

## ADAPTACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE USUARIO EN SHABOO

SILVIA M. BALDIRIS - Universitat de Girona,  
GERMAN D. MORENO - Universidad Industrial de Santander,  
IVÁN A. GUARÍN - Universidad Industrial de Santander,  
RICARDO LLAMOSA - Universidad Industrial de Santander,  
RAMON FABREGAT - Universitat de Girona,  
JUAN A. GARCÍA FRAILE - Universidad Complutense de Madrid



**RESUMEN:** SHABOO es un Sistema Hipermedia Adaptativo para en la enseñanza de los Conceptos Básicos de la Programación Orientada a Objetos. En el presente artículo presentamos la implementación de SHABOO y mostramos los resultados obtenidos en las pruebas de verificación realizadas que nos permitieron lograr una aplicación compuesta por módulos absolutamente reutilizables, estable, flexible, y utilizada como soporte a los procesos de formación presencial en cursos de programación orientada a objetos en la UIS. Finalmente introducimos la vinculación del enfoque de competencias en el diseño de ambientes virtuales de aprendizaje, la utilización de estándares tecnológicos en plataformas de tele educación y el uso de software libre.

## Introducción

En [19] se presentó el diseño de SHABOO haciendo énfasis en la motivación que nos llevó a su desarrollo, el marco conceptual que lo sustenta, y en un conjunto de pruebas de verificación preeliminares realizadas en algunos cursos de Programación Orientada a Objetos en la Universidad Industrial de Santander (UIS). De esta manera se pudo clarificar experimentalmente la relación que existe entre los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes, a los que un docente puede enfrentarse en el aula de clase, y los diversos tipos de medios que este puede ofrecerles con el propósito de facilitar el proceso de aprendizaje.

En el presente artículo detallaremos las decisiones de implementación tomadas en el desarrollo de SHABOO e introduciremos nuestros intereses de investigación actuales.

El documento se encuentra dividido en secciones, en las secciones 2 y 3 se resumen los antecedentes y el marco conceptual del proyecto SHABOO. En la sección 4 se analiza el proceso de implementación, y se presentan las pruebas de verificación realizadas. En la sección 5 se proponen diferentes aspectos que se podrían incorporar a SHABOO relacionados con el modelo de competencias y su implementación utilizando plataformas Open Source y estándares. Finalmente en la sección 6 se enumeran las conclusiones derivadas del trabajo realizado.

## Antecedentes

Diversas fuentes [21] evidencian la existencia de cierto grado de dificultad en los procesos de enseñanza – aprendizaje de la programación orientada a objetos, entre las cuales podemos mencionar:

- La ausencia de un material debidamente organizado que apoye la enseñanza de los conceptos de la programación orientada a objetos.
- La poca preocupación por la impartición de

una instrucción basada en la identificación de los métodos de enseñanza y recursos de aprendizaje que se logren ajustar a los estilos preferidos de aprendizaje de los estudiantes.

- La ausencia de un diagnóstico inicial y continuo que permita establecer el nivel de conocimiento de los estudiantes acerca de un dominio de conocimiento determinado de forma rápida y válida.
- La poca planificación, organización y evaluación de la dinámica de realización de los cursos por parte del docente.

Esta misma problemática fue identificada en la UIS a través de un estudio basado en fuentes primarias, cuyos resultados mostramos en [22].

Fueron estas las razones que nos llevaron a plantear el desarrollo de un sistema hipermedia adaptativo como herramienta de apoyo a la docencia, que a través de la adaptación y la gestión del contenido hipermedia, diseñado para apoyar la enseñanza de los conceptos básicos del paradigma de programación orientado a objetos, le permita al docente llegar a los estilos preferidos de aprendizaje y al nivel de conocimiento de la mayoría de sus estudiantes para de esta manera soportar el proceso de enseñanza - aprendizaje de estos conceptos.

El desarrollo de esta solución nos exigió direccionar los siguientes requerimientos:

- El apoyo de un experto o grupo de expertos en el tema de la programación orientada a objetos que apoyaran la generación de la estructura curricular del curso y la generación de los recursos de aprendizaje necesarios.
- La necesidad de la definición de una metodología que apoyará el desarrollo de sistemas hipermedia adaptativos.
- La necesidad de definir una notación estándar para el proceso de desarrollo.



- La utilización de herramientas que potencien la utilización de componentes reutilizables y la generación de una aplicación robusta, extensible y estable.

Estos requerimientos fueron satisfechos en su totalidad, como mostraremos y como se describe en [22].

## Marco conceptual

El desarrollo de SHABOO se fundamenta en la teoría de los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA), dentro de la cual se logra enmarcar la teoría de estilos de aprendizaje de Richard Felder, la taxonomía de los objetivos educativos de Benjamín Bloom y el dominio de conocimiento de los conceptos básicos de la programación orientada a objetos.

Los SHAs son una aproximación que intenta a través de ciertos métodos y técnicas de adaptación, personalizar la actividad formativa en el contexto de un ambiente virtuales de aprendizaje, de tal forma que los contenidos, las actividades de entrenamiento, los servicios, y la evaluación del proceso de formación, sean entregados al estudiante ajustados a ciertas características especialmente relevantes para el sujeto que aprende, como podrían ser su nivel de conocimiento, sus antecedentes en el uso de la tecnología, sus preferencias de aprendizaje, y sus gustos, entre otras [5].

Para realizar esta tarea, un SHA define y hace uso de tres elementos básicos: de una colección de datos, asociada a la información del usuario, la cual puede ser suministrada al sistema, usualmente a través de cuestionarios o pruebas preeliminares, o puede ser inferida por el SHA a partir de la interacción del usuario; un modelo de usuario generado a partir de los datos disponibles en la colección, el cual describe el estado actual del usuario en relación con las características establecidas o llamadas variables de adaptación; y la adaptación que es el resultado del análisis que hace el sistema al modelo de usuario generando los parámetros que el motor de decisión utilizará para ajustar la presentación de los contenidos y estructuras de enlaces

de la aplicación de acuerdo a cada perfil de usuario en concreto.

SHABOO adapta la presentación del material multimedia conforme al estilo de aprendizaje de un usuario, el cual caracteriza los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los aprendices perciben, interactúan y responden a sus ambientes de aprendizaje [18].

La teoría de Estilos de Aprendizaje de Richard Felder [12] clasifica el estilo de aprendizaje de un individuo en una escala de cinco dimensiones (Ver Tabla 1). Cada fila representa una dimensión del estilo de aprendizaje. Por ejemplo, si se ubica a un estudiante en la escala de la dimensión Activo-Reflexivo, se puede conocer si le gusta participar activamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje o si prefieren observar y pensar acerca de algo,. De esta manera existe gran cantidad de información que se puede obtener a partir de la definición del estilo con respecto a cada dimensión. Es necesario precisar que no existen estilos de aprendizaje correctos o incorrectos; cada estudiante tiene su estilo preferido de aprendizaje. Según Felder, los estudiantes pueden caracterizarse parcialmente en una dimensión para algunos temas o situaciones y en otra dimensión en otros, pero generalmente tienen una tendencia marcada en cuanto a sus preferencias.

El test de Estilos de Aprendizaje es el instrumento usado para evaluar preferencias en cuatro dimensiones (activo / reflexivo, sensitivo / intuitivo, visual / verbal, y secuencial / global) del modelo de estilos de aprendizaje formulado por Richard M. Felder y Linda K. Silverman. Con la información de este test los profesores pueden preparar estrategias de enseñanza – aprendizaje que incluye el diseño de objetos de aprendizaje de diversos tipos de medios (sonidos, videos, gráficos, textos, simulaciones, animaciones) así como variados métodos de instrucción para estar seguros de llegar a las diferentes estilos de aprendizaje de los aprendices en un curso. Y a su vez, los estudiantes pueden usar el resultado del test de Felder para mejorar su proceso y resultados de aprendizaje.

Por otra parte, SHABOO adapta los contenidos presentados a un estudiante en cada momento del proceso de aprendizaje de acuerdo al nivel de

conocimiento alcanzado en cada concepto. Dichos conceptos se encuentran categorizados de acuerdo a la Taxonomía de los Objetivos Educativos de Benjamín Bloom [1].

| DEFINICIONES                |            | DIMENSIONES |                                 | DEFINICIONES |  |
|-----------------------------|------------|-------------|---------------------------------|--------------|--|
| Hace                        | ACTIVO     | REFLEXIVO   | Piensa                          |              |  |
| Aprende Hechos              | SENSITIVO  | INTUITIVO   | Aprende Conceptos               |              |  |
| Requiere Dibujos            | VISUAL     | VERBAL      | Requiere Leer o Disertar        |              |  |
| Deriva principios de hechos | INDUCTIVO  | DEDUCTIVO   | Deriva resultados de principios |              |  |
| Paso a paso                 | SECUENCIAL | GLOBAL      | Marco General                   |              |  |

Tabla 1. Cuadro de las dimensiones de estilos de aprendizaje de Fólter

Esta taxonomía es un intento por sentar los fundamentos de una clasificación de las metas en un sistema educativo. Brinda un apoyo a maestros, administradores, especialistas profesionales e investigadores ocupados en los problemas relativos al currículo y la evaluación ayudándoles a discutir con mayor precisión esta serie de problemas.

La Taxonomía de Bloom establece una clasificación jerarquizada de los objetivos educativos. Como se

muestra en la tabla 2, los niveles de esta jerarquía son conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. A medida que el estudiante avanza a través de los niveles, se espera que tenga mayor dominio de los conceptos. En [1] se encuentra una visión más detallada de la taxonomía.

En la siguiente sección intentaremos describir cómo se unen todos estos conceptos en un Sistema Hipermedia Adaptativo.

| NIVEL | OBJETIVO     | DESCRIPCIÓN  |
|-------|--------------|--|
| 1     | Conocimiento | Recordar un hecho sin un entendimiento real del significado del hecho. |
| 2     | Comprensión  | Asir el significado del material.                                      |
| 3     | Aplicación   | Usar el material aprendido en situaciones nuevas y concretas.          |
| 4     | Análisis     | Dividir un problema complejo en partes.                                |
| 5     | Síntesis     | Poner en partes para reunir las y crear una nueva entidad única.       |
| 6     | Evaluación   | Juzgar el valor del material para un propósito dado.                   |

Tabla 2. Niveles de la taxonomía de los objetivos educativos de Benjamín Bloom.

## SHABOO

### ADAPTACIÓN DEL MATERIAL

Como mencionamos anteriormente, SHABOO adapta la presentación del material multimedia conforme al estilo de aprendizaje de un usuario. Por esta razón, un requisito que debe cumplir cualquier estudiante que

desea trabajar en SHABOO es la realización del test de estilos de aprendizaje de Felder, por medio del cual se logra determinar las preferencias multimediales e instruccionales de cada alumno.

Haciendo uso de los resultados arrojados por esta prueba el sistema infiere en qué orden se presentarán los tipos de medios a cada tipo de alumno en particular. Este

ordenamiento direcciona la dimensión de entrada propuesta por Felder. Si un estudiante es Visual, el orden jerárquico será:

- Animaciones
- Gráficos
- Texto
- Sonidos

Pero si es Verbal, el orden jerárquico será:

- Texto
- Sonidos
- Animaciones
- Gráficos

Es preciso aclarar que SHABOO no apoya al docente en la autoría de material multimedia, sino sólo en la organización del mismo.

Además de la adaptación de la presentación multimedia, SHABOO hace uso de técnicas de adaptación del soporte de navegación o estructura de enlaces con el propósito de presentar al estudiante el contenido adaptado de acuerdo a su nivel de conocimiento. Estas técnicas son ocultamiento y anotación adaptativa de enlaces. El objetivo de la técnica ocultamiento adaptativo de enlaces en SHABOO, es reducir el hiperespacio de información disponible para el aprendiz con el fin de permitirle ubicarse más fácilmente dentro de los contenidos asociados al curso de POO.

La decisión sobre que material se debe mostrar al estudiante en este ámbito de adaptación se logra a través del análisis de los resultados obtenidos en las evaluaciones, las cuales están directamente relacionadas con los objetivos educativos planteados para cada concepto y que se encuentran categorizados de acuerdo a la taxonomía de Bloom.

De esta manera, a medida que un estudiante avanza en el estudio de los conceptos del curso, apoyándose en los materiales disponibles asociados a cada concepto, estará trabajando para lograr el cumplimiento de los objetivos del proceso de aprendizaje. El cumplimiento de los objetivos, verificado a través de la aplicación de una evaluación para cada concepto, y para cada nivel, según tenga objetivos asociados, indicará que el alumno esta profundizando en la taxonomía, es decir, que esta logrando un manejo mayor sobre un concepto específico. Este avance es un indicador de los materiales a mostrar al alumno, que dependen del concepto y del nivel alcanzado en el mismo.

El uso de esta técnica implica que el docente debe dar respuesta a las preguntas básicas asociadas a la elaboración de un currículo [9] como son, la generación de una estructura conceptual de su curso, la secuenciación de esta estructura, la definición de los objetivos educativos, de acuerdo a la taxonomía de Bloom para cada ítem conceptual, la especificación de los recursos que facilitaran el cumplimiento de cada objetivo y la evaluación necesaria para verificar el logro de cada uno de los objetivos propuestos en el curso.

La técnica anotación adaptativa de enlaces la aplicamos a los enlaces de los materiales. Anotamos de acuerdo al tipo de objetivo que direcciona, logrando ubicar al estudiante en el nivel de la taxonomía en que se encuentran los recursos educativos que esta estudiando.

## Desarrollo de SHABOO

El desarrollo de SHABOO se realizó conforme a la definición de ingeniería del Software propuesta por la IEEE [24], que la define como la aplicación de un enfoque sistémico, disciplinado y cuantificable hacia el desarrollo, operación y mantenimiento del software, orientada a la explotación del producto en un ambiente de Internet. Esta definición supone un análisis del proceso llevado a cabo, de los métodos utilizados y de las herramientas con que fue desarrollado el sistema.

Antes de entrar en detalle sobre el proceso que llevamos a cabo, precisaremos algunas estrategias claves que adoptamos para facilitar el cumplimiento de los

objetivos propuestos en el planteamiento del proyecto:

Utilización una arquitectura para el desarrollo de aplicaciones Web, Servidor Web Grueso [7], que se caracteriza por tener gran parte de la funcionalidad del sistema ubicada en el servidor de aplicaciones. Esta decisión fue tomada con base en la necesidad de almacenamiento de información confidencial, que hacia necesario el manejo de una conexión a una base de datos y la garantía de la integridad y seguridad de la información.

Utilización del patrón MVC – Model, View, Controller (Modelo, Vista, Control) [7], en cada una de las etapas del proceso de desarrollo, que nos permitió la separación de las capas de presentación, lógica de negocio y acceso a datos. De esta manera se generó una arquitectura consistente, reutilizable, fácilmente mantenible, Lo cual garantiza un ahorro considerable de tiempo en el desarrollo de proyectos posteriores.

- Utilización del Lenguaje Unificado de Modelado – UML [28] como el estándar de documentación en cada una de las etapas del proceso de desarrollo, lo cual nos permitió además de la generación de productos de calidad y una fácil transferencia estos productos generados en el proceso de desarrollo [29].

- Generación de Código en Java y tecnologías asociadas al desarrollo de aplicaciones Web para realizar la aplicación. Esta decisión fue tomada debido a la implementación que hace java de los conceptos de la programación orientada a objetos, que permite el desarrollo de software flexible, orientado a

componentes, e incrementa las posibilidades de reutilización de recursos disponibles en diversas fuentes.

Estas consideraciones nos llevaron a plantear el desarrollo de un proceso evolutivo de desarrollo de software, incremental e iterativo. El cual realizamos a través de desarrollos parciales del sistema hasta llegar a un producto completamente acabado. En cada una de estas iteraciones llevamos a cabo etapas de Análisis, Diseño, Generación de código y Pruebas hasta lograr un incremento. Esto se muestra en la figura 1.

El desarrollo de estas etapas se basó en los planteamientos realizados por Jim Connalen [7] y Alfredo Weitzenfeld [34] para el desarrollo de software para la Web, las cuales se enmarcan dentro de los principios de desarrollo de software orientado a objetos. A continuación describiremos los puntos clave de la realización de cada una de las actividades del modelo de proceso.

Antes de iniciar las etapas definidas para cada iteración realizamos una especificación general de los requerimientos del sistema que nos permitió tener una visión global del mismo, expresando de forma no ambigua el propósito que debería cumplir el sistema en un lenguaje en que todos los interesados pudieran entenderlos. Para ello utilizamos los casos de uso - CU - que expresan escenarios de uso del sistema en el lenguaje de dominio del problema. La figura 2 muestra los CU más importantes resultantes de este análisis. Es preciso aclarar que a lo largo del proceso estos requerimientos iniciales fueron revisados y ajustados.



Figura 1. El modelo incremental para SHABOO

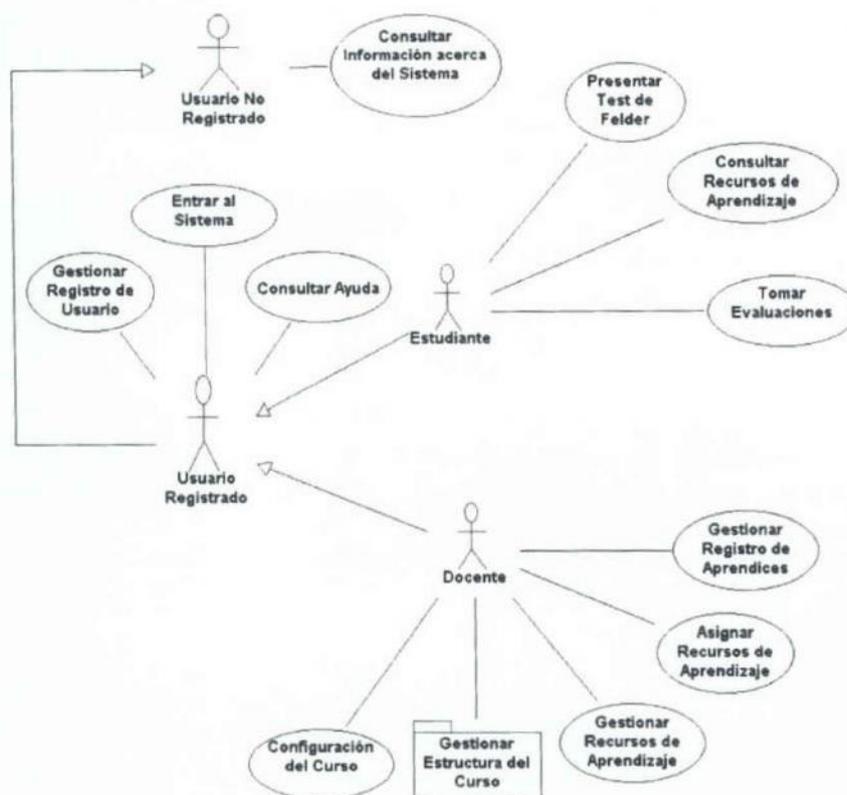


Figura 2. Modelo de Casos de uso General de SHABOO.

El propósito del modelo de análisis fue generar un modelo conceptual del sistema sin entrar en los detalles de implementación, de tal manera que se garantizara que la arquitectura de clases resultante fuese suficientemente robusta y extensible para servir de base a la estructura lógica de la aplicación. En esta etapa utilizamos la notación y extensiones propuestas por Conallen [7] para el desarrollo de aplicaciones web, como se muestra en la tabla 3.

La etapa de diseño permitió vincular la realidad del software en los conceptos abstractos del negocio, es decir, logro hacer que un modelo conceptual fuese implementable en software. Como con el análisis, las actividades del diseño acontecen al rededor de los diagramas de clase e interacción; lográndose una caracterización completa de las clases, a través de la definición de sus atributos y métodos. Los modelos detallados de prerequisites, análisis y diseño, los puede encontrar en [22].

| TIPO     | EXTENSIÓN   |
|----------|---|
| Entidad  | <br>Recurso            |
| Interfaz | <br>ManejadorPrincipal |
| Control  | <br>ManejadorPrincipal |

Tabla 3. Extensiones UML de Conallen para el estereotipado de Clases.

El proceso de generación de código del sistema fue realizado utilizando java [4] como lenguajes de programación base, inmerso en paginas JSP (Java Server Page), JavaBeans y Servlets; como Servidor Web y de aplicaciones Apache Tomcat y como servidor de base de datos MySQL. Adicionalmente utilizamos la suite de Macromedia para la realización de los recursos de aprendizajes y Magic Draw Como editor de UML.

Las pruebas realizadas fueron básicamente de dos tipos,

verificación y validación, las cuales por un lado garantizaron que el software implementaba correctamente las funciones para las que fue desarrollado y por otro que se ajustara a las necesidades de nuestros clientes, estudiantes de cursos de programación orientada a objetos de la UIS.

En el próximo apartado ampliaremos sobre los resultados obtenidos en esta etapa.

## Curso de POO

Paralelamente con el desarrollo de la plataforma se realizó el desarrollo del curso de Conceptos Básicos de la POO dando respuesta a cada una de las preguntas que deben ser direccionadas en un proceso de diseño curricular [9], ¿Para qué enseñamos?, ¿Qué enseñamos?, ¿Cuándo enseñamos?, ¿Cómo enseñamos?, ¿Con qué enseñamos?, y ¿Cómo valoramos el cumplimiento de los propósitos planteados en un proceso de formación?. Estas preguntas fueron resueltas a partir de la fundamentación teórica resultante de este trabajo.

La caracterización de los contenidos responde a la pregunta ¿Qué enseñamos?. Fue desarrollada definiendo los conceptos y los temas asociados a un curso de conceptos básicos de programación orientada a objetos, determinados a través de la consulta a

expertos en el tema y lectura de fuentes secundarias relevantes, lo cual podemos observar en la tabla 4. Escogimos de esta lista los cinco temas más importantes: objeto, clase, encapsulación, herencia y polimorfismo.

| CONCEPTO: OBJETO                            |  |
|---|--|
| TEMAS                                       | OBJETIVOS  |
| Definición de Objeto y sus características. | <b>Objetivo de nivel de conocimiento</b><br>Definir Objeto y sus características (Atributo, Comportamiento, identidad).  |
|   | <b>Objetivo de nivel de comprensión</b><br>Identificar objetos, atributos y comportamientos en problemas del mundo real. |

Tabla 4. Estructura de objetivos para un curso de Conceptos básicos de POO

La caracterización de los propósitos responde a la pregunta ¿Para qué enseñamos?. Define cuales son los objetivos que se persiguen en el proceso de enseñanza y es de suma importancia en el mecanismo de adaptación de SHABOO que como mencionamos anteriormente está basado en la taxonomía de los objetivos educativos de Benjamín Bloom [1], por esto, los objetivos educativos fueron definidos utilizando esta clasificación y fueron asociados a cada tema de la estructura generada. La tabla 5 muestra una pequeña parte de la estructura de objetivos generada.

|                | Objeto | Clase | Encapsulación | Mensaje | Herencia | Sobrecarga | Ligadura Dinámica | Polimorfismo | Reutilización | Excepciones | Contratos | Referencia |
|----------------|--------|-------|---------------|---------|----------|------------|-------------------|--------------|---------------|-------------|-----------|------------|
| James Rumbaugh | X      | X     | X             |         | X        |            |                   | X            |               |             |           | [30]       |
| Grady Booch    | X      | X     | X             |         | X        |            |                   |              |               |             |           | [3]        |
| Luis Joyanes   | X      | X     | X             | X       | X        | X          | X                 | X            | X             | X           |           | [17]       |
| Weitzenfeld    | X      | X     | X             |         | X        |            |                   | X            |               |             |           | [34]       |
| Bertrand Meyer | X      | X     |               |         | X        |            | X                 | X            |               | X           | X         | [21]       |
| Martin & Odell | X      | X     | X             | X       | X        |            |                   |              |               |             |           | [20]       |

Tabla 5. Conceptos básicos del paradigma de programación orientado a objetos

La caracterización de la secuenciación responde a la pregunta ¿Cuándo enseñar?. Para el curso de conceptos básicos de objetos se utilizó el tipo de secuenciación instruccional que propone establecer relaciones de prerrequisitos entre los conceptos.

La caracterización del método de enseñanza responde a la pregunta ¿Cómo enseñar?. Aunque no fue pertinencia del proyecto brindar lineamientos, ni proponer métodos de instrucción a utilizar en los procesos de enseñanza, a través de revisión bibliográfica analizada se pudo apreciar que el direccionamiento de los estilos de aprendizaje a través de diversas actividades didácticas, apropiadas a cada estilo de Felder puede contribuir al logro de una mayor eficiencia en el proceso de aprendizaje [10, 11, 12].

Por esta razón considerar los estilos de aprendizaje de Richard Felder a la hora de definir los métodos de enseñanza podría ser una buena practica.

La caracterización de los recursos didácticos responde a la pregunta ¿Con qué enseñar?. Esta pregunta fue resuelta a través de la utilización de diferentes tipos de medios (Sonidos, Gráficos, Animaciones y Texto) con el fin de llegar a las preferencias de la mayoría de los estudiantes de acuerdo a la teoría de estilos de aprendizaje de Richard Felder. El desarrollo del material multimedia POO se realizó utilizando tecnologías especializadas para el desarrollo de cada medio.

Para la implementación de los gráficos se utilizó Fireworks una herramienta de la suite de Macromedia que brinda muchas facilidades para lograr diseños de alta calidad para Internet. Las animaciones fueron desarrolladas utilizando Macromedia Flash y los sonidos se crearon con Sonar, Cool Edit y WebLab, herramientas que permiten la grabación y mezcla de diferentes tipos de sonidos, y el logro de efectos para contextualizar la idea que se quería transmitir. Por ultimo los textos fueron creados en DreamWeaver.

Otro aspecto importante que se consideró en la creación de los recursos fue definir claramente el propósito que debe cumplir cada tipo de medio:

- Los sonidos serán explicaciones adicionales

importantes, resúmenes de las ideas relacionadas o aclaraciones.

- Las animaciones mostrarán ejemplos reales para explicar los conceptos, direccionando de esta manera al estudiante sensitivo de Felder, a quien le gusta aprender viendo hechos.
- El texto se utilizará para cualquier propósito, por ser el medio utilizado más comúnmente para la enseñanza y sobre el cual se encontraron más piezas reutilizables.
- Por ultimo los gráficos explicarán conceptos a través de ejemplos y asociaciones.

La caracterización de la evaluación responde a la pregunta ¿Cómo valorar el cumplimiento de los propósitos planteados en el proceso de enseñanza?.

De la misma manera como Bloom en [1] plantea una taxonomía de objetivos, en [2] plantea una taxonomía de la evaluación. En ella define diversos tipos de técnicas que valoran cada tipo de objetivo de la taxonomía de objetivos educativos. De esta manera, decidimos desarrollar la evaluación haciendo uso de estas técnicas.

Se desarrollaron preguntas por objetivo educativo planteado, y a partir de estas preguntas el sistema genera una evaluación por nivel de conocimiento para cada concepto del curso. En la tabla 5 se muestra un ejemplo.

| OBJETIVOS   | PREGUNTAS   |
|---|---|
| Definir Objeto y sus características (Atributo, Comportamiento, identidad). | 11 Un objeto es cualquier cosa, real o abstracta, acerca de la cual almacenamos datos a través de los _____ y los _____ que controlan dichos datos:<br>a. Atributos – Métodos<br>b. Características – Acciones<br>c. Variables – Funciones<br>Atributos – Comportamientos |

Tabla 5. Caracterización de la evaluación en SHABOO.

## Pruebas

Las pruebas de verificación del sistema fueron desarrolladas por un comité de pruebas integrado por miembros del Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del software (CIDLIS). A partir de una rubrica detallada de los casos de prueba a desarrollarse comentaron las mejoras que debían hacerse al software. Esto se realizó durante las iteraciones necesarias hasta que la aplicación fue aprobada.

La validación de SHABOO se realizó a través de la utilización del sistema en dos cursos presenciales, organizados con estudiantes de la Universidad Industrial de Santander. A continuación se describen las características de estos cursos:

- La temática tratada en estos cursos fue la referente a los conceptos básicos de la programación orientada a objetos (Objeto, Clase, Herencia, Encapsulación y Polimorfismo).
- El número total de estudiantes asistentes a cada curso fue de cuarenta y siete personas (47).
- Los estudiantes asistentes cursaban carreras diversas como Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Industrial.
- Cada curso tuvo una duración de ocho horas (8) presenciales, repartidas en dos sesiones de cuatro horas; y 16 horas virtuales.

En estos cursos el sistema fue utilizado como soporte a la instrucción impartida presencialmente por un docente del área, quien utilizando los diferentes medios que el sistema ofrece (Sonidos, Videos, Gráficos y texto), realizó presentaciones sobre los conceptos básicos de la programación orientada a objetos.

Los estudiantes por su parte aprendieron a utilizar SHABOO a través de la instrucción recibida en clase, durante la cual realizaron varias interacciones al

sistema. Luego utilizaron la herramienta como apoyo fuera del aula.

Al finalizar las dos sesiones se aplicó una prueba escrita a cada estudiante [22], como complemento a los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en el sistema, con el fin de verificar que los estudiantes llegaran al nivel de "comprensión" de los conceptos básicos de la programación orientada a objetos. Los resultados de la prueba se presentan en la figura 3.

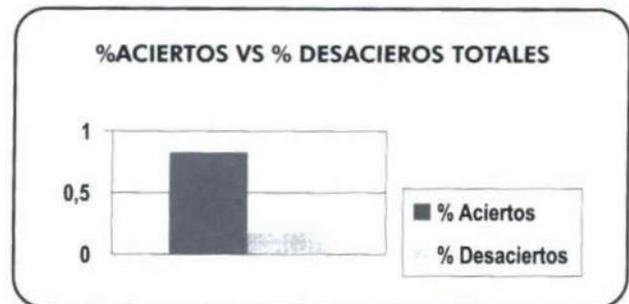


Figura 3. Aciertos vs. Desaciertos Totales Prueba

| CONCEPTO      | % ACIERTOS | % DESACIERTOS |
|---------------|------------|---------------|
| Objeto        | 0,808511   | 0,191489362   |
| Clase         | 0,780142   | 0,219858156   |
| Encapsulación | 0,836879   | 0,163120567   |
| Herencia      | 0,851064   | 0,14893617    |
| Polimorfismo  | 0,822695   | 0,177304965   |

Tabla 6. Resultados prueba de conceptos básicos de POO.

| RESULTADOS |          |         |      |        |
|------------|----------|---------|------|--------|
| Excelente  | Bueno    | Regular | Malo | Pésimo |
| 0,808511   | 0,191489 | 0       | 0    | 0      |

Tabla 7. Resultados Encuesta de Satisfacción.

## Extensiones de SHABOO

En este apartado vamos a explicar diferentes aspectos que se podrían incorporar a SHABOO relacionados con el modelo de competencias, su implementación

utilizando plataformas Open Source y la utilización de estándares para agregar semántica a las aplicaciones.

El análisis del desempeño de los estudiantes por concepto lo podemos observar en la tabla 6.

### **DEL MODELADO DE OBJETIVOS AL MODELADO DE COMPETENCIAS**

El enfoque de la formación basada en competencias nace de la necesidad de estrechar la relación existente entre la academia y la empresa, para que los propósitos de los programas de formación de las instituciones de educación respondan a la dinámica económica y social de un país.

Son muchas las definiciones que se han dado al término competencia, sin embargo la mayoría apunta a la identificación que debe hacerse de cierto tipo de desempeños idóneos enmarcados dentro de contextos específicos y que se ajusten a parámetros de calidad determinados.

No es una tarea sencilla realizar el monitoreo del logro de competencias en usuarios de ambientes virtuales de aprendizaje, sobre todo porque la evidencia necesaria para garantizar que los aprendizajes han sido adquiridos deberán ser no solo de conocimientos, sino también de desempeños y de productos. Sin embargo, nuestro interés parte esencialmente de las fortalezas que hemos analizado en el enfoque de formación basado en competencias con respecto al enfoque basada en objetivos [25]:

La definición de competencias supera el establecimiento de propósitos pedagógicos y didácticos que han sido usualmente objeto de la labor docente. En cambio, se sitúa en el sujeto que aprende y en los procesos contextualizados que evidenciarán la idoneidad de sus desempeños.

Los procesos de formación por competencias parten del entorno y por tanto permiten un diseño realista de módulos y programas de formación ajustado a la realidad, considerando la aparición de nuevos

factores relevantes para el proceso.

El enfoque de las competencias permite realizar una planificación de la formación a largo plazo y además de carácter transversal permitiendo integrar, a partir de una base común, diferentes niveles de formación.

Permite una comprensión global de todo el proceso de aprendizaje, de donde se parte y hasta donde que se quiere alcanzar. De esta manera se brinda la oportunidad a los propios sujetos de ser coparticipes en la definición de los propósitos de aprendizaje y protagonistas de su consecución.

### **ADAPTACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE USUARIO EN AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE OPEN SOURCE**

Actualmente es usual la utilización de aplicaciones informáticas para soportar, no sólo procesos de formación en si mismos, sino como apoyo a procesos de administración y gestión de la formación. Sin embargo, la mayoría de estas soluciones enfatizan en aspectos de gestión, dejando de lado temas importantes como son la personalización del proceso de aprendizaje. Como se evidencia en SHABOO esta personalización puede ser lograda a través de la generación de cierto tipo de adaptaciones del sistema a características relevantes de los usuarios, como su estilo de aprendizaje o conocimiento.

Por otra parte las comunidades de software libre, en un intento por potenciar los procesos de desarrollo e investigación en el campo de la ingeniería de software en el ámbito global, han desarrollado marcos de trabajo bien definidos que establecen claramente cada una de las etapas de desarrollo de software.

Es de nuestro interés el desarrollo de aplicaciones sobre el marco de trabajo propuesto por dotLRN 8. dotLRN es un software de talla empresarial para apoyar comunidades de aprendizaje en línea, desarrollado sobre el conjunto de herramientas suministradas por OpenACS (Open Architecture Community System) [23].

Nuestro propósito es aproximarnos al tema del monitoreo y adaptación del ambiente de acuerdo al logro de competencias demostrado por parte de un usuario.

Para esto hemos analizado las diferentes aproximaciones que han sido propuestas para definir claramente competencias en ambientes virtuales de aprendizaje, las cuales deben por lo menos garantizar

el modelado de los elementos mínimos característicos de una competencia [25]: los criterios de desempeño, los rangos de aplicación de esos desempeños, y las diversas evidencias (conocimiento, producto, desempeño) con las que juzgaremos si se posee o no la competencia.

Una vez definidas las competencias en la plataforma, debemos crear un modelo que nos permita realizar un Análisis Gap o comparación entre las competencias adquiridas y las que falta aun por adquirir que utilice la información del usuario registrada en el sistema.

## AGREGANDO SEMANTICA A LAS APLICACIONES

Existe una tendencia marcada en el proceso evolutivo de la Web hacia la estandarización y la agregación de significado a las aplicaciones, para que estos significados puedan ser utilizados para generar conocimientos de interés que agreguen valor a las interacciones de los usuarios con los sistemas.

En el caso de las aplicaciones de apoyo a los procesos de formación se han desarrollado una serie de esfuerzos importantes en la generación de arquitecturas, estándares, especificaciones, ontologías [13,14] que modelan diferentes aspectos y actores del proceso educativo. Estas aproximaciones permiten en el nivel conceptual y de implementación contar con marcos de trabajo comunes que facilitan la interoperabilidad entre aplicaciones potenciando el uso de recursos compartidos.

Es de nuestro interés el desarrollo y potencial uso de estas herramientas en aplicaciones educativas y la

utilización de la semántica que ellas agregan como base para la implementación de sistemas multi-agente, que permitan monitorear el avance que tienen los usuarios en ambientes virtuales de aprendizaje.

Nos encontramos en este momento valorando las aproximaciones, IMS Definición de Competencias u Objetivos Educativos Reusables (Reusable Definition of Competency or Educational Objectives - IMS-RDCEO) [15], iniciativa de IMS Global Learning Consortium, y una "Ontología para el manejo de competencias" propuesta por el grupo de investigación en Objetos de aprendizaje Reusables y Diseño de Ambientes de Aprendizaje de la Universidad de Alcalá - España [33].

Mientras IMS-RDCEO brinda un marco de trabajo general para la definición y reutilización de competencias en ambientes de aprendizaje distribuidos, la "Ontología para el manejo de competencias" es una aproximación semántica hacia el modelado competencias en el ámbito organizacional.

## Conclusiones

A partir del trabajo desarrollado hemos llegado a las siguientes conclusiones:

SHABOO automatiza aspectos importantes en el proceso de diseño curricular de un curso, brindando herramientas útiles en la definición conceptual del curso y de sus propósitos educativos, en la secuenciación instruccional, en la caracterización de recursos educativos y en la evaluación. Sin embargo, este proceso exige al docente una definición clara de su curso, lo cual le demandará en la etapa inicial del uso del sistema un esfuerzo considerable, pero un ahorro de tiempo también considerable en etapas posteriores.

SHABOO automatiza el proceso de entrega de contenidos y de la evaluación de los alumnos, enriqueciendo estos procesos a través de la agregación de mecanismos de adaptación que direccionan dos características importantes de un usuario: su estilo de

aprendizaje y su nivel de conocimiento.

Los resultados obtenidos con los estudiantes en cursos cortos sobre los conceptos básicos de la programación orientada a objetos realizados en la UIS, en los cuales la multimedia jugó un papel fundamental, nos permiten afirmar que en un proceso de formación dual virtual – presencial el uso de diversos tipos de medios permite direccionar los estilos de aprendizaje de los estudiantes y brindar un repositorio de recursos que pueden utilizar de acuerdo a sus preferencias.

Los trabajos realizados por Benjamín Bloom permiten realizar una definición clara de los propósitos educativos y de las diferentes formas de valoración del cumplimiento de estos propósitos en un proceso de formación. El considerar esta teoría como alternativa para modelar el nivel de conocimiento de los estudiantes en un ambiente virtual de aprendizaje es una aproximación que permite generar adaptaciones que reducen de manera sustancial el repositorio de recursos con el cual debe interactuar el alumno facilitándole situarse en el proceso de formación que está llevando a cabo.

El uso de recursos Open Source y la utilización de estándares educativos son dos herramientas fundamentales en los procesos de investigación sobre plataformas de educación de apoyo a procesos de aprendizaje, que por una parte reducen los tiempos de desarrollo necesarios para implementar nuevas funcionalidades en estos sistemas y por otro facilitan los procesos de personalización de las plataformas por la agregación de características inteligentes que las hacen ajustarse más a las características de sus usuarios [32, 31].

Agradecimientos: Con el apoyo del programa Alban, Programa de Becas de Alto Nivel de la Unión Europea para América Latina, beca No. E06D103680CO, el Ministerio de Educación y Ciencia (ADAPTAPLAN - TIN2005-08945-C06-03) y la Red Temática del "Capítulo Español de la Sociedad de la Educación del IEEE" (acción TSI2005-24068-E)

## Bibliografía

- [1] Bloom, B.S. Taxonomy of Educational Objectives: The classifications of educational goals. New York: David Mckay, 1956.
- [2] Bloom, B.S. Handbook on formative and summative evaluation of student learning. New York, McGraw-Hill, 1971.
- [3] Booch, Grady. Análisis y diseño orientado a objetos con aplicaciones. Editorial Addison Wesley, 1996, Pagina 42.
- [4] Brown, Simon, Profesional JSP, 2nd Edition, Wrox, 2001.
- [5] Brusilovsky, P. L. Methods and techniques of adaptive hipermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction, vol 6 (2-3), 1996, pp. 87-129.
- [6] Carver, Curtis A, Howard, R. A., and Lane, W. D. Addressing Different Learning Styles Through Course Hypermedia. Department of Computer Science, Texas A&M University, College Station, USA.
- [7] Conallen, Jim, Building Web Applications with UML, 1999, Addison Wesley.
- [8] Learn, Research, Network. <http://www.dotlrn.org/>
- [9] De Zubiría Samper, Julian, Los modelos pedagógicos, Fundación Alberto Merani, 2002.
- [10] Felder, Richard M. Meet Your Students: 1. Stan and Nathan. Chemical Engineering Education, Spring, 1989, p. 68.
- [11] Felder, Richard M. Meet Your Students: 2. Susan and Glenda. Chemical Engineering Education, Winter 1990, p. 7.
- [12] Felder, Richard M. Matters of Style. ASEE Prism, 6(4), 1996, pp 18-23.
- [13] IEEE - Standard for Learning Technology – Learning Technology Systems Architecture (LTSA).

Comité de estándares de tecnologías del aprendizaje de la IEEE Computer.

[14] IMS Global Learning Consortium <http://www.imsglobal.org/>

[15] IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective – Information Model. Versión 1.0 Final Especificación. 2002.

[16] Jacobson, Ivar, Object Oriented Software Engineering, Addison-Wesley, 1992.

[17] Joyanes, Luis. Programación orientada a objetos. MacGraw Hill, 1998, Capítulo 3.

[18] Keefe, J. W. Learning style: An overview. In NASSP's Student learning styles: Diagnosing and prescribing programs. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals, 1979, pp. 1-17.

[19] Llamasa, Ricardo. Guarín, Iván. Baldiris, Silvia. Moreno, German. Sistema Hipermedia Adaptativo para la Enseñanza de los Conceptos Básicos de la Programación Orientada a Objetos", X Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación - CIESC. ISBN: 9974 – 7704 – 1 – 6. Uruguay. <http://www.fing.edu.uy/infouyclei2002/ciesc/articulos>

[20] Martín, Jaimes y Odell, James. Análisis y Diseño Orientado a Objetos. Editorial Prentice Hall. 1994.

[21] Meyer, Bertrand. Construcción de Software Orientado a Objetos. ISE Inc, United states, 1998, Parte C.

[22] Moreno, German D. Baldiris, Silvia M. Memorias del proyecto de grado: Sistema Hipermedia Adaptativo para la Enseñanza de la Programación Orientada a Objetos. Universidad Industrial de Santander. 2003.

[23] Open Architecture Community System <http://www.openacs.org/>

[24] Pressman Roger. Ingeniería del Software : Un enfoque practico, Quinta edición, McGraw- Hill, 2001.

[25] Rial Sánchez Antonio, Tobón Sergio, Carretero Miguel Ángel,; García Juan Antonio. Competencias, calidad y educación superior, Cooperativa Editorial Magisterio, 2006.

[26] Rosati, P. Comparisons of Learning Preference in an Engineering Program. FIE'96 Proceedings, 1996.

[27] Rosati, P. Specific Differences and Similarities in the Learning Preferences of Engineering Students. 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Puerto Rico, 1999.

[28] Rumbaugh James, Jacobson Ivar, Grady Booch. El Lenguaje Unificado de Modelado, Manual de Referencia. Addison Wesley. Madrid. 2000

[29] Rumbaugh James, Jacobson Ivar, Grady Booch. El Proceso Unificado de Desarrollo de software. Addison Wesley. Madrid. 2000

[30] Rumbaugh James. Modelado y diseño orientado a objetos, Metodología OMT. Editorial Prentice Hall, 1991, Páginas 20-22.

[31] Santos, O.C. and Boticario, J.G.: 'European Unified Approach for Accessible Lifelong Learning'. In Méndez-Vilas, A., Solano, A., Mesa, J. and Mesa, J.A.: Current Developments in Technology-Assisted Education, Vol. 2, pp. 1102-1106, (2006).

[32] Santos Olga C., Boticario Jesús G., Raffene Emmanuelle, Pastor Rafael. Why using dotLRN? UNED use cases. aDeNu Research Group. Computer Science School, UNED. [SANBORE2006]

[33] Sicilia Miguel-Angel, Ontology-Based Competency Management: Infrastructures for the Knowledge Intensive Learning Organization. University of Alcalá, Spain.

[34] Weitzenfeld, Alfredo. Ingeniería del Software Orientada a Objetos, Teoría y Práctica con UML y JAVA. ITAM, Departamento Académico, División Académica de Ingeniería, 2001, Capítulo 2.