos de secciones agrupadas en una estructura de examen. El alcance presentado en el modelo es el de desarrollar ítems individuales, que son empaquetados junto con otros documentos de metadatos y referencias a archivos multimedia que soportan a la adaptación de la presentación del elemento principal.

9.3. ÁREAS DE DESAROLLO FUTURAS

De acuerdo a los resultados de la presente investigación, es posible asegurar que merece la pena continuar con el trabajo de investigación y desarrollo de ítems de examen con características de accesibilidad para la presentación final, de acuerdo a las necesidades o preferencias del estudiante. Para ello se quieren realizar las siguientes actividades:

1. Desarrollar nuevos tipos de preguntas para incrementar el catálogo a ofertar a los LMS, incorporando además nuevos formatos de presentación multimedia.
2. Desarrollar o incorporar material multimedia educativo en diferentes formatos que de soporte al proceso de presentación final de cada ítem.
3. Evaluar la incorporación a cada ítem de metadatos IMS SS o de reglas de navegación para construir un árbol de decisión para aplicar el proceso de adaptación en la que se toma como base la respuesta del estudiante a la última pregunta exhibida.

9.4. PUBLICACIONES QUE SUSTENTARON LA INVESTIGACIÓN

9.4.1. A model for online assessment in adaptive e-learning platform

Este artículo fue presentado en la ciudad de Cáceres, España, en el congreso mICTE 2005, celebrado del 7 al 10 julio del años 2005. El título del documento es “*A model for online Assessment in adaptive e-learning platform*” (Barbosa y García, 2005).

En este documento se describen las características que debe tener un sistema adaptable, la importancia del proceso de evaluación de conocimientos dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje y la primer versión del modelo para construir una herramienta para exámenes adaptables (figura 29)

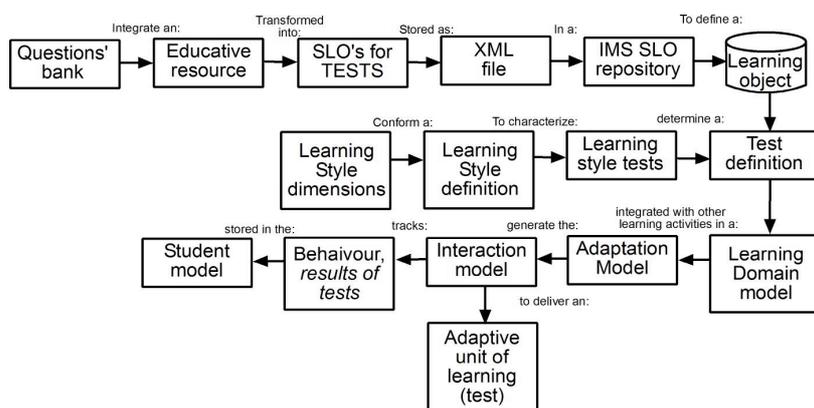


Figura 29. Herramienta para exámenes adaptables integrados en el modelo HyCO (García et. al, 2004) (Barbosa y García, 2005)

En este documento se inicia con la conceptualización de los ítem de examen como unidades de aprendizaje. En el modelo se refleja la investigación realizada hasta esa fecha en las áreas de teorías de estilos de aprendizaje, especificaciones IMS, tecnologías XML, reglas de adaptación y la herramienta HyCO (García et al., 2004). Como se puede observar la herramienta para los exámenes adaptables se presenta dentro de un contexto de uso general (en este caso el de la herramienta HyCO) y no tanto describe a la herramienta en sí.

9.4.2. Importance of online Assessment in the e-learning process

Este artículo fue presentado en el congreso internacional celebrado en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana en el mes de julio del año 2005 (Barbosa y García, 2005b), avalado por instituto IEEE⁵², el título es *“Importance of online Assessment in the e-learning process”*.

En este documento se presentan las características deseables para una herramienta para elaborar exámenes, centrándose en la redefinición del modelo presentado en (Barbosa y García, 2005) al recomodar los elementos que definen el ítem y las dimensiones de los estilos de aprendizaje, incorporando estas características en la definición del test. (figura 30).

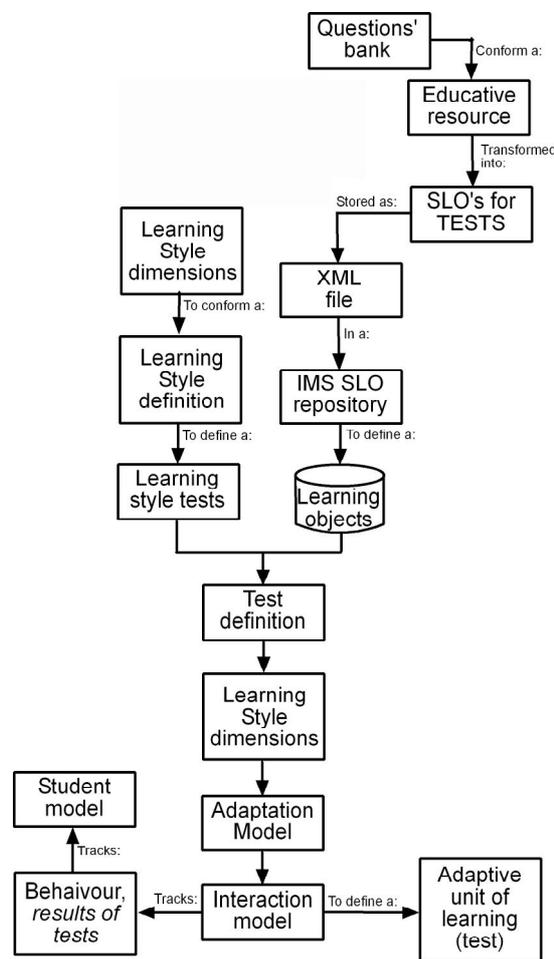


Figura 30. Actividad de evaluación dentro del modelo HyCO (Barbosa y García, 2005b)

⁵² Véase: <http://www.ieee.org/portal/site>

9.4.3. An Authoring tool to develop adaptive assessments

Este artículo fue presentado en la ciudad de Setúbal, Portugal, el 7 de abril del año 2006, en el congreso WEBIST 2006. El título del documento es “An authoring tool to develop adaptive assessments” (Barbosa y García, 2005b).

Este documento se centra en la descripción detallada del modelo presentado en esta investigación, describiendo cada uno de los niveles y las tecnologías que se pueden usar para obtener los productos en cada una de las secciones. El punto interesante a destacar es el proceso de adaptación que aparece en la figura 31, mismo que en el modelo actual se incluye dentro de una de las secciones.

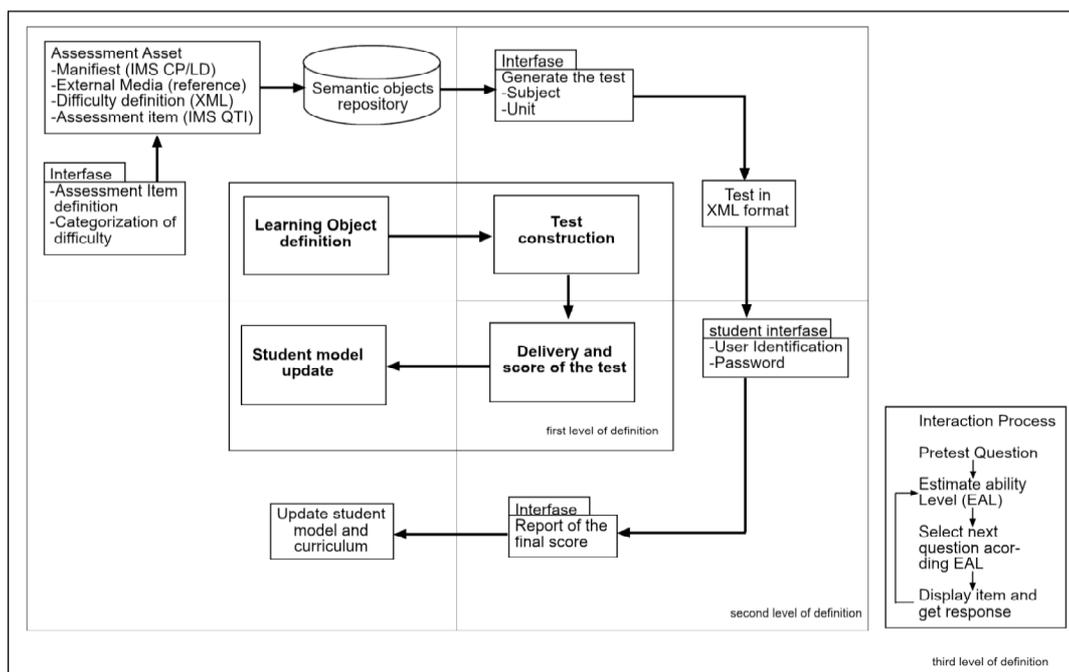


Figura 31. Descripción del tercer nivel de definición (Barbosa y García, 2006)

9.4.4. An authoring tool for adaptative Assessment items

Este artículo será presentado en la ciudad de Bucarest, Rumania, el 3 de agosto del año 2006, en el congreso ICCGI 2006 (*International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology*), publicado por IEEE. El título del documento es “*An authoring tool for adaptative assessment items*” (Barbosa y García, 2006b).

En este artículo se presenta el actual modelo para desarrollar ítems de examen, mismo que es el que se describe en el capítulo 6 de este documento.

REFERENCIAS

- Alfonseca, E., Carro, R., Freire, M., Ortigoza, A., Pérez, D., Rodríguez, P. (2005) Authoring of adaptive computer assisted Assessment of free-text answers. *Educational Technology and Society*, 8 (3), pp. 53-65.
- Alonso, C., Gallego, D., Honey, P. (1997). *Los Estilos de Aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Ediciones Mensajero.
- APIS Project (2004): Disponible en <http://www.jisc.ac.uk/index.cfm?name=apis>. [Última vez visitado: 10-4-2006].
- Atkins, P., Hannon, J. (2002) Doing assessment online, Disponible en: <http://project.vetonline.vic.edu.au/letsdoit/2002/index.html>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- Barbosa León, H. García Peñalvo, F.J. (2005): A model for online Assessment in adaptive e-learning platform. En *Proceedings of the 3rd. International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education: m. ICTE 2005*, Cáceres, Spain, Vol.1, pp. 16-20.
- Barbosa León, H., García Peñalvo, F.J. (2005b): Importance of the Online Assessment in the e-learning process. En *IEEE 6th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training*. Santo Domingo, República Dominicana.
- Barbosa León, H., García Peñalvo, F.J. (2006): An authoring tool to construct Adaptive Assessment Items. En *Proceedings of Second International Conference on Web Information Systems and Technologies, Society, e-Business and e-Government. WEBIST 2006*, Setúbal, Portugal, pp. 379-382.
- Barbosa León, H., García Peñalvo, F. (2006b): An authoring tool for adaptative Assessment items. En *Proceedings of International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology*. A celebrarse en Bucarest, Rumania.
- Berlanga Flores, Adriana. García Peñalvo, J.Francisco (2006). *Diseños Instructivos Adaptativos: Formación personalizada y reutilizable en entornos educativos*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, España p. 58.
- Booth, R., Berwyn, C., Hartcher, R., Hungar, S., Hyde, P., Wilson, P. (2003). The development of quality online assessment in vocational education and training. *Australian Flexible Learning Framework*, (1), p. 17.
- Brusilovsky, P. (1996). *Methods and Techniques of Adaptive Hipermedia*. *User Modeling and User-Adapted Interaction*. 6, (2-3), pp. 87-129.
- Canvas Learning (2003). Disponible en: <http://www.cetis.ac.uk/content/20030325182451> [Última vez visitado: 24-4-2006].
- Clayton, B, Booth, R (2000). How Flexible is Assessment in Online Delivery? Disponible en: <http://flexiblelearning.net.au/nw2000/talkback/p34.htm>. [Última vez visitado: 25-12-2005].
- dbXML (2006) Native XML database. <http://www.dbxml.com>
- Elola, N., Toranzos, L. (2000). Evaluación Educativa, una aproximación conceptual. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/calidad/luis2.pdf#search='nydia%20elolaevaluacion%20educativa'>. [Última vez visitado: 1-15-2006].
- Embretson, Reise S. (2000). *Item Response Theory for Psychologists*. Mahwah, NJ:Lawrence Erlbaum (Eds.).
- Fosnot, C.T. (1996). *Constructivism: Theory, perspectives and practice*. (pp.8-33). Teacher College Press. New York.
- Foster, D. F. (2000). Computerized Adaptive Testing. *Certification Magazine*. Disponible en: <http://www.galton.com/research/downloads/Dec00Column.pdf>. [Última vez visitado: 25-4-2006].
- García, F., Berlanga, A., Navelonga, Ma., García, J., Carabias, J. HyCo – An Authoring Tool to Create Semantic Learning Objects for Web-based E-Learning Systems, in: *Web Engineering. 4th International Conference, ICWE 2004, Proceedings* (Munich, Germany, 2004). Published in N. Koch, P. Fraternali, M. Wirsing (Eds.). Series: *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Verlag. VOL. LNCS 3140. paginas 344-348.
- Gouli E., Kornilakis, H., Papanicolau, K., Grigoriadou, M. (2001). Adaptive Assessment Improving Interaction in an Educational Hypermedia System. *En procedings de Panhellenic Conference on Human-Computer Interaction, Patras, Greece*. Disponible en: http://hermes.di.uoa.gr/lab/cvs/papers/papanikolaou/gkpg_phci.pdf#search='gouliadaptive%20assessment%20improving'

- Guzmán, E., Machuca, E., Conejo, R., Libbrecht, P. (2005). LeActiveMath, Integrated Adaptive Assessment Tool. Disponible en: <http://polux.lcc.uma.es/siette/doc/D16.pdf#search=leactivemath>. [Última vez visitado: 25-4-2006].
- Horizon (2006). Disponible en: <http://www.horizonwimba.com/>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- HotPotatoes (2006). Disponible en: <http://hotpot.uvic.ca/>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- HotPotatoes (2006). Disponible en: <http://hotpot.uvic.ca/>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- Johnston, P. (1997). Knowing literacy: Constructive literacy assessment. Stenhouse Publishers (Eds)
- Keefe, J.W. (Ed.). (1979). Learning Style: An Overview. Student Learning Styles: Diagnosing and Prescribing Programs. <http://www.ldpride.net/learningstyles.MI.htm>. [Última vez visitado, 2-3-2006].
- Keefe, J.W. (Ed.). (1979). Learning Style: An Overview. Student Learning Styles: Diagnosing and Prescribing Programs. [http://www.ldpride.net/learningstyles.MI.htm\[0\]](http://www.ldpride.net/learningstyles.MI.htm[0]). [Última vez visitado, 2-3-2006].
- Kommers, P., Grabinger, S., Dunlap, J. (1997) Hypermedia Learning Environments. Instructional Design and Integration. *Lawrence Erlbaum Associates (Eds.)*.
- Macromedia (2006). Disponible en: <http://www.macromedia.com>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- McLoughlin C, Luca J. (2001). Quality in Online Delivery: What Does it Mean for Assessment in e- Learning Environments? En *Meeting at the Crossroads proceedings of Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education (ASCILITE)*, 9-12 December, Melbourne. Disponible en: <http://www.ascilite.org.au/conferences/melbourne01/pdf/papers/mcloughlinc2.pdf>. [Última vez visitado: 5-2-2006].
- Miller, A., Imrie, B. y Cox, K (1998) Student assessment in higher education-a handbook for assessing performance. Routledge (eds.).
- Oracle (2006). Disponible en: <http://ilearning.oracle.com>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- Papanikolaou, K., Magoulas, G., Grigoriadou, M. (2000). A Connectionist Approach for Supporting Personalized Learning in a Web-based Learning Environment.
- Papineni, K., Roukos, S., Ward, T., Zhu, W. (2001). BLEU: a method for automatic evaluation of machine translation. En *Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistic (ACL)*
- Pérez, D., Alfonseca, E., Rodríguez, P. (2004) Application of the Bleu method for evaluating free-text answers in an e-learning environment. En *Proceedings of the Language Resources and Evaluation Conference (LREC-2004)*,
- QPlayer (2005). Disponible en: <http://www.e-teach.ch/qplayer/>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- QuestionMark (2005). Disponible en: <http://www.questionmark.com/esp/home.htm>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- QuestionWriter (2006). Disponible en: <http://www.questionwriter.com/>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- Respondus (2000). Disponible en: <http://www.respondus.com/>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- Rose, M. (2006). Make Room for Rubrics. Disponible en: <http://teacher.scholastic.com/professional/assessment/roomforrubrics.htm#author#author> [Última vez visitado: 5-4-2006].
- Short, K. & Burke, C. (1994). Three Paradigms of assessment. Disponible en http://serafini.nevada.edu/WebArticles/ThreeParadigms_files/ThreeParadigms.htm.
- Stern, M., Woolf, B. (1998). Curriculum Sequencing in a Web-Based tutor. Proceedings of Intelligent Tutoring Systems. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 1452, pp. 574-578.
- TOIA (2004). Disponible en: <http://www.toia.ac.uk/>. [Última vez visitado: 24-4-2006].
- Tzanavari, A., Retalis, S., Pastellis, P. (2004). Giving More Adaptation Flexibility to Authors of Adaptive Assessments. Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems, Springer Verlag in the Lecture Notes in Computer Science, LNCS 3137, P. DeBra y W. Nejdl. Disponible en: http://www.softlab.ece.ntua.gr/~retal/papers/VOLUMES/pringer_LMS/ah2004-AdaptiveTesting.pdf.

Vispoel, W. P., Rocklin, T. R., Wang, T. (1994). Individual differences and test administration procedures: a comparison of fixed-item, computerized-adaptive, and self-adapted testing. *Applied Measurement in Education*, Vol. 7, No. 1, 1994, pp. 53-79.

Wineberg, S., Eliot, T.S. (1997). Collaboration and the quandaries of assessment in a rapidly changing world. *Phi Delta Kappan*, 79, pp. 59-65.

Wonacott, M. (2000). Web-Based Training and Constructivism In Brief: Fast Facts for Policy and Practice No. 2. *National Dissemination Center*. Disponible en: <http://www.nccte.org/publications/infosynthesis/in-brief/in-brief02/index.asp>. [Última vez visitado: 25-4-2006].