

Evaluación de la usabilidad de un Objeto de Aprendizaje por estudiantes

Stella Maris Massa¹, Patricia Pesado²

¹UNMDP, Mar del Plata, Argentina

²UNLP, La Plata, Argentina

Resumen

La discusión acerca de la calidad de un Objeto de Aprendizaje (OA) ha tenido diversos enfoques a lo largo del tiempo relacionadas con la concepción y definición que se ha asumido.

Considerando a un OA como un recurso digital Web, se podrían rescatar criterios de evaluación de calidad de sitios Web. Como objeto pedagógico, los criterios deberían referirse principalmente al destinatario, al contenido y los objetivos específicos.

Este trabajo presenta una propuesta de evaluación desde la perspectiva de los usuarios finales: los estudiantes. A pesar de que un OA pudo ser calificado positivamente por expertos que realizaron evaluaciones previas, se pretende definir muchas cuestiones acerca de su valoración como dificultades en su comprensión o si el OA posee elementos que facilitan el aprendizaje entre otras. Para ello, se construyó un cuestionario de satisfacción que integra las dimensiones pedagógica y técnica. Los resultados de su implementación se combinaron con el análisis de los registros de Logs capturados en un Entorno virtual de enseñanza aprendizaje (EVEA) luego de la interacción de cada uno de los estudiantes con el OA.

Finalmente se presenta la aplicación de esta metodología a un OA para un curso de programación inicial o algoritmia.

Palabras clave: Objeto de aprendizaje, usabilidad, evaluación, indicadores.

Abstract

The discussion about the quality of Learning Object (LO) has had various approaches over time related to the conception and definition it has been assumed.

Considering a LO as a digital Web resource, could rescue assessment criteria as Web sites. As a

pedagogical purpose, criteria should relate primarily the user, the content and specific goals.

This paper presents a proposal for evaluation from the perspective of end users: students. Although it could be a LO positively assessed by experts, is intended to define many issues about its valuation such as difficulty in understanding, if the LO has elements that facilitate learning among others. To do this, we built a satisfaction questionnaire that integrates pedagogical and technical dimensions. The results of its implementation were combined with analysis of self reporting logs captured in a virtual teaching and learning environment (VLE) after the interaction from each of students with LO.

Finally we present the application of this methodology to a LO for initial programming course.

Keywords: Learning object, usability, evaluation, indicators.

1. Introducción

Existen numerosas definiciones de los OAs que han generado diversas controversias en el campo. En este trabajo, adoptamos la siguiente:

“la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, un contenido, una actividad de aprendizaje, un metadato y un mecanismo de evaluación, el cual puede ser desarrollado con tecnologías de infocomunicación (TIC) de manera de posibilitar su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo”

Dicha definición aporta el marco conceptual para el desarrollo y evaluación de los OAs.

La Interacción Persona-Ordenador (IPO) es una disciplina relacionada con el diseño, implementación y evaluación de sistemas informáticos interactivos para

uso de seres humanos y con el estudio de los fenómenos más importantes con los que están relacionados [1].

Puesto que los OA, se consideran sistemas interactivos, coincidimos con [2] en cuanto a que deberían diseñarse también considerando los conceptos y metodologías propios de la IPO. Se basa en un Proceso de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) en las que el usuario tiene un grado de implicación en todos los puntos del desarrollo del sistema.

El DCU se caracteriza por asumir que todo el proceso de diseño y desarrollo debe estar conducido por el usuario, sus necesidades, características y objetivos. Centrar el diseño en los usuarios implica involucrar desde el comienzo a los usuarios en el proceso de desarrollo del sitio; conocer cómo son, qué necesitan, para qué usan el sitio; testar el sitio con los propios usuarios; investigar cómo reaccionan ante el diseño, cómo es su experiencia de uso; e innovar siempre con el objetivo claro de mejorar la experiencia del usuario. [3]

Coincidimos con [4] en cuanto a que la usabilidad es la cualidad de los productos que se pretende obtener mediante el DCU; es decir, el objetivo principal del DCU es obtener productos más usables.

El término usabilidad se define en la norma ISO 9241-11 como “el grado en el que un producto puede ser utilizado por usuarios especificados para conseguir objetivos concretos con efectividad, eficiencia y satisfacción, en un determinado contexto de uso” [5].

La norma ISO 9241-11 explica cómo identificar la información que se necesita considerar en el momento de especificar o evaluar la usabilidad en términos de medidas de funcionamiento y de satisfacción del usuario.

Por otra parte, ya en 1993, Nielsen [6], definió los cinco atributos básicos de la usabilidad:

- **Facilidad de aprendizaje:** rapidez con que un usuario aprende a utilizar un sistema con el que no ha tenido contacto anteriormente (que lo haga de forma sencilla, rápida e intuitiva).
- **Eficiencia:** que el usuario pueda alcanzar un alto nivel de productividad al saber usar un sistema.
- **Retención en el tiempo:** que el usuario recuerde fácilmente cómo se utilizaba el sistema si deja de emplearlo por un tiempo.
- **Tasas de error de los usuarios:** se refiere a la cantidad y gravedad de errores que comete el usuario. Al cometer un fallo, el sistema debe informar al usuario y ayudarlo a solventarlo.
- **Satisfacción subjetiva:** hace referencia a si los usuarios se sienten cómodos y satisfechos utilizando el sistema, es decir, si les gusta o no (impresión subjetiva).

[7] afirman que si los primeros cuatro requisitos no se cumplen, los usuarios no podrán disfrutar de trabajar con el sistema. La satisfacción está estrechamente relacionada con los cuatro primeros atributos de la usabilidad.

Desde la perspectiva de la IPO, [8] señala que el proceso de aseguramiento de la calidad debería estar compuesto por tres diferentes niveles : uno en el proceso mismo del desarrollo, que corresponde a una concepción de la calidad más ligada al desarrollo de software, el segundo mediante la valoración de los materiales por comunidades profesionales (expertos en contenido, pedagogos, diseñadores gráficos e ingenieros de sistemas, entre otros) , tiene que ver más con una concepción multidisciplinar de la calidad y el tercero corresponde a los usuarios finales de los OA, valoración desde la pertinencia y las posibilidades reales de uso que encuentren.

Este artículo se focaliza en el tercer nivel de evaluación del OA a través de dos mecanismos: un cuestionario de satisfacción de estudiantes y la captura de los registros (almacenados en el EVEA) de las acciones de cada estudiante que interactuó con el OA.

Este proceso forma parte de una Metodología de desarrollo y evaluación de OA: el Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de aprendizaje (MPOBA) cuya descripción fue presentada en [9] y [10].

2. La evaluación de usabilidad de un OA

Los métodos de evaluación de usabilidad pueden clasificarse de acuerdo a la forma de trabajo del método en dos categorías: analíticos y empíricos.

Los métodos analíticos son realizados por expertos en usabilidad que se ponen en la posición de usuarios [7]. Estos procedimientos son los más adecuados para las evaluaciones preliminares durante la fase de desarrollo del sistema. Los métodos de inspección como “Evaluación heurística”, “Recorrido cognitivo”, son ejemplos de esta categoría.

Los métodos empíricos requieren de pruebas con usuarios. Se componen principalmente de test de usabilidad y cuestionarios. Suelen emplearse tanto con un prototipo o con el sistema ya en uso. Su objetivo es determinar la utilidad global del sistema [7].

Los métodos analíticos no deben reemplazar a los métodos empíricos y viceversa, sino que deben complementarse para llegar a una evaluación holística.

Esa visión integral de la evaluación, es manifestada por [11] para recursos educativos en un sitio Web. Este autor propone combinar las nociones clásicas de usabilidad y de los procesos de enseñanza y de

aprendizaje, dado que un recurso de esta naturaleza no sólo debe ser “usable” en su diseño pues es determinante su valor pedagógico.

Otros autores coinciden en esta idea, señalando que un recurso educativo en un sitio Web puede ser muy válido desde la perspectiva de la usabilidad técnica, pero puede no tener ningún valor pedagógico, y a la inversa [12, 13,14]

Además, [11] hace hincapié en la necesidad de que los profesionales de IPO tengan en cuenta los avances de las teorías del aprendizaje y los especialistas en tecnología educativa en la usabilidad.

“Los profesionales de IPO y de las áreas de tecnología educativa rara vez hablan el uno al otro o toman nota de los trabajos de cada uno: La literatura sobre tecnología educativa está colmada de interpretaciones ingenuas y simplistas de los problemas de diseño de interfaz, y muchos escritores de la literatura IPO parecen no ser conscientes de los importantes acontecimientos que se han hecho en las teorías del aprendizaje”.

En esta línea y extendiendo los atributos de usabilidad definidos por [6], denominamos “**usabilidad pedagógica**” a la facilidad de aprendizaje, eficiencia de uso pedagógico y la satisfacción con las que las personas son capaces de realizar sus tareas gracias al uso del producto con el que está interactuando. Entendemos eficiencia de uso pedagógico como la capacidad de propiciar aprendizajes significativos mediante interacciones generadas en la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP).

La ZDP es la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema[15].En relación a ello, el Nivel de Desarrollo Potencial es determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero más capaz.

Para que realmente sea significativo el aprendizaje (concepto acuñado por Ausubel [16]) , éste debe reunir varias condiciones: la nueva información debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe, dependiendo también de la disposición (motivación y actitud) de éste por aprender, así como de la naturaleza de los materiales o contenidos de aprendizaje.

Coincidimos con [17] en que la ZDP, es vista como un proceso de apropiación instrumental, un espacio estratégico para el desenvolvimiento del desarrollo humano en dónde el agente promotor de desarrollo puede no ser necesariamente una persona. El papel de las herramientas culturales (un libro, la computadora,

un software, la música, un video, etc.) pueden funcionar como agentes de desarrollo.

Desde esa perspectiva, tomamos la expresión acuñada por Bruner [18], “amplificadores de la mente” para hacer referencia al software diseñado bajo los parámetros de usabilidad ya que en palabras de Velázquez y Sosa [19]: “La fuerza del potencial cognitivo radica en que la usabilidad exige que los sistemas se adapten a los usuarios y no a la inversa” y en el caso de los OA estos usuarios son estudiantes y consecuentemente tienen un objetivo principal y concreto: aprender.

2.2. Instrumento CUSEOA (cuestionario de satisfacción de estudiantes de un OA)

Se pretende conocer si el OA ha sido adecuado como unidad de enseñanza, es decir, valorar su calidad desde el punto de vista de los estudiantes con preguntas relacionadas a su satisfacción con respecto a los contenidos, actividades y evaluación (usabilidad pedagógica), diseño de la interfaz y navegación (usabilidad). Para ello deben definirse una serie de criterios que se correspondan con la valoración buscada.

Diferentes criterios han sido desarrollados para la evaluación de software y diseño de la interfaz. En este cuestionario se parte de los principios heurísticos. Los principios heurísticos son criterios que pretenden aplicar normas conversacionales a la interacción entre una persona y la interfaz de un sistema o producto, de modo que éstos se entiendan y trabajen juntos de forma efectiva.

El origen de los principios heurísticos, entendidos como tales fue presentado por [20]. Aunque, [21], presentó antes “ocho reglas de oro” para lograr una correcta interacción en una interfaz. Cada criterio heurístico contiene una serie de sub-reglas (o sub-heurísticas). Las subheurísticas son las preguntas que detallan las características de los criterios, que suelen ser bastante generales.

La selección de las sub-heurísticas se realiza teniendo en cuenta la aplicación o sistema a evaluar. Una vez seleccionados se procede a adecuarlos al contexto de uso (en este caso los OAs). La personalización de los criterios le dará mayor valor a la evaluación y orientará al evaluador en la misma.

El cuestionario entonces abarca dos dimensiones: técnica y pedagógica.

Los criterios para la dimensión técnica se basaron en los diez principios heurísticos de Nielsen [22], las ocho reglas de oro para el diseño de interfaces descritas por [21], la adaptación a la Web de los principios de Instone [23] , los principios para el diseño de sistemas centrados en el usuario de [24] y las recomendaciones de [25].

Las categorías y criterios que componen la dimensión pedagógica fueron definidas a partir de los atributos de usabilidad pedagógica: propiciar un aprendizaje significativo en la Zona de Desarrollo Próximo y las dos dimensiones del material potencialmente significativo señaladas por [16]:

- Significatividad lógica: coherencia en la estructura interna del material, secuencia lógica en los procesos y consecuencia en las relaciones entre sus elementos componentes.
- Significatividad psicológica: conexión del conocimiento nuevo con el previo. Se refiere a que los contenidos sean comprensibles desde la estructura cognitiva que posee el sujeto que aprende.

Para la construcción de **CUSEOA**, además de lo expresado en los párrafos anteriores de esta sección se tuvieron en cuenta:

- Las recomendaciones de [26] sobre las características básicas de un cuestionario de evaluación de usabilidad de recursos educativos en línea.
- El Cuestionario PMLQ de [27] que aborda el problema desde el punto de vista de la experiencia subjetiva de los estudiantes en su interacción directa con los contenidos educativos y se basa en la revisión de numerosos trabajos de investigación en el campo.
- El cuestionario SUS de [28], por su fiabilidad. Además, a pesar de ser corto puede combinarse con otros métodos como propone la metodología planteada en este artículo.
- El cuestionario QUIS de [29], por los aspectos que evalúa, la adaptación de los criterios heurísticos al contexto de un recurso educativo y porque sigue los principios de DCU.

La estructura de **CUSEOA** es la siguiente:

1. Reacción global al OA
2. Dimensión pedagógica
3. Dimensión técnica

Este cuestionario también contiene un ítem de comentarios para que el estudiante exprese libremente su opinión sobre el OA. Esta información complementará la obtenida en las otras tres partes de **CUSEOA**

A continuación se describen cada una de las partes del cuestionario.

1. Reacción global al OA:

Tal lo expresado en los párrafos anteriores, el estudiante valorará el OA, no sólo por la funcionalidad, usabilidad, los contenidos, sino también por las emociones o los sentimientos que le provoca.

El diferencial semántico (DS) es uno de los métodos más utilizados en el llamado “diseño emocional”. La misma aporta información sobre las emociones que el objeto genera, obteniendo el valor connotativo y captando el significado afectivo que el usuario tiene de él [30].

El procedimiento de aplicación es el siguiente: ante un objeto o imagen se solicita al sujeto emitir un juicio subjetivo. El juicio debe darse de acuerdo a una escala con dos descriptores o adjetivos opuestos situados en los extremos.

En los últimos años se han desarrollado metodologías basadas un proceso de DCU que utilizan el diferencial semántico para medir ese valor emotivo del producto, permitiendo producir nuevos productos basados en los deseos y demandas del consumidor. La Ingeniería Kansei (IK) [31] es una de las metodologías precursoras. Se trata de una herramienta de ingeniería que permite captar las necesidades emocionales de los usuarios y establecer modelos de predicción matemáticos para relacionar las características de los productos con esas necesidades emocionales.

Es decir, desde el punto de vista técnico un buen producto debería satisfacer todas las expectativas del consumidor, pero especialmente la de provocar una respuesta emocional positiva.

Desde el punto de vista pedagógico, como ya se indicó antes, el aprendizaje no puede darse si el alumno no quiere aprender. Este es un componente que se refiere a la disposición emocional y actitudinal, que puede abordarse desde la motivación [16].

Esta componente del instrumento **CUSEOA**, aborda estos aspectos en dos partes:

- a) Se le presenta al estudiante una serie de adjetivos bipolares y se solicita que lo clasifique en una escala 7 puntos

Para evitar prejuicios, sólo se emplearon escalas positivas. El rango real es -3 a +3. La Tabla 1, muestra los puntajes presentados a los estudiantes, y los puntajes reales.

PUNTAJE	1	2	3	4	5	6	7	
difícil								fácil
frustrante								satisfactorio
aburrido								ameno
rígido								flexible
PUNTAJE REAL								

Tabla 1. Escala de Diferencial Semántico

b) Valoración de recomendación del OA a otros estudiantes a través una proposición o afirmación que debe calificar utilizando una escala desde 1 correspondiente a “totalmente en desacuerdo” hasta 5 “Totalmente de acuerdo”)

2. Dimensión pedagógica:

Comprende aspectos relativos a los objetivos, contenidos teóricos, actividades y realimentación. Su propósito es valorar la significatividad lógica y psicológica en los OA desde la perspectiva del estudiante (Tabla 2).Consta de 6 proposiciones o afirmaciones que debe calificar utilizando una escala

desde 1 correspondiente a “totalmente en desacuerdo” hasta 5 “Totalmente de acuerdo”.

3. Dimensión técnica (Usabilidad Web):

Comprende aspectos relativos al diseño de la interfaz y la estructura y navegación (Tabla 2). El estudiante debe valorar la Funcionalidad y Usabilidad luego de la interacción con el OA.

Consta de 7 proposiciones o afirmaciones que debe calificar utilizando una escala desde 1 correspondiente a “totalmente en desacuerdo” hasta 5 “Totalmente de acuerdo”

	CATEGORÍA	CRITERIOS HEURÍSTICOS	SUB-HEURISTICAS
USABILIDAD PEDAGÓGICA	SIGNIFICATIVIDAD PSICOLÓGICA	Motivación	Recomendaría este recurso a otra persona.
		Conocimientos previos	El nivel de dificultad de los contenidos fue elevado para mis conocimientos previos.
		Innovación y autonomía	El sistema informa sobre mi progreso .
	SIGNIFICATIVIDAD LÓGICA	Objetivos	Los objetivos indican lo que se espera que sea aprendido.
		Contenidos	El material teórico me ayudó a comprender los conceptos .
		Actividades	Las actividades han sido claras y significativas para mi aprendizaje
USABILIDAD DE SITIOS WEB	DISEÑO DE INTERFAZ	Lenguaje de los usuarios	Las imágenes empleadas me ayudaron a aclarar los contenidos. Los videos y las animaciones me ayudaron a aclarar los contenidos.
		Diseño estético y minimalista	En general, los colores y el diseño de todo el recurso son adecuados.
	ESTRUCTURA Y NAVEGACIÓN	Visibilidad del estado del sistema	Me encontré perdido cuando recorría el recurso, no sabía dónde me encontraba
		Reconocimiento más que memoria	El texto es conciso y preciso. Los títulos son inadecuados, no se sabe cual es la acción que se debe realizar.
		Navegación visible	La información está mal organizada.

Tabla 2. Categorías y criterios heurísticos

En cuanto a los indicadores se tuvieron en cuenta:

- La valoración individual de las dimensiones pedagógica y técnica.
- La valoración global de las dimensiones pedagógica y técnica que se calcula como promedio ponderado, en donde cada peso es la proporción de criterios heurísticos asociados a cada dimensión tal como se muestra en la Tabla 3.
- La reacción global a partir del análisis de los resultados de la escala de diferencial semántico

DIMENSION	SUBHEURISTICAS	PESO
Usabilidad Pedagógica	6	46%
Usabilidad Web	7	54%
Total	13	100,00%

Tabla 3. Pesos de cada categoría

2.3 Análisis de la grabación de uso (registros de Logs)

Típicamente, los EVEAS contienen un registro de la interfaz y estadísticas sobre la frecuencia con la que cada usuario ha utilizado el OA y la frecuencia con que los diversos eventos de interés han ocurrido. El procedimiento consiste en la captura de los registros almacenados en el EVEA de cada estudiante que interactuó con el OA. Posteriormente se procede a cruzar esta información con los resultados del Cuestionario a fin de rescatar información más detallada de sus percepciones.

3. Aplicación de la Metodología de evaluación de un OA por parte de los estudiantes

Este caso de estudio que presentamos corresponde a un OA para un curso de programación inicial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Las carreras que se dictan son “No - informáticas”.

El tema seleccionado para el OA fue “Pasaje de parámetros”. En su construcción se presentaron los contenidos principales involucrados mediante ejemplos desarrollados con diferentes medios: texto, imagen, video, audio, etc y se incorporaron actividades de autoevaluación y grupales.

Los objetivos del OA se presentan en la Tabla 4.

<p>Objetivo General: Resolver problemas utilizando el pasaje de parámetros</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Entender la descomposición como forma de resolución de problemas. ✓ Dar valor a la reusabilidad en búsqueda de la eficiencia en la escritura el código. ✓ Establecer comunicación entre módulos. ✓ Comprender las ventajas de la descomposición ✓ Diferenciar los distintos tipos de pasaje de parámetros. ✓ Distinguir entre variables locales y variables globales.

Tabla 4. Objetivos del OA

Luego del proceso de desarrollo y evaluación por parte de expertos, el OA fue incorporado al Curso de la asignatura dentro de la Plataforma Moodle de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP (Figura 1) para que este disponible para estudiantes y de esta manera se produzca un proceso de interacción del OA con los usuarios finales. En la Figura 2 se muestra la estructura del OA.

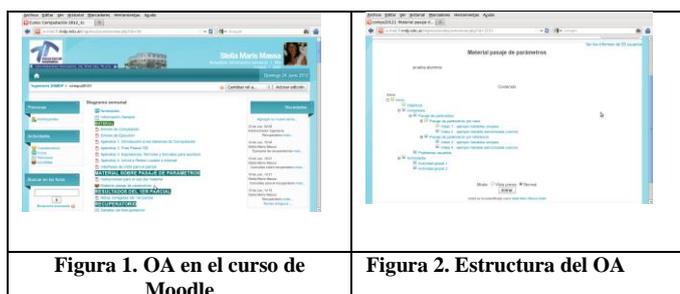


Figura 1. OA en el curso de Moodle



Figura 2. Estructura del OA

El OA fue recorrido por 33 estudiantes del curso, algunos de ellos desde sus computadoras (13) y otros en una clase práctica (20).

3.1 Análisis de resultados de la aplicación del Cuestionario CUSEOA

Se analizan a continuación cada una de los resultados de cada parte del cuestionario.

i) Reacción global al OA. Parte a

En la Tabla 5 se muestran los valores medios de la percepción de los estudiantes para cada adjetivo y luego el valor medio total. Un análisis global de los resultados y de acuerdo a la escala utilizada (-3,3) indica que los estudiantes tienen en general una percepción positiva.

adjetivos	Fácil	Satisfactorio	Ameno	Flexible
Media	1.10	1.70	1.00	0.40
Desviación típica	1.25	1.38	1.34	1.54

Tabla 5. Valores medios y Desviación típica

Profundizando acerca de la jerarquía que le otorgan los estudiantes a los adjetivos se realizó una clasificación a través del Análisis de Conglomerados Jerárquicos. Este análisis identifica conglomerados de palabras o imágenes (en función de lo que se pretenda clasificar) relativamente homogéneas, y lo hace dentro de un proceso jerárquico. De hecho, en el primer paso, se agrupan los pares de palabras/imágenes más similares y el proceso se repite recursivamente hasta que sólo queda un grupo. La similitud se mide en términos de distancia entre opiniones recogidas.

Los resultados del análisis de conglomerados jerárquicos sobre los 4 adjetivos para clasificar las palabras e imágenes se muestran gráficamente en el Gráfico 1.

Se observa que se agrupan en el primer paso las palabras Flexible con Fácil y Satisfactorio con Ameno. A partir del dendograma se puede concluir que para los estudiantes:

- La facilidad del OA se jerarquiza con la flexibilidad (integración entre la calidad pedagógica y técnica)
- Les resulta satisfactorio si es ameno (el recurso responde a la satisfacción del estudiante si le resulta ameno).
- No obstante estos adjetivos, no deben considerarse equivalentes, sino sólo jerárquicamente relacionados.

i) Reacción global al OA. Parte b

El 95% de los estudiantes recomendaría el recurso, con lo cual indica que es valorado positivamente.

programa en forma clara y ordenada”.

- “En mi opinión, la existencia del cuestionario ayuda a mejorar el material, y más cuando se trata de un recurso interactivo. La presencia del material beneficia al aprendizaje ya que ayuda a reforzar y visualizar los conceptos vistos en clase”.
- “Los videos ayudan mucho a comprender el funcionamiento y orden de los procedimientos”.
- “Me hubiese gustado que haya algunos ejemplos más difíciles, similares a los que toman en los parciales”
- “Me pareció muy útil la información extra al módulo teórico de la cátedra, muy interactivo y de fácil interpretación, reforzando así los conocimientos previos. Sugiero que para los siguientes temas se incorporen material de este tipo”.

3.2 Análisis de Grabación de uso (registro de Logs)

El procedimiento consistió en capturar los registros de la interacción del estudiante con el OA que se encuentran almacenados en el curso de Computación de la Plataforma Educativa Moodle. Como se describió anteriormente los 33 estudiantes se dividieron en dos grupos:

Grupo A: sólo interacción con el OA (N= 13)

Grupo B: interacción y valoración del OA a través del cuestionario (N = 20)

Para realizar el análisis, los registros capturados fueron agrupados en categorías de acuerdo a la estructura del OA. Cada categoría incluyó una serie de variables (Tabla 6).

CATEGORÍAS	VARIABLES
Estructura del OA	Árbol de contenidos (AC)
Objetivos	Objetivos del OA (OBJ)
	Objetivos de contenidos teóricos (CON)
	Objetivos de las actividades (OAC)
Contenidos conceptuales	Pasaje de Parámetros (PP)
	Pasaje de Parámetros por valor (PPV)
	Pasaje de Parámetros por referencia (PPR)
Videos	Pasaje de Parámetros por valor con variables simples (V1)
	Pasaje de Parámetros por valor con variables estructuradas (V2)

	Pasaje de Parámetros por referencia con variables simples (V3)
	Pasaje de Parámetros por referencia con variables estructuradas (V4)
Ejemplos	Problemas Resueltos (PR)
Actividades	Actividad Grupal (AG1)
	Actividad de Pares (AG2)

Tabla 6. Categorización del contenido del OA

La categoría Ejemplos corresponde a la descarga del archivo con problemas resueltos. Dado que no hay interacción, los valores obtenidos indican el tiempo que llevó descargarlo solamente que depende proveedor de Internet del usuario, no teniendo pues sentido analizar estos valores.

Con respecto a la categoría Actividades, comprende los enunciados de los problemas que se resuelven fuera del OA, con lo cual no tiene sentido analizar estos valores. Esta categoría podría analizarse en otro estudio a posteriori a partir de los resultados de la interacción fuera del OA.

i) Análisis de resultados del Grupo A

Se calcularon los estadísticos para cada uno de las variables (medidas en segundos) de cada categoría. Los tiempos utilizados registraron variabilidad, indicando que cada estudiante siguió su propio ritmo. La media no puede considerarse un valor representativo, se analizaron entonces otras Medidas de Posición no centrales como los cuartiles.

- Estructura del OA: Árbol de contenidos (AC). El tiempo utilizado registra variabilidad (CV= 69.26%). El 75% de los estudiantes utilizó 7.52 segundos o menos para reconocer el árbol, lo que indica su simplicidad.
- Objetivos: A pesar de la variabilidad registrada, de los tres objetivos, en el que más se detuvieron fue en el “Objetivo General del OA”, que aunque consta de una sola línea, despertó más interés. El 50% de los estudiantes utilizó 4.09 segundos o menos y el 75%, 16.63 o menos.
- Contenidos Conceptuales: Aunque la variabilidad registrada es muy grande, de los tres contenidos, en el que más tiempo se detuvieron fue en “Pasaje de Parámetros” (PP). El 50% de los estudiantes utilizó 3.15 segundos o más y el 75% 11.56 o menos.
- Videos :
 - Video 1: El 50% utilizó 1.26 segundos o más, lo que indica que no lo vieron completo ya que el video dura 75 segundos. El 75% utilizó 3.72 segundos o menos, es decir no lo vieron completo.

- Video 2: El 50% empleó 0.83 segundos o más, lo que indica que el 50% no lo vio completo, ya que este video dura 93 segundos. El 75% utilizó 11.85 segundos o menos, indicando que este porcentaje de estudiantes no vio el video completo.
- Video 3: El 50% utilizó 1.26 segundos o más, lo que indica que no lo terminaron de ver completo, ya que el video dura 85 segundos. El 75% utilizó 3.34 segundos o menos, indicando que este porcentaje de estudiantes no vio el video completo. Más aún, ninguno de los estudiantes de este grupo lo vio completo pues el valor máximo es 62.15 segundos. Este video es similar al video 1, pero la diferencia es que resuelve el problema Swap al utilizar pasaje de parámetros por referencia.
- Video 4: El 50% empleó 1.26 segundos o más, lo que indica que la mitad de los estudiantes no lo vio completo, ya que el video dura 120 segundos. El 75% utilizó 2.02 segundos o menos, indicando que este porcentaje de estudiantes no vio el video completo. Más aún, ninguno de los estudiantes de este grupo lo vio completo pues el valor máximo es 2.02 segundos.

ii) Análisis de resultados del Grupo B

Los tiempos utilizados registraron mucha variabilidad, indicando que cada estudiante siguió su propio ritmo. La media no puede considerarse un valor representativo, se analizaron entonces otras Medidas de Posición no centrales como los cuartiles.

- Estructura del OA: Árbol de contenidos (AC). El tiempo utilizado registra mucha variabilidad (CV= 341.79%). El 75% de los estudiantes utilizó 11.38 segundos o menos para reconocer el árbol, lo que indica su simplicidad.
- Objetivos: A pesar de la variabilidad registrada, de los tres objetivos, en el que más se detuvieron fue en el “Objetivo General del OA”, que aunque consta de una sola línea, despertó más interés. El 50% de los estudiantes utilizó 1,88 segundos o menos y el 75%, 10.35 o menos.
- Contenidos Conceptuales: Aunque la variabilidad registrada es muy grande, de los tres contenidos, en el que más tiempo se detuvieron fue en “Pasaje de Parámetros por valor” (PPV). El 50% de los estudiantes utilizó 18.64 segundos o más y el 75% 57.23 o menos.
- Videos :
 - Video 1: El 50% utilizó 211.05 segundos o más, lo que indica que se detuvieron más del

triple del tiempo que dura que es de 75 segundos. El 75% utilizó 317.85 segundos o menos, indicando que por lo menos cuadruplicaron el tiempo de duración del video.

- Video 2: El 50% empleó 129.72 segundos o más, lo que indica que no se detuvieron tanto tiempo como en el Video 1, ya que este video dura 93 segundos. El 75% utilizó 265.43 segundos o menos, indicando que por lo menos casi triplicaron el tiempo de duración del video.
- Video 3: El 50% utilizó 59.37 segundos o más, lo que indica que no lo terminaron de ver completo, ya que el video dura 85 segundos. El 75% utilizó 139.42 segundos o menos, indicando que por lo menos casi duplicaron el tiempo de duración del video. Este video es similar al video 1, pero la diferencia es que resuelve el problema Swap al utilizar pasaje de parámetros por referencia.
- Video 4: El 50% empleó 3.58 segundos o más, lo que indica que la mitad de los estudiantes no lo vio completo, ya que el video dura 120 segundos. Sin embargo del resto un 25% se detuvo 237.25 o más, que casi duplica la duración del video.

iii) Comparación de grupos

Para determinar cuáles son las componentes del OA que permiten establecer las diferencias entre los estudiantes que no respondieron el cuestionario (Grupo A) y los que lo respondieron (Grupo B) se realizaron pruebas de diferencias de medias.

Previo a ello, se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para definir si se optaba por una prueba paramétrica o no-paramétrica. Los resultados se presentan en el Apéndice D. Las variables AC, OBJ, CON, OAC, PP, PPR ($p > 0.05$), mientras que las variables PPV, V1, V2, V3, V4 no ($p < 0.05$).

Para las variables con distribución normal se le realizó una prueba T-Student para muestras independientes y para el resto una Prueba de Mann-Whitney para muestras independientes.

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre el Grupo A y el Grupo B para las variables AC, OBJ, CON, OAC, PP, PPR y PPV. Es decir no hay diferencia entre los estudiantes que respondieron el cuestionario y los que no lo respondieron con respecto al recorrido realizado en: Árbol de contenidos (AC), Objetivos del OA (OBJ), Objetivos de contenidos teóricos (CON), Objetivos de las actividades (OAC), Contenidos conceptuales: referidos al Pasaje de Parámetros (PP), Pasaje de

Parámetros por valor (PPV) y Pasaje de Parámetros por referencia (PPR).

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el Grupo A y el Grupo B para las variables V1, V2, V3, V4. Hay diferencia entre los estudiantes que respondieron el cuestionario y los que no lo respondieron en el recorrido de los videos.

Luego del análisis de los resultados obtenidos a partir del cuestionario y los registros del Log, se entrevistó a cinco estudiantes del Grupo B, y se envió un correo electrónico a los estudiantes del Grupo A a los efectos de contrastar, comprender y describir la información recopilada mediante un análisis retrospectivo de la acción.

Los estudiantes que no contestaron el cuestionario (Grupo A) se detuvieron más en la parte conceptual y los videos los desestimaron. Resolvieron los problemas planteados en las Actividades y realizaron consultas por correo electrónico acerca de la resolución de los mismos. Concibieron el OA como un recurso de aprendizaje y no se detuvieron en su evaluación.

En cambio los estudiantes que debían responder el cuestionario (Grupo B) al verse en la responsabilidad de evaluar el OA, lo siguieron con más detenimiento, sobre todo analizaron con profundidad los videos.

4. Conclusiones y líneas de trabajo futuro

La perspectiva de calidad de un OA abordada rescata tanto, criterios de usabilidad de sitios web y criterios pedagógicos, con un tratamiento específico. En este trabajo se identificaron y justificaron las dimensiones críticas a evaluar. En este sentido, se plantean los aspectos concretos a tener en cuenta a partir de los criterios definidos.

A través de los criterios es posible conocer la valoración del OA por parte de estudiantes mediante los distintos indicadores propuestos. Los resultados obtenidos permiten realizar análisis tanto cuantitativos y cualitativos acerca de la calidad del OA.

La propuesta de evaluación presentada en este trabajo forma parte de una metodología sistemática de evaluación de un OA en todos los momentos de su proceso de desarrollo mediante el Modelo MPOBA, a través de diferentes actividades, criterios, instrumentos, técnicas y evaluadores.

Como continuidad de este trabajo se pretende investigar la aplicación del modelo otras áreas del conocimiento, para determinar los parámetros que se deben ajustar según el contexto y por otra parte incorporar en forma dinámica información propia del

estudiante, de modo de adaptar (con técnicas de minería de datos e Inteligencia Artificial) aspectos de los OA generados con la metodología MPOBA.

Agradecimientos

La investigación descrita en este trabajo es un avance de una tesis doctoral en Informática de la UNLP y se desarrolla en el marco del proyecto de investigación “Ambientes virtuales de aprendizaje para la enseñanza de la Ingeniería” perteneciente al Departamento de Matemática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP).

Referencias

- [1]. Hewett, T, Baecker, R., Card, S., Carey, T., Gasen, J., Mantei, M., Perlman, G., Strong, G. & Verplank, W. Curricula for Human Computer Interaction. ACM SIGCHI, (1997). Disponible en <http://www.acm.org/sigchi/cdg>. Recuperado el 18 de marzo de 2011
- [2]. Mor, M., Garreta, M, y Galofré, M. Diseño Centrado en el Usuario en Entornos Virtuales de Aprendizaje, de la Usabilidad a la Experiencia del Estudiante. Actas del IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos Educativos Re utilizables (SPDECE'07) , (2007). Disponible en <http://spdece07.ehu.es/actas/Mor.pdf>. Recuperado el 31 de marzo de 2011
- [3]. Hassan Y., Fernández, F. y Iazza. G. Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información. Hipertext.net, 2, (2004). Disponible en www.hipertext.net/web/pag206.htm. Recuperado el 20 de marzo de 2012
- [4]. Sánchez, J. En busca del Diseño Centrado en el Usuario (DCU): definiciones, técnicas y una propuesta. No Solo Usabilidad, 10, (2011). Disponible en <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/dcu.htm>
- [5]. ISO 9241-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Part 11: Guidance on usability,(1998). Disponible en <http://www.it.uu.se/edu/course/homepage/acsd/vt09/ISO9241part11.pdf> Recuperado el 15 de noviembre de 2011

- [6]. Nielsen, J. Usability Engineering Academic Press Professional, Boston, MA, (1993)
- [7]. Blecken, A., & Marx, W.. Usability Evaluation of a Learning Management System. In Proceedings of the 43rd Hawaii International Conference on system Sciences, (2010), pp. 1-9. Disponible en <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/HICSS.2010.422>. Recuperado el 2 de junio de 2012
- [8]. Leal Fonseca, D.E. Objetos de Aprendizaje: cuatro años después. Objetos de Aprendizaje - Prácticas y perspectivas educativas. Pontificia Universidad Javeriana – Cali, (2009). Disponible en [http // portales.puj.edu.co/javevirtual/ portal/ Documentos/ Publicaciones/ Publicacion_2009.pdf](http://portales.puj.edu.co/javevirtual/portal/Documentos/Publicaciones/Publicacion_2009.pdf). Recuperado el 30 de setiembre de 2011
- [9]. Massa S.M., De Giusti, A., Pesado P.MPOBA: un Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje. XVII Congreso Argentino de Ciencias de Computación (CACIC 2011), (2011), La Plata
- [10]. Massa S.M., De Giusti, A., Pesado P. Métodos de evaluación de usabilidad: una propuesta de aplicación en Objetos de Aprendizaje. XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2012), (2012), Posadas, Argentina
- [11]. Squires, D. Usability and Educational Software Design: Special Issue of Interacting with Computers. Interacting with Computers 11, (5), (1999), pp.463-466. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0953543898000629>
- [12]. Quinn, C.N. Pragmatic evaluation: lessons from usability. In Proceedings of 13th Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, (1996). Disponible en <http://www.ascilite.org.au/conferences/adelaide96/papers/18.html>. Recuperado el 1 de junio de 2012
- [13]. Albion, P. R. Heuristic evaluation of educational multimedia: from theory to practice. In Proceeding of 16th Annual conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, ASCILITE, (1999). Disponible en <http://www.usq.edu.au/users/albion/papees/ascilite99.html>. Recuperado el 20 de mayo de 2012
- [14]. Squires, D. & Preece, J. Predicting quality in educational software: Evaluating for learning, usability and the synergy between them. Interacting with Computers. 11(5), (1999), pp. 467-483. Disponible en <http://www.irit.fr/recherches/ICS/projects/twintide/pload/446.pdf> Recuperado el 17 de mayo de 2012
- [15]. Vygotsky, S. Pensamiento y lenguaje. Buenos Aires: Pléyade, (1978)
- [16]. Ausubel, D. Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas. México, (1983)
- [17]. Del Rio Lugo, N. Bordando sobre la zona de desarrollo próximo. Educar, 9, (1999), Mexico. Disponible en http://cmap.upb.edu.co/rid=1186179924796_526735513_1416. Recuperado el 3 de febrero de 2012
- [18]. Bruner, J. S. Desarrollo Cognitivo y Educación. Ediciones Morata ,España, (1988)
- [19]. Velázquez, I. y Sosa, M. La usabilidad del software educativo como potenciador de nuevas formas de pensamiento. Revista Iberoamericana de Educación, 50 (4), (2009), pp.1-12. Disponible en www.rieoei.org/deloslectores/3032Sosa.pdf. Recuperado el 5 de febrero de 2011
- [20]. Molich, R. & Nielsen, J. Heuristic evaluation of user interfaces. In Proceedings of the Conference on Human factors in Computing Systems: Empowering people (SIGCHI 1990), (1990), Seattle: ACM Press
- [21]. Shneiderman B. Eight Golden Rules of Interface Design, (1986). Disponible en <http://faculty.washington.edu/jtenenbg/courses/360/f04/ssions/schneidermanGoldenRules.html>. Recuperado el 27 de febrero de 2012
- [22]. Nielsen, J. Ten Usability Heuristics, (1994). Disponible en http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html
- [23]. Instone, K. Site usability heuristics for the web, (1996). Disponible en <http://instone.org/heuristics>
- [24]. Mayhew, D. J. The Usability Engineering Lifecycle. A practioner's handbook for user interface desing. San Francisco. Morgan Kaufmann, (1999)
- [25]. Granollers, T. MPIu+a. Una metodología que integra la Ingeniería del Software, la Interacción Persona-Ordenador y la Accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares, (2004). Tesis Doctoral. Universitat de Lleida
- [26]. Reeves, T. , Benson, L. , Elliott, D., Grant, M. Holschuh, D. , Kim, B., Kim, H., Lauber, E. &

Loh, C. Usability and Instructional Design Heuristics for E-Learning Evaluation. In Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA 2002), (2002), pp. 1615-1621. Disponible en [http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet? Accno = ED477084](http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?Accno=ED477084). Recuperado el 2 de junio de 2012

[27]. Nokelainen, P. An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. *Educational Technology & Society*. 9(2), (2006), 178-197. Disponible en www.ifets.info/journals/9_2/15.pdf. Recuperado el 2 de junio de 2012

[28]. Brooke, J. SUS: A Quick and Dirty Usability Scale. In: P.W. Jordan, B. Thomas, B.A. Weerdmeester & I.L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry*, (1996), London: Taylor & Francis. Disponible en hell.meiert.org/core/pdf/sus.pdf. Recuperado el 2 de junio de 2012

[29]. Chin, J. P., Diehl, V. A, & Norman, K. Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface, *Proceedings of ACM CHI '88* (Washington, DC), (1988), pp. 213-218. Disponible en <http://www.lap.umd.edu/QUIS/index.html>. Recuperado el 4 de junio de 2012

[30]. Mondragón Donés, S., Vergara Monedero, M., Company Calleja, P. Diferencial Semántico: una herramienta al servicio del diseño emocional de máquinas herramientas. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35 (11), (2005) ,pp. 1021-1029. Disponible en www3.uji.es/~pcompany/MVC06.pdf. Recuperado el 4 de junio de 2012

[31]. Nagamachi M. Kansey engineering: a new ergonomic consumer-orientated technology for consumer development. *Journal. of Industrial Ergonomics* 15, (1995) ,pp 3-11

Dirección de Contacto del Autor/es:

Stella Matis Massa

J.B. Justo 4302

Mar del Plata

Argentina

e-mail: smassa@fi.mdp.edu.ar

sitio web: <http://www.fi.mdp.edu.ar>

Patricia Pesado

50 Y 120

La Plata

Argentina

e-mail: ppesado@lidi.info.unlp.edu.ar

sitio web: <http://www.lidi.info.unlp.edu.ar>

Mg. Stella Maris Massa es Prof. Adjunta de la Fac. Ingeniería de la UNMDP. Es estudiante del Doctorado en Cs. Informáticas de la UNLP.

Patricia Pesado es Licenciada en Informática y Profesor Titular de la UNLP en el área de Ingeniería de Software. Es Directora Adjunta del Instituto de Investigación en Informática LIDI. Dirige proyectos de I/D en el área de Sistemas Distribuidos y Calidad de Software.
