

Hacia un modelo de evaluación de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. La importancia de la usabilidad.

Ariel Ferreira Szpiniak¹

aferreira@exa.unrc.edu.ar

Cecilia Sanz²

csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

Abstract

This paper presents some research aspects which are being carried out as part of a thesis of the Master in Computer Technology applied to Education, at the School of Computer Sciences of the UNLP.

In particular, it is of interest to study and analyze the current Teaching and Learning Virtual Environments (TLVE), how they have evolved and which the criteria allowing the evaluation of such environments are.

This paper describes different evaluation models of TLVE, presented by different authors. They are compared and summed up to give a context to this work. Then, the concept of usability and usability heuristics is reviewed. Finally, some ideas to reach an evaluation model of TLVE are proposed, incorporating usability criteria. Even though there does not yet exist applications of the proposed evaluation model, we intend to apply it for a TLVE in particular, in a specific institutional context.

Keywords: Teaching and Learning Virtual Environments, Usability, TLVEs Evaluation.

Resumen

En este trabajo presentamos algunos aspectos de la investigación que se está realizando como parte de un trabajo de tesis de la Maestría de Tecnología Informática Aplicada en Educación, de la Facultad de Informática de la UNLP.

En particular, es de interés estudiar y analizar los actuales Entornos Virtuales de Enseñanza y de Aprendizaje (EVEA), cómo han evolucionado y cuáles son los criterios que permiten evaluar dichos entornos.

Se presentan aquí diferentes modelos de evaluación de EVEAs, presentados por diversos autores. Se los compara y resume para dar contexto a este trabajo. Se revisa, luego, el concepto de usabilidad y de heurísticas de usabilidad. Se proponen, finalmente, algunas ideas para alcanzar un modelo de evaluación de EVEAs, que incorpore criterios de usabilidad. Si bien no existen aún aplicaciones del modelo de evaluación propuesto, se tiene la intención de aplicarlo para un EVEA en particular, en un contexto institucional específico.

Palabras clave: entornos virtuales de enseñanza y de aprendizaje, usabilidad, evaluación de EVEAs.

1. Entornos virtuales enseñanza y aprendizaje

Los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA) son aplicaciones informáticas desarrolladas con fines pedagógicos, es decir, persiguen un fin educativo. Fueron diseñados con el propósito de facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes en un proceso educativo, fundamentalmente docentes y alumnos, sea éste completamente a distancia, presencial, o de naturaleza mixta, es decir, que

¹ Departamento de Computación. Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta 36 Km 601, 5800, Río Cuarto, Córdoba, Argentina

² III LIDI, Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata. Calle 50 y 115, 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina

combine ambas modalidades en diversas proporciones (blended). Funcionan utilizando redes telemáticas como soporte, principalmente Internet.

Los EVEA ponen el énfasis en la interactividad como estrategia para favorecer los procesos educativos. Deben ser lo suficientemente versátiles como para no condicionar la propuesta pedagógica y permitir un amplio abanico de posibilidades en cuanto a los modelos susceptibles de ser utilizados, desde un modelo centrado en el docente hasta un modelo centrado en el alumno [2]. Es decir, lo importante es que el diseño tecnológico acompañe al modelo pedagógico, sin perder de vista que la herramienta tecnológica solamente, aunque sea la mejor, no garantiza el cumplimiento de los procesos educativos [3].

Para conseguir estos objetivos, los EVEA proveen herramientas que se ocupan de la gestión de usuarios, gestión de cursos y gestión de servicios de comunicación y distribución y tratamiento de contenidos.

Los EVEA surgieron con la masificación del uso de Internet y las potencialidades de la misma como vehículo para el aprendizaje. En sus comienzos el uso de Internet se limitaba a la explotación independiente de sus servicios (www, ftp, e-mail, foros, chat, etc.), donde la modalidad predominante consistía en publicar o enviar a los alumnos los contenidos del curso, generalmente divididos en módulos, y luego resolver las dudas o discutir los contenidos a través del contacto por correo electrónico entre el alumno y el docente y/o una lista de distribución [4].

A los efectos de proveer un soporte más eficaz para diferentes modalidades educativas, con el paso del tiempo la tecnología informática generó una serie de entornos, ambientes o herramientas genéricas que sirvieron de base, para optimizar las distintas fases del proceso de enseñanza y aprendizaje. La principal ventaja ofrecida por este tipo de entornos ha sido la integración de diferentes herramientas y servicios para gestionar y desarrollar actividades de formación. En los últimos años, la integración y centralización en un único entorno de estas herramientas, ha facilitado y optimizado mucho la labor tanto de administradores como de docentes, generando además entornos favorables para el trabajo de los alumnos.

Los EVEA sirven para distribuir materiales educativos en formato digital (textos, imágenes, audio, simulaciones, juegos, etc.) y acceder a ellos, para realizar debates y discusiones en línea sobre aspectos del programa de la asignatura, para integrar contenidos relevantes de la red o para posibilitar la participación de expertos o profesionales externos en los debates o charlas. Estos sistemas son un soporte tecnológico donde se integran y combinan diversos servicios, herramientas y recursos de Internet para favorecer distintas fases del proceso de enseñanza y de aprendizaje tales como planificación, implementación, desarrollo y evaluación del currículum [5].

Existe una gran cantidad de entornos virtuales orientados a la educación superior. En algunos casos se habla de más de ciento treinta [7], en otros, si se suman los desarrollos propios de las universidades, el número aumenta a varias centenas [8]. Muchos de ellos, se utilizan en ámbitos específicos o muy reducidos, otros se han fusionado o discontinuado en su desarrollo. Algunos, al no tener un fin comercial, no trascienden y es muy difícil conocerlos en detalle. Luego de la “fiebre de entornos” que se produjo hacia fines del siglo XX, donde cada institución o empresa creaba su propia solución, sobrevino otra etapa caracterizada por un análisis pormenorizado de los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje desde la óptica educativa. Investigadores en educación, pedagogos y docentes criticaron el excesivo peso que hasta el momento se había puesto sobre los criterios técnicos en desmedro de los pedagógicos, didácticos y comunicacionales. Con el paso del tiempo se produjo por un lado, una decantación, y por el otro una vertiginosa evolución de los entornos que contaban con mayor calidad y apoyo, tanto desde el punto de vista institucional, económico, de la comunidad de usuarios o desarrolladores. En la actualidad, dentro del ámbito internacional encontramos aproximadamente 40 productos de este tipo que han logrado preponderancia.

Los entornos se utilizaron exclusivamente en un primer momento para la formación a distancia, pero en los últimos años se han incorporado muy fuertemente a la educación presencial. Por medio de estos entornos se han logrado aprovechar las características de accesibilidad y cooperación entre los usuarios de la red, orientando fundamentalmente el proceso educativo hacia nuevas maneras de aprender, apoyadas en el trabajo colaborativo, acompañadas de una serie de recursos, más allá de la mera presencia del docente [9].

Así, la primera generación de entornos basados en la distribución de materiales y la evaluación mediante pruebas automáticas, ha dado paso a una segunda generación de entornos inspirados en los nuevos conocimientos sobre cómo se aprende usando recursos en línea. Esta segunda generación está más orientada hacia la comunicación didáctica, el diseño y monitorización del flujo de trabajo colectivo con los materiales y, en general, hacia la actividad didáctica o experiencia de aprendizaje. Todo ello sin olvidar la necesaria estandarización de los contenidos, si pretendemos reutilizarlos y compartirlos [5].

Cada entorno está diseñado, consciente o inconscientemente, desde una filosofía pedagógica. Algunos entornos privilegian la creación y distribución de contenidos formativos, asumiendo que el contacto de los estudiantes con materiales relevantes, cuidadosamente diseñados, es el elemento clave del aprendizaje. Otros, en cambio, potencian la comunicación entre los participantes en la convicción de que el aprendizaje es producto de la interacción social y la construcción compartida de significados en un ambiente rico en información y en oportunidades de conocimiento. Actualmente es posible observar tres tendencias bien [5]:

- Entornos centrados en la creación, gestión y distribución de contenidos que además incorporan algunas herramientas de comunicación.
- Entornos centrados en la comunicación y las actividades de enseñanza / aprendizaje que incluyen además herramientas para gestionar materiales.
- Entornos de trabajo en grupo para comunidades académicas que agregan algunas funcionalidades utilizables en la enseñanza.

Por ello, los distintos módulos, componentes, recursos o herramientas incorporadas en los entornos poseen distintas funcionalidades y están dispuestos de modo diferente. Sin embargo, un buen entorno debe ser lo sumamente flexible como para no imponer un estilo docente en particular sino posibilitar la mayoría de ellos a fin de que los docentes y los estudiantes lo experimenten como un aumento de posibilidades y no como una limitación, un elemento distorsión o un freno a su creatividad y a su capacidad de innovación [5].

2. ¿Cómo evaluamos los EVEAs?

En esta sección presentaremos una breve descripción en cuanto a lo referido por diferentes autores sobre cómo podemos evaluar los EVEAs. Esto permitirá contextualizar la propuesta realizada en este trabajo.

En la actualidad los EVEA poseen herramientas suficientes como para desarrollar acciones formativas de diverso tipo. No obstante se observan ciertos inconvenientes y limitaciones que dificultan su implementación [5]. A los efectos de determinar objetivamente las potencialidades de cada uno, es necesario realizar un proceso de evaluación de los mismos. La evaluación está orientada a valorar la calidad del entorno virtual a través del cual se implementan acciones formativas [10]. Mediante la evaluación podremos determinar su filosofía pedagógica, su flexibilidad didáctica, sus funcionalidades y usabilidad.

Los principales indicadores que pueden tenerse en cuenta a la hora de analizar un entorno virtual están relacionados con el tipo de actividad educativa a desarrollar (cursos, carreras, comunidades virtuales), la modalidad, las características de los destinatarios y de las posibilidades y limitaciones técnicas disponibles (ancho de banda, equipamiento informático y disponibilidad de tiempo, entre otros). Existen gran cantidad de enfoques e instrumentos para llevar a cabo esta tarea. La mayoría están orientados a

determinar las características de los entornos en función de una serie de categorías de análisis como características generales, requerimientos técnicos, herramientas para la enseñanza y el aprendizaje, herramientas para la gestión y administración, etc. Aunque las categorías varíen de un enfoque a otro, es muy común encontrar cierta recurrencia en las cuestiones centrales. Algunos instrumentos de evaluación son netamente técnicos, a partir de una lista de chequeo de funcionalidades, servicios y herramientas, y otros adoptan miradas desde lo educativo a partir de las potencialidades que poseen a efectos pedagógicos y didácticos. En su mayoría se trata de instrumentos para evaluar y comparar entornos a los efectos de seleccionar el más adecuado para ser utilizado en un contexto particular. Podríamos decir que encontramos en un extremo a los planteos de índole exclusivamente tecnológica y generalmente cuantitativos, en el otro extremo a los planteos educativos y generalmente cualitativos. Entre ambos existe gran variedad de matices. Algunos de los modelos de evaluación más importantes serán sintetizados a continuación.

2.1 Revisión de algunos modelos

El modelo desarrollado por Adell [5] sostiene que los criterios planteados están pensados conforme con las necesidades y los tipos de uso educativo que se pretende realizar del EVEA. Se trata de un análisis de corte cualitativo realizado en función de tres criterios: flexibilidad didáctica, usabilidad y flexibilidad tecnológica. La flexibilidad didáctica se enfoca hacia las facilidades para el diseño del currículo (acceso a los cursos, organización del curso de manera temporal, por temas, etc.) y las herramientas de aprendizaje disponibles (foros, materiales, mensajería, chat, ejercicios, deberes, extensibilidad, multimedia, grupos, copias de seguridad, compatibilidad de contenidos, seguimiento y evaluación del aprendizaje). La usabilidad tiene en cuenta a la facilidad de uso, los conocimientos técnicos de los usuarios, ayuda, trabajo offline, accesibilidad e idiomas. Por último, la flexibilidad tecnológica tiene en cuenta los siguientes aspectos: requisitos técnicos, escalabilidad, posibilidades de integración con otros sistemas, mecanismos de autenticación de los usuarios, adaptación visual y costes de implementación, administración y mantenimiento.

Por su parte, Pallof y Pratt [11] sugieren tomar en cuenta cinco aspectos que deberían estar presentes en un buen entorno: interacción, introspección, innovación, integración e información. La **interacción** tiene que ver con los aditamentos necesarios para establecer procesos comunicacionales sincronizados y asíncronos entre todos los participantes: correo electrónico, enlaces web, foros de discusión, chats, desarrollo de páginas web personales, etc. La **introspección** se asocia con la posibilidad de que las herramientas comunicacionales permitan generar el desarrollo de pensamiento crítico y creativo por medio de una serie de recursos, en donde se acompañe de audio, video y texto, junto con espacios para actividades a desarrollar por parte de los estudiantes. Sin embargo, la propuesta didáctica sigue siendo un elemento fundamental en estos casos, ya que la herramienta puede contar con las mejores características pero ser usada de forma inadecuada. La **innovación** permite al profesor generar actividades diferentes a las acostumbradas en una clase convencional, permitiendo a los estudiantes participar cada vez más, sacando provecho de su propio estilo de aprendizaje. De la misma manera, el proceso de evaluación del curso amplía su gama de alternativas, gracias al apoyo de la tecnología. La **integración** tiene que ver con la manera en que los recursos tecnológicos incorporan la información a un proceso de generación de conocimientos, partiendo de una base relacional (entre todos los participantes del curso), lejos de posturas eminentemente individualistas. La **información** refiere a la posibilidad de contar con aquellos hechos o datos necesarios para el buen desarrollo del curso a la mano del estudiante, sin importar en qué lugar se encuentre: bases de datos especializadas, bibliotecas digitales, portafolios electrónicos, datos del curso, producciones del docente, etc.

También el Gabinete de Tele-Educación de la Universidad Politécnica de Madrid [12] ha elaborado una serie de indicadores para evaluar entornos para la formación por Internet. Estos indicadores, agrupados en cinco niveles, pretenden ser una ayuda para establecer una relación entre los objetivos que se buscan

y la oferta disponible. Ellos son: información técnica, edición de materiales, proceso de enseñanza – aprendizaje, administración y gestión académica, y, por último, otras características. Dentro de información técnica se consideran a su vez las características generales, la compatibilidad y la robustez. Las características generales son una serie de indicadores que posibilitan determinar la adaptabilidad a las necesidades y posibilidades institucionales tales como idiomas, número de usuarios permitidos, número de cursos, arquitectura escalable, precio y servicio técnico. La compatibilidad evalúa el carácter universal del entorno mediante parámetros como: requisitos de hardware y software, soporte de formatos multimedia, interoperabilidad con una infraestructura existente, estándares y accesibilidad. La robustez se ocupa de analizar las fallas derivadas de un mal diseño del software, la tolerancia ante utilización poco experta y la capacidad de controlar los accesos a las bases de datos y herramientas que integran el sistema, así como también la propiedad y protección de los materiales curriculares. El nivel de edición de materiales evalúa la edición de contenidos, la edición de elementos de evaluación y la posibilidad de creación de otros elementos complementarios como actividades de aprendizaje, bibliografía, enlace, glosario y índice de los contenidos del curso. Proceso de enseñanza – aprendizaje se refiere a los indicadores necesarios para evaluar las prestaciones que ofrece la plataforma en lo referente a: desarrollo y funcionamiento de los cursos, herramientas que dispone el profesor para efectuar una monitorización del trabajo de los alumnos, comunicación entre los alumnos y entre éstos y los profesores y herramientas que dispone el alumno para la realización de sus actividades de aprendizaje. El nivel de administración y gestión académica evalúa las herramientas para la gestión de usuarios, organización académica e informes. Por último, dentro de otras características, se encuentran a una serie de indicadores que pretenden evaluar aspectos subjetivos y que están relacionados con la confianza que ofrece el sistema y con su calidad ergonómica. Es por ello se evalúan aspectos tales como la evolución del entorno, quienes son sus propietarios, la opinión y aceptación de terceras personas, la sencillez de manejo, la comodidad y amabilidad de uso, la existencia de ayudas, documentación, recursos y capacitación sobre el uso del sistema. Como puede observarse, en este caso existe una mayor preponderancia de análisis de elementos más referidos a lo tecnológico y algunas cuestiones relacionadas con la usabilidad.

Basándose en investigaciones propias y de otros autores, Torres Toro y Ortega Carrillo [4] elaboraron una serie de indicadores de calidad a tener presentes en los entornos de formación virtual. Ellos proponen cuatro categorías para analizar la calidad: técnica, organizativa y creativa, comunicacional y didáctica. En la categoría de calidad técnica se tienen en cuenta los aspectos para garantizar la solidez y estabilidad de los procesos de gestión y de enseñanza-aprendizaje. Entre los más importantes se destacan la infraestructura tecnológica necesaria, accesibilidad y complejidad, número de usuarios, coste de mantenimiento, conocimientos necesarios para su utilización, interfase sencilla, seguridad y acceso a los materiales, eficacia de gestión de cursos, licencias de uso o gratuidad. En cuanto a la calidad organizativa y creativa se detallan aspectos como la flexibilidad en la elección del proceso de enseñanza-aprendizaje, la posibilidad de adaptación a otros entornos formativos como la educación no formal o comunidades virtuales de aprendizaje, posibilidad de organizar automáticamente los contenidos en índices y mapas conceptuales, glosarios, integración de elementos multimedia, herramientas de evaluación, búsqueda de contenidos, seguimiento del curso, mantenimiento y actualización. En la categoría calidad comunicacional se analizan las posibilidades de comunicación asincrónica (foros, correo, noticias y calendario) y sincrónica (chats, audio y video conferencia) entre docente-alumno, alumno-alumno y docente-docente. Dentro de calidad didáctica, tiene en cuenta las principales aportaciones de las teorías cognitivistas y constructivistas al diseño de materiales curriculares virtuales como el principio del aprendizaje activo, principio del aprendizaje inductivo por descubrimiento, principio de la significatividad del aprendizaje, principio del aprendizaje cooperativo, principio de la versatilidad de los ambientes formativos, principio de la autonomía organizativa y del equilibrio cognoscitivo, principio de la secuencialidad conceptual, principio del andamiaje

cognoscitivo, principio del orden y la claridad didáctica y el principio de la comunicación multimedia eficaz.

El modelo de evaluación propuesto por Zapata Ros [13], se apoya en cinco categorías que posibilitan examinar de forma muy pormenorizada las características de un entorno. En general, cada categoría se desglosa en una serie de preguntas o ítems que pueden ser identificados o no dentro de la herramienta analizada. Ellos son características básicas, utilidades que generan ambientes de comunicación y de trabajo, funciones formativas que permite desarrollar, roles que se identifican y evaluación sobre la intervención psicopedagógica del sistema que soporta.

Pere Marquès elaboró una serie de criterios de calidad para los sistemas de teleformación [14] donde no se abordan únicamente las herramientas sino también la calidad de los materiales formativos, la labor de los docentes y tutores, el plan docente y la metodología del curso. Esta concepción sostiene que la calidad del entorno dependerá en gran manera de la actuación de los docentes que interactúan con los estudiantes en el marco de un determinado modelo pedagógico. Los criterios están agrupados en: aspectos relacionados con el entorno telemático, aspectos funcionales del curso on-line, aspectos relacionados con el plan docente y el modelo pedagógico, aspectos relacionados con los servicios complementarios.

El estudio realizado por Whitmyer Grimes [15], denominado Comparative Features Analysis of Leading Course Management Software, identifica un extenso conjunto de características deseables, 94 en total, para dar un correcto soporte a la enseñanza y el aprendizaje en línea. El propósito de sus investigaciones está orientado en dos sentidos: por un lado ayudar a las instituciones académicas a tomar decisiones sobre el entorno más conveniente a utilizar, y por el otro para orientar a los desarrolladores de este tipo de herramientas respecto a nuevas funcionalidades que sería provechoso fueran incorporadas en el futuro no muy lejano.

En general, la mayoría de los modelos presentados están orientados hacia las funcionalidades que ofrece el entorno. Se trata de modelos donde el usuario final no participa sino que son expertos quienes realizan la evaluación, asumiendo los diferentes roles para los cuales el entorno será utilizado. Esto se debe a que dichos instrumentos fueron pensados principalmente para la toma de decisiones sobre el entorno a adoptar, por parte de las universidades o de los centros de formación. Por ello, en la mayoría de los casos, se realiza una extensa categorización de características deseables o ideales que debería tener un sistema de este tipo. En la actualidad, la mayoría de los entornos que han logrado buenos niveles de aceptación disponen de las características buscadas en estos modelos de evaluación.

3. La importancia de considerar criterios de “usabilidad”

Como hemos mencionado anteriormente, los EVEAs son aplicaciones informáticas del tipo cliente/servidor que funcionan vía red, generalmente Internet. Esto posibilita que puedan ser utilizados desde cualquier lugar y en cualquier momento. La interacción con los usuarios se realiza mediante páginas Web, es decir que estos entornos se presentan al usuario como un sitio Web. Claro está que los EVEAs no son sitios Web cualesquiera, sino que poseen características particulares debido a que están pensados para mediar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Sin embargo, al utilizar la Web como interfaz, es posible contar con una teoría desde donde partir para su análisis, debido a que los lineamientos para un buen diseño Web no deben ser perdidos de vista.

Cuando hacemos referencia al diseño de un sitio Web inmediatamente aparecen conceptos como facilidad de uso, efectividad, eficiencia, facilidad de aprendizaje, satisfacción del usuario, accesibilidad, consistencia, entre otros. Todos estos conceptos están relacionados con la usabilidad del sitio Web. Se

podría decir que la usabilidad de un sitio Web está relacionada a la facilidad de uso y de aprendizaje [17], [18], [19], y [20]. Sin embargo, esta definición deja de lado otras connotaciones importantes de la usabilidad como lo son la funcionalidad del sitio y el contexto en cual será utilizado [21], [22], y [23]. Puede ocurrir que un sitio Web sea muy fácil de usar, pero no permita al usuario hacer todo lo que desea, es decir, no posea las funcionalidades necesarias. Puede también suceder lo inverso, es decir, que el sitio posea todas las funcionalidades necesarias pero sea muy complicado de usar. Podemos encontrarnos en otras situaciones más complejas como que un sitio sea adecuado, tanto en funcionalidades como en facilidad de uso, para un adolescente con un alto grado de conocimiento en navegación por Internet, una computadora de última generación y una conexión a Internet de alta velocidad, pero se transforme en todo lo contrario para un adulto mayor, con poca experiencia en la Web, con una computadora desactualizada y conexión telefónica. En definitiva, la usabilidad de un sitio Web difícilmente sea la óptima para todos los casos, pero existen una serie de atributos y de reglas que deben ser tenidos en cuenta.

La usabilidad puede ser afrontada como parte del proceso del desarrollo del software o como un atributo del producto final [24]. En el primer caso se trata de una mirada orientada al proceso que es abordada como una disciplina relacionada con la ingeniería de software donde se estudia la forma de diseñar sitios para que los usuarios puedan interactuar con ellos de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible [25]. El segundo caso está orientado al producto final, como un atributo de la calidad del mismo según la perciben los usuarios que hacen uso del sistema.

A menudo se habla del grado de usabilidad de un sistema valorándolo en una escala cualitativa (por ejemplo: bajo, medio, alto) o cuantitativa (por ejemplo: 1 a 10). El grado de usabilidad es una medida empírica y relativa del uso del producto. Es empírica porque se basa en pruebas realizadas en laboratorio u observadas mediante trabajo de campo. Es relativa porque el resultado no es ni bueno ni malo, sino que depende de las metas planteadas o de una comparación con otros sistemas similares.

Hasta no hace mucho tiempo, la usabilidad era una propiedad exclusiva de la presentación de la información, es decir, la capa decorativa del producto. Se creía que encapsulando la capa de presentación y separándola del resto se podía desarrollar la aplicación y obtener altos grados de usabilidad. Sin embargo, este modelo de desarrollo ha fracasado debido a que muchos problemas de usabilidad requieren realizar cambios profundos en la funcionalidad de una aplicación [26]. Dicho de otra manera, además de la usabilidad de una interfaz debe analizarse también el modelo de usuario, el cual está constituido por los objetivos que el usuario quiere alcanzar con sus tareas. Este modelo es el que permite al usuario relacionar sus objetivos con la funcionalidad del sistema [27]. Debido a la creciente complejidad de los sistemas Web, la mayor parte de los aspectos que involucran a la usabilidad no están a la vista, por lo cual para conseguir una buena usabilidad no basta con tener en cuenta solo la capa de presentación, sino que es preciso que se contemple también en el momento de la definición de la funcionalidad de la aplicación [26].

Existen varias definiciones del concepto de usabilidad que son ampliamente referenciadas y forman parte de cualquier estudio sobre el tema. Inclusive algunas de ellas han sido tomadas por organismos internacionales de estandarización como la ISO.

Precisamente el estándar ISO 9241 describe los requisitos ergonómicos para trabajo de oficina con terminales de despliegue visual y explica algunos de los principios básicos subyacentes. En su apartado 11, desarrollado por Bevan, define cómo especificar y evaluar la usabilidad de productos, y aquellos factores que tienen un efecto en la usabilidad desde el punto de vista ergonómico como parte de un sistema de calidad [23]. Este estándar posibilita que evaluadores, consultores, instituciones o empresas no involucrados en el desarrollo del producto puedan medir la usabilidad del mismo. La usabilidad se define como el grado de efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico [28]. Esta definición deja bien en claro que la usabilidad de un sistema está en directa relación con los usuarios, necesidades y condiciones específicas. Por tanto, la usabilidad no es un atributo inherente al software exclusivamente,

y no puede especificarse independientemente del entorno de uso y de los usuarios concretos que vayan a utilizar el sistema. Para especificar o medir la usabilidad es necesario identificar las metas y descomponer la efectividad, eficiencia y satisfacción, así como los componentes del contexto de uso en sub-componentes con atributos medibles y verificables.

La definición que acabamos de presentar fue tomada por Nielsen con el propósito de ampliar el concepto de usabilidad. Este autor entiende que la usabilidad es un término multidimensional que influye en la aceptación del producto [17]. La define como la medición de la calidad de la experiencia del usuario en interacción con un sistema [17]. Al respecto dice que: “la usabilidad se refiere a la capacidad de un software o sistema interactivo de ser comprendido, aprehendido, usado fácilmente y atractivo para un usuario, en condiciones específicas de uso. También es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar sus objetivos específicos” [28]. La usabilidad no es algo simple o una propiedad que ofrezca una única cara relacionada con la interfaz de usuario ofrecida, en contraposición tiene múltiples componentes e involucra cinco atributos de calidad más específicos [20]: facilidad de aprendizaje, eficiencia o velocidad de desempeño, recuerdo o retención en el tiempo, tasa de errores por parte de los usuarios y satisfacción.

Por otro lado, Redish elaboró una la definición que se basa en la necesidad de diseñar sitios Web para que los usuarios sean capaces de "encontrar lo que necesitan, entender lo que encuentran y actuar apropiadamente dentro del tiempo y esfuerzo que ellos consideran adecuado para esa tarea" [29]. En este caso el término usabilidad abarca la comprensión de los objetivos de los usuarios, el contexto de su trabajo, y cuál es el conocimiento y la experiencia de que disponen [29]. Es decir, usabilidad significa que la gente que utilice un producto pueda realizar rápida y fácilmente sus tareas.

Para Shackel, la usabilidad está circunscripta al concepto de aceptación, al igual que lo planteado por Nielsen. La aceptación es una función de la percepción de utilidad, uso, agrado y costes. La utilidad hace referencia a la armonía entre las necesidades del usuario y el uso del producto, mientras que el agrado refiere a las evaluaciones afectivas y los costes al ámbito financieros, así como también a las consecuencias sociales y de organización [24]. La usabilidad está definida como la capacidad de un producto de ser utilizado por los seres humanos fácilmente y con eficacia [30]. La eficacia a la que alude Shackel es entendida como sinónimo de la efectividad a la que hacen referencia Bevan y Nielsen. Para este autor, la usabilidad es una característica que no es constante sino relativa a los usuarios, a su entrenamiento y ayuda, a las tareas y a los ambientes. Así, la evaluación es dependiente del contexto [24]. Para que un sistema sea usable tiene que alcanzar niveles definidos en los siguientes criterios operacionales [30]: eficacia, aprendizaje, flexibilidad y actitud. Mientras que Preece [31] señala que el concepto de usabilidad mide la facilidad con la que un sistema puede ser aprendido o usado, incluyendo además la seguridad, efectividad, eficiencia y actitud de los usuarios con respecto al sistema. También Landauer [32] coincide con éste y expresa que el concepto de usabilidad se basa en la estandarización del comportamiento y funcionamiento de las interfaces sumado a la facilidad de uso y capacidad de aprendizaje [33].

Las definiciones presentadas anteriormente poseen atributos comunes entre sí, como también aspectos que las distinguen.

Autor	Atributos					
	Efectividad	Eficiencia	Satisfacción	Contexto	Aprendizaje	Flexibilidad
Bevan	•	•	•	•		
Nielsen	•	•	•	•	•	
Redish	•	•	•	•		
Shackel	•		•	•	•	•

En todos los casos está presente la efectividad, la satisfacción por parte del usuario y el contexto de uso como elementos a considerar. Shackel incorpora el concepto de flexibilidad, pero por la manera de definirla también incluye al contexto de uso.

Los atributos considerados en las definiciones presentadas anteriormente no son los únicos. Existen otros como la consistencia y el estilo comunicativo. También es muy común que la efectividad sea expresada en función de tres sub-atributos: facilidad de aprendizaje, tasa de errores y recuerdo en el tiempo.

Sin embargo, la usabilidad de un sistema no es una simple adición del valor de estos atributos, sino que se define para cada sistema como un nivel a alcanzar. Cada uno de los atributos puede descomponerse a su vez para conseguir una mayor precisión en los aspectos de usabilidad en los que se quiere poner mayor énfasis. La eficiencia, por ejemplo, puede analizarse en función del rendimiento en uso normal y el uso de opciones avanzadas, mientras que la primera impresión que tiene un usuario sobre el sistema podría ser un sub-atributo de satisfacción. Algunos de estos atributos no contribuyen a la usabilidad del sistema en la misma dirección, pudiendo ocurrir que el aumento de uno de ellos tenga como efecto la disminución de otro. Por ejemplo, si se desea un sistema con alta facilidad de aprendizaje y eficiencia, es conveniente no sobrecargar la interfaz y agregar el uso de teclas rápidas para ejecutar operaciones de uso habitual [34]. En otros casos un atributo puede ser mucho más relevante que otro y tener una ponderación acorde a la actividad que se quiera realizar con el sistema, de las características de la audiencia objetivo y de las circunstancias en las cuales se usará el software [35].

Es decir, la usabilidad encuentra relación con otros conceptos íntimamente ligados al usuario tales como: quiénes son los usuarios, cuáles sus conocimientos, qué pueden aprender, qué quieren o necesitan hacer, cuál es la formación general, cuál es el contexto en el que el usuario está trabajando, qué debe dejarse a la máquina y qué al usuario, el tipo de producto del que se trata, el tipo de usuario que hace uso del producto y las prestaciones que logren los usuarios haciendo uso del producto [20][25]. Esto hace que el papel del usuario en todo proceso de evaluación sea vital, ya que sin usuario no hay evaluación [33].

Heurísticas

La heurística trata de aplicar normas convencionales a la interacción entre el hombre y la máquina. Su objetivo es reducir la brecha entre el usuario y el sistema para favorecer el logro de los objetivos. Se habla de heurísticas en el sentido de que se trata de directrices o reglas realizadas por expertos que pueden ser utilizadas como guía para los diseñadores, como ayuda a los evaluadores, para explicar problemas de usabilidad observados y para dar pautas de porqué los usuarios cometen ciertos errores [36]. No proveen una definición concreta del concepto de usabilidad sino que lo definen enfocando las metas del diseño [24]. Como podremos observar, las heurísticas guardan relación con los atributos de usabilidad. Ellas pueden tener diferente nivel de especificidad ya que podemos encontrar orientaciones genéricas para el diseño de todo un sitio, como lo es la adecuación a ciertos estándares, o sugerencias tan concretas como cual debería ser la longitud del texto de un enlace. Las heurísticas más relevantes se deben a expertos en la materia como Schneiderman, Nielsen, Instone, Constantine, Mayhew, Norman y Tognazzini.

Como podemos observar éstas heurísticas poseen similitudes y diferencias. En la siguiente tabla se especifican las más importantes.

	Schneiderman	Nielsen e Instone	Constantine	Mayhew	Norman	Tognazzini
Consistencia	•	•	•		•	•
Visibilidad		•	•		•	•
Retroalimentación	•		•	•	•	
Control por parte del	•	•		•	•	•

usuario						
Reversibilidad	•	•	•			•
Manejo del error	•	•		•		
Reutilización	•	•	•			
Simplicidad			•	•		•
Metáforas		•		•	•	•
Presentación visual		•			•	•
Productividad	•	•				
Seguridad				•		•
Ayuda y documentación		•				

4. La evaluación de la usabilidad

La principal actividad en el proceso de usabilidad es la evaluación [34]. La evaluación comprende un conjunto de métodos y técnicas que analizan la usabilidad de la versión final de un sistema o a lo largo de sus diferentes etapas de desarrollo. Evaluar la usabilidad de un sitio Web es extremadamente útil ya que permite descubrir errores y aciertos de diseño [22]. La evaluación de la usabilidad ayuda a determinar cual es el nivel actual de la aplicación, y si de hecho el diseño elegido realmente funciona. Los datos que se recaban mediante la observación del desempeño del usuario frente a la aplicación son muy valiosos puesto que ayudan a detectar posibles falencias del sistema [35].

Varios autores coinciden en que la usabilidad puede ser medida cuantitativamente siempre que se utilicen las variables y métodos adecuados [17] [44]. Por ejemplo, se podría medir la usabilidad a través del tiempo empleado en localizar una función o menú determinado, el número de pasos que se necesitan para llevar a cabo una función, el tiempo empleado en realizar una tarea específica o el tiempo que tarda un usuario en aprender a dominar el sistema. Aunque sin perder de vista que no todos los atributos de la usabilidad se evalúan de la misma manera, en algunos casos será necesario utilizar tests, expertos, etc.

Por ejemplo, para especificar o medir la usabilidad desde la definición propuesta por la ISO 9241 es necesario descomponer los factores de eficacia, eficiencia y satisfacción, así como los aspectos relevantes del contexto de uso, en atributos que puedan ser medidos y verificados. La especificación o medida de la usabilidad puede entonces expresarse por el grado en que se logran los objetivos que se pretenden del sistema (eficacia), los recursos que han de gastarse para lograr dichos objetivos (eficiencia) y el grado en que los usuarios encuentran aceptable el conjunto del sistema (satisfacción). El contexto de uso integra las características o atributos relevantes de la tarea, usuario, equipamiento y medio ambiente que tienen influencia en la usabilidad [21].

Existen distintos métodos para evaluar la usabilidad de un sistema que intentan medir diferentes aspectos de la misma [45] [23]. Su uso depende de variables tales como grado de implicación del usuario, escenarios de tarea, costo, disponibilidad de tiempo, personal calificado para interpretar los datos, entre otros factores [35]. Inclusive es altamente beneficioso no utilizar un solo método de evaluación, sino varios que se complementen mutuamente y permitan observar las características del producto desde diferentes puntos de vista. Además, cada método puede constar de diferentes técnicas. Estos métodos pueden ser clasificados por numerosos criterios ya que no existe un acuerdo común que permita agruparlos. Incluso muchas veces los criterios no permiten una clasificación del todo clara debido a que no son totalmente independientes uno de otros [46]. Uno de los criterios más aceptados es aquel que los clasifica en métodos de inspección, métodos de indagación y métodos de test.

Los métodos de inspección son llevados a cabo por expertos que realizan un examen de la interfaz y emiten un juicio sobre la misma. Generalmente uno de los participantes actúa como moderador, destacando las fortalezas y las debilidades de la aplicación. Dentro de estos métodos encontramos a la

evaluación heurística, inspecciones formales, inspección de características, inspección de consistencia, inspección de estándares, paseo cognitivo y listas de comprobación. Los más destacados son la inspección formal, la evaluación heurística y el paseo cognitivo.

Los métodos de indagación, también llamados de investigación, consisten en hablar y/o observar al usuario usando el artefacto o producto. Dentro de los métodos de indagación podemos encontrar diversas formas de aproximación al usuario: contextual (en el contexto, estudio etnográfico/observación de campo), por grupos (orientados, de debate), individual (entrevistas, encuestas, cuestionarios), sesiones guiadas, registro por el usuario, captura de pantallas y observación experta. Por su facilidad de administración y rapidez de evaluación, los cuestionarios son uno de los métodos más utilizados seguido de las entrevistas y los registros por el usuario.

Los métodos de test, también llamados empíricos, se basan en que usuarios representativos trabajen en tareas utilizando el sistema o un prototipo y los evaluadores utilicen los resultados para ver cómo la interfaz soporta tareas y usuarios. El objetivo del test es adaptar el software a los estilos de trabajo reales de los usuarios, en lugar de forzar a los usuarios a adaptar sus estilos de trabajo al software. Es una de las mejores formas de extraer información sobre el nivel de usabilidad de un sitio Web. Se trata de la más importante ya que proporciona información de su uso real observando a los usuarios finales cómo utilizan el sitio para realizar determinadas tareas, siendo la única forma válida de recoger datos fiables de usabilidad [47]. Consiste en observar cómo un usuario intenta llevar a cabo una tarea dada sobre el sitio Web a evaluar, analizando los problemas con los que se encuentra. El test busca obtener información específica acerca de un diseño, registra los problemas que encuentran los usuarios cuando tratan de realizar las acciones concretas propuestas por el evaluador, así como los tiempos empleados en cada una de ellas. Estos test están compuestos por la realización de medidas de desempeño, protocolo de preguntas, protocolo del pensamiento en voz alta, protocolo del descubrimiento conjunto, tutorado, seguimiento visual y ordenación de tarjetas.

5. Hacia un modelo de evaluación centrado en la usabilidad

En esta sección presentaremos algunas ideas abordadas como parte del trabajo de investigación que estamos realizando con el fin de proponer un modelo de evaluación que esté centrado en la usabilidad.

Como hemos mencionado, la participación del usuario en el proceso de evaluación es imprescindible para la obtención del grado de usabilidad de un software. Esto posibilita que pueden involucrarse personas ajenas al desarrollo, tanto para evaluar productos en desarrollo, productos terminados o nuevas versiones. Por lo tanto, es necesario que las herramientas de evaluación sean participativas y cuenten con la posibilidad cierta de incorporar a los usuarios finales en el proceso. Esto no implica que sean los únicos actores involucrados, sino que tal vez sea necesaria la intervención de observadores o personas expertas en el dominio o herramientas de automatización [48]. Para lograr que el modelo sea efectivamente utilizado, el proceso de evaluación y la interpretación los resultados debe poder hacerse de la forma más rápida y menos costosa posible.

La usabilidad no puede determinarse evaluando un producto de manera aislada sino que debe determinarse en función del tipo de producto, el conjunto de usuarios y el contexto de uso. Es una medida relativa, y por lo tanto difícilmente existan reglas de usabilidad absolutas y aplicables por igual en todas las situaciones [49].

Los modelos de evaluación existentes analizan los EVEAs poniendo el foco sobre las funcionalidades que ofrecen. El análisis de las funcionalidades ideales no tiene demasiado en cuenta la usabilidad. Por ejemplo, se puede contar con una herramienta comunicación como el foro, pero se debe analizar la usabilidad de esta herramienta por parte de docentes y alumnos involucrados.

Los modelos de evaluación de EVEA fueron pensados cuando las características diferían bastante entre un entorno y otro. En la actualidad, los entornos de mayor importancia poseen un núcleo común de herramientas. Donde todavía resta camino por recorrer es en cuestiones ligadas a la usabilidad,

posiblemente porque son más difíciles de medir, como por ejemplo la flexibilidad para adecuar, cada entorno y sus herramientas, a distintos situaciones, contextos o modelos de enseñanza y de aprendizaje. En el mejor de los casos, la usabilidad está restringida a la facilidad de uso y el cumplimiento de ciertos estándares.

Las definiciones y heurísticas de usabilidad presentan una idea sobre las consideraciones que hay que tener a los efectos de alcanzar buenos niveles de usabilidad en los sitios Web. Sin embargo, no existe un modelo de evaluación de EVEAs que integre ambas cuestiones. Para superar estos inconvenientes es necesario contar con un modelo de evaluación específico. Un modelo centrado en la usabilidad debería nutrirse de los ya existentes debido a que la evaluación de la funcionalidad es parte importante, pero debe tener en cuenta a docentes y alumnos trabajando en el entorno con la funcionalidad disponible.

Otro aspecto de gran relevancia para alcanzar altos niveles de usabilidad es la accesibilidad. Para que un entorno sea usable, entre otras cosas, debe ser accesible. Dicho de otra manera, la accesibilidad es condición necesaria para la usabilidad. Por ejemplo, muchos usuarios con computadoras viejas, navegadores desactualizados, o conexiones lentas, estarán impedidos de acceder si la página principal de acceso a las distintas herramientas de un curso está realizada exclusivamente con tecnología flash.

A continuación presentaremos las ideas generales o punto de partida para la búsqueda de un nuevo modelo. De acuerdo a lo analizado, una estrategia sería contar con cuatro niveles de evaluación:

- El primer nivel estaría destinado a analizar características funcionales y de interfaz. Se considerarían aquí cuestiones relacionadas con las facilidades para la organización académica (cursos, grupos de cursos, carreras, comunidades, etc.) y flexibilidad pedagógica. Participarían especialistas en educación y en tecnología. Se tomarían como base los criterios recurrentes en los modelos de evaluación de EVEAs analizados anteriormente.
- En el segundo nivel participarían expertos para realizar una evaluación heurística y un recorrido cognitivo: estos dos métodos de inspección podrían ser conjugados en uno solo. En el recorrido cognitivo el especialista transita un escenario de tareas determinado como lo haría un usuario tipo. Es decir, combina el recorrido del software con un modelo cognitivo de aprendizaje por exploración. La evaluación heurística es una variante de la inspección formal donde los especialistas analizan que cada elemento de la interfaz de usuario siga las heurísticas de usabilidad establecidos y recorren meticulosamente las tareas con los propósitos y objetivos de los usuarios en mente, poniendo énfasis en el hallazgo de errores. Los dos métodos realizan recorridos desde el punto de vista del usuario, pero los paseos cognitivos ponen el énfasis en la teoría cognitiva mientras que la evaluación heurística lo hace más en las heurísticas y el hallazgo de errores.
- En el tercer nivel se realizaría un test de usuario, del tipo de protocolo de expresión del usuario en base a preguntas (variante del de pensamiento en voz alta): participaría un evaluador y algunos usuarios finales realizando una tarea como parte de un escenario tipo. Es importante que se involucren los diferentes roles de usuarios que participan en el uso de un EVEA. A medida que interactúa con el entorno el usuario debería expresar en voz alta sus pensamientos, sensaciones y opiniones. El evaluador debería captar y registrar las impresiones y sensaciones que el usuario manifiesta oralmente y realizar preguntas directas.
- El cuarto nivel involucraría al método de indagación por cuestionarios: también participaría un evaluador y usuarios finales, pero no estarían cara a cara sino que el evaluador sería el encargado de suministrar el cuestionario y procesar los resultados. Los cuestionarios estarían formados por una lista de preguntas asociadas a ciertas tareas que deben realizar los usuarios. El usuario debe realizar las tareas en soledad, contestar las preguntas y enviar el cuestionario al evaluador. Los cuestionarios podrán ser interactivos y estar colocados directamente dentro del mismo entorno a ser evaluado.

Los niveles plantean ciertos grados de contención del usuario, siendo el primer nivel el de mayor contención. La transición de un nivel a otro estaría dada por resultados aceptables en las evaluaciones. Es decir que, en el caso de productos en desarrollo, la usabilidad debería mejorar de un nivel a otro, producto de que los errores más importantes han sido detectados y corregidos.

El primer nivel es el encargado de realizar una evaluación del entorno en general, mientras que los restantes se sitúan en un contexto del uso particular, por ejemplo un curso. El abordaje general del primer nivel tendría como objetivo analizar aspectos tales como:

- Flexibilidad del sistema para adaptar sus funcionalidades a diferentes situaciones, contextos o modelos de enseñanza y de aprendizaje. La flexibilidad buscada puede ser tanto desde el punto de vista de la interfaz como del modelo de dominio. En el primer caso nos referimos a la posibilidad de adecuar el aspecto visual del sistema de acuerdo a las necesidades institucionales: banners, logos, colores, tipografías, etc. En el segundo caso consideramos las facilidades del sistema para trabajar en el marco de un curso con pocos o muchos alumnos, con un docente o varios. Además, la posibilidad de seleccionar las herramientas o recursos que serán utilizados, de definir los roles que tendrá cada integrante dentro de curso (alumno, estudiante, docente, tutor, responsable, profesor, etc.) y la forma de utilizar cada herramienta por parte de cada tipo de usuario (no disponible, solo lectura, modificación, etc.).
- Nivel de experticia que necesita el usuario de acuerdo a su rol. No es lo mismo el nivel de conocimiento que necesita un usuario que solo debe navegar por el sitio, descargar un material digital y opinar en un foro, que aquel usuario que debe hacerse cargo de la gestión de usuarios, materiales, grupos y foros, y la generación de evaluaciones on-line. Cuando decimos gestión nos referimos a los procesos de administración en general (altas, bajas, modificaciones, etc.).

En los restantes niveles el objetivo sería analizar las herramientas que posee el sistema y la forma de utilizarlas en función de los objetivos del usuario, tal como se mencionó, y considerando las heurísticas de usabilidad presentadas en la correspondiente sección.

Es importante aclarar que este modelo de evaluación que se está proponiendo y que se continúa refinando y delineando será aplicado para evaluar el entorno SIAT [50] utilizado en el marco de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Se seleccionarán docentes y alumnos, así como diseñadores del producto y otros expertos que participarán en la evaluación.

Los instrumentos específicos se diseñarán oportunamente para llevar adelante la evaluación.

6. Conclusiones

En este artículo se ha realizado una presentación del concepto de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje y una revisión de su evolución.

Hemos realizado, también, un recorte de los modelos de evaluación de EVEAs presentados por diferentes autores.

Se ha delineado el concepto de usabilidad y el de heurísticas, también analizando la posición de diferentes autores reconocidos en la temática, y generando una tabla comparativa que ayude a visualizar rápidamente aspectos comunes y de diferenciación abordados.

Esto ha sido el punto de partida para la propuesta que están desarrollando los autores de este trabajo, de un modelo de evaluación de EVEAs que de una real importancia al concepto de usabilidad.

Este modelo continúa en desarrollo y estará siendo aplicado a un caso específico de estudio, que dará a lugar a una retroalimentación por parte de los involucrados en la evaluación para perfeccionar el modelo.

Referencias

- [1] Barberá E. La incógnita de la Educación a Distancia. *Cuaderno de Educación. ICE - HORSORI. Barcelona, España.* 2001.
- [2] Sigales C. El potencial interactivo de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en la educación a distancia. *X encuentro Internacional de Educación a Distancia. Guadalajara, México.* 2001.
- [3] Fainholc B. La interactividad en la educación a distancia. *1ª ed. Buenos Aires. Editorial Paidós.* 1999.
- [4] Torres Toro S. y Ortega Carrillo J.A. Indicadores de calidad en las plataformas de formación virtual: una aproximación sistemática. *Etic@ Net, 1.* <http://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/> Granada, España. 2003.
- [5] Adell J. Selección de un entorno virtual de enseñanza/aprendizaje de código fuente abierto para la Universitat Jaume I. *Centre d'Educació i Noves Tecnologies de la UJI con la colaboración del Servei d'Informàtica y del Gabinet Tècnic del Rectorat.* 2004.
- [6] Horton S. Web teaching guide. *New Haven: Yale University Press.* 2000.
- [7] Baumgartner P, Häfele H., et al. E-Learning Praxishandbuch: Auswahl von Lernplattformen. *Marktübersicht - Funktionen - Fachbegriffe. Innsbruck-Wien, StudienVerlag.* 2002.
- [8] Hernández Schäfer L.E. Estado actual y futuro de las plataformas e-learning: estándares y especificaciones IMS. *Universidad Católica del Norte, Chile.* 2002
- [9] López Carrasco M.A. Plataformas Virtuales de Aprendizaje. Athenea. Puebla, México. www.athenea.com.mx/swf/plataformas_virtuales.pdf. 2003.
- [10] Rubio M.J. Enfoques y modelos de evaluación del e-learning. *Revista ELectrónica de Investigación y Evaluación Educativa, v. 9, n. 2.* http://www.uv.es/RELIEVE/v9n2/RELIEVEv9n2_1.htm. 2003.
- [11] Palloff R.M. and Pratt K. Lessons from the cyberspace classroom. *San Francisco: Jossey-Bass.* 2001.
- [12] Gabinete de Tele-Educación. Plataformas de tele-enseñanza. *Universidad Politécnica de Madrid.* <http://www.gate.upm.es>. 2002.
- [13] Zapata Ros M. Evaluación de un Sistema de Gestión del Aprendizaje. www.um.es/ead/red/9/eval_SGA_1.pdf. 2003.
- [14] Marquès Graels, P. Criterios de calidad para los sistemas de teleformación. <http://dewey.uab.es/pmarques/stfcalid.htm>. 2001
- [15] Grimes G.T and Whitmyer C. Comparative Features Analysis of Leading Course Management Software. *The University of the Future, LLC.* 2000.
- [16] COL LMS Open Source Report. *The Commonwealth of Learning, 3waynet.* <http://www.developmentgateway.org/download/201768/>. 2003.
- [17] Nielsen J. Iterative User-Interface Design. *IEEE Computer.* 1993.
- [18] Schneiderman B. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. *Third edition, Addison Wesley Iberoamericana.* 1998.
- [19] Manchón E. ¿Qué es la usabilidad? http://www.alzado.org/articulo.php?id_art=39. 2003.
- [20] Nielsen J. Usability 101: Introduction to Usability. <http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>. 2003.
- [21] Sanz J.A. Manual de normas técnicas para el diseño ergonómico de puestos con pantallas de visualización. *2ª Edición. ISO-9241.* <http://www.mtas.es/insht/practice/pvd.htm>. 2001.

- [22] Montero F. Usabilidad: ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Para qué?. *Universidad de Castilla-La Mancha, España*. <http://www.dsi.uclm.es/personal/victor/mipagina/index.htm>. 2006
- [23] Cañas J., Granollers T. y Vidal J. Diseño de Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario. *Editorial UOC, ISBN: 8497883209*. <http://griho.udl.es/mpiua/index.htm>. 2005.
- [24] Keinonen T. Usabilidad de los productos interactivos. <http://www2.uiah.fi/projects/metodi/258.htm>. 2003.
- [25] Hassan Montero Y. Introducción a la Usabilidad. *No Solo Usabilidad journal, 1, ISSN 1886-8592, Universidad de Granada*. http://www.nosolousabilidad.com/articulos/introduccion_usabilidad.htm. España. 2002.
- [26] Casanovas J. Usabilidad y arquitectura del software. http://www.alzado.org/articulo.php?id_art=355. 2004
- [27] Berry D. The user experience: The iceberg analogy of usability. <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/w-berry/>. 2000
- [28] ISO 9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals. Guidance on Usability. *ISO*. 1998.
- [28] Nielsen J. Usabilidad: Diseño de sitios web. *Prentice Hall, ISBN: 84-205-3008-5*. 2001.
- [29] Dumas, J.S. and Redish, J.C. A practical guide to usability testing. *Norwood: Ablex Publishing Corporation*. 1993.
- [30] Shackel B. Usability – context, framework, design and evaluation. *En Human Factors for Informatics Usability. Cambridge University Press*, 1991.
- [31] Benyon D., Carey T., Holland S., Preece J., Rogers Y. and Sharp H. Human-Computer Interaction. *Addison Wesley*, 1994.
- [32] Landauer T.K. The Trouble with Computers: Usefulness, Usability and Productivity. *Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology*, 1995.
- [33] Catalán Vega, M. Metodologías de evaluación de interfaces gráficas de usuario. <http://eprints.rclis.org/archive/00004718/>. 2000.
- [34] Constantine L., Ferré X., Juristo N. and Windl H. Usability Basics for Software Developers. *IEEE Software, vol 18 (11)*. 2001.
- [35] Baeza Yates R. y Rivera Loaiza C. Ubicuidad y Usabilidad en la Web. *Revista Colombiana de Computación*. 2003.
- [36] Gonzalez M.P., Lorés J. y Pascual A. Evaluación heurística. *Universitat de Lleida*. <http://griho.udl.es/ipo/pdf/15-Evaluacion-Heuristica.pdf>. 2006.
- [37] Nielsen J. Ten Usability Heuristics. *Useit.com* http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html. 1990.
- [38] Instone K. Site Usability Heuristics for the Web. *Webreview.com* http://www.webreview.com/1997/10_10/strategists/10_10_97_2.shtml. 1997.
- [39] Constantine L. and Lockwood L. Software for Use: A Practical Guide to the Models and Methods of Usage-Centered Design. *Addison-Wesley, Nueva York, NY*, 1999.
- [40] Mayhew D. The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Handbook for User Interface Design. *The Morgan Kaufmann Series in Interactive Technologies*. 1999.
- [41] Norman D. Psicología de los objetos cotidianos. *Nerea, ISBN: 84-89569-18-5*. 1998.
- [42] Norman D. Emotional Design: Why we love (or hate) everyday things. *Basic Books*. 2004.
- [43] Tognazzini B. First Principles of Interaction Design. *Ask Tog*. <http://www.asktog.com/basics/firstPrinciples.html>. 2003
- [44] Mandel T. Elements of User Interface Design. *New York: John Wiley & Sons*, 1997.
- [45] Cobo Romaní C. Organización de la información y su impacto en la usabilidad de las tecnologías interactivas. *Tesis doctoral. Facultat de Ciències de la Comunicació, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España*. 2005

- [46] Rodeiro, J. Representación y Análisis de la componente visual de la interfaz de usuario. *Tesis doctoral. Universidad de Vigo, Vigo, España.* 2001.
- [47] Nielsen J. Voodoo Usability. *Alertbox.* <http://www.useit.com/alertbox/991212.html>. 1999.
- [48] Gonzalez Rodríguez J. y Olsina L. Hacia la Medición de Calidad en Uso Web. *VI JISBD'2001 - Workshop de Web Engineering. Almagro, España.* 2001.
- [49] Marcos Mora M.C. y Rovira Fontanals C. Evaluación de la usabilidad en sistemas de información web municipales: metodología de análisis y desarrollo. *En: Gascon, J., Burguillo F. y Pons A. (ed.). La dimensión humana de la organización del conocimiento, 7º Congreso del capítulo español de Isko. Universitat de Barcelona, Barcelona, España.* 2005.
- [50] Ferreira Szpiniak A y Thüer S. Características, potenciales y uso de la plataforma de educación a distancia SIAT. *1a. ed. ISBN 950-665-276-7. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.* 2004.