

Cuestiones institucionales emergentes del diseño e implementación de software para *e-learning* en el nivel universitario

Inés Casanovas

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Escuela de Posgrado.
Avenida Medrano 951, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1179AAQ, República Argentina
Jönköping University – Jönköping International Business School
Gjuterigatan 5 (551 11)- Jönköping, Sweden
inescasanovas@gmail.com

Recibido el 6 de agosto de 2009, aprobado el 20 de agosto de 2009

Resumen

La literatura existente sobre tecnologías de educación es poco extensa con referencia a la inclusión de aspectos didácticos en metodologías de diseño de software. En la primera etapa de esta investigación se buscó entonces la identificación y redefinición de indicadores didácticos a partir de aquellos planteados en Tecnología Educativa para su incorporación en etapas tempranas de una metodología de diseño ad-hoc. En la segunda etapa, la modelización del software mostró el conflicto emergente en la especificación de requerimientos entre los participantes del proyecto. Esta disyunción de objetivos fue minimizada para lo cual se recurrió dentro de un estudio de caso a técnicas de usabilidad y negociación

PALABRAS CLAVES: TECNOLOGÍA EDUCATIVA - SOFTWARE EDUCATIVO – TOMA DE DECISIÓN

Abstract

The current literature about technology in Education was not extensive when referring to the inclusion of didactical aspects in software design methodologies. In the first phase of this research, the goal was the identification and redefinition of didactical indicators selected from the ones proposed by Technology Education to be included in early stages of an ad-hoc design methodology. In the second phase, modeling the software exposed the emerging conflict in the requirements specification among participants of the project. This disjunction in the objectives was minimized in a case study by means of usability and negotiation techniques.

KEYWORDS: EDUCATIONAL TECHNOLOGY - EDUCATIONAL SOFTWARE - DECISION MAKING

Introducción

A principios de esta década, era escaso el reconocimiento que se daba a las cuestiones didácticas en el nivel universitario, específicamente en el diseño de los medios tecnológicos de educación, a lo que se sumaba la problemática de la utilización indiscriminada en ese nivel, de las avanzadas tecnologías pensadas para otros ámbitos. Existía una gran cantidad de estudios sobre la utilización de medios tecnológicos en diferentes niveles educativos (Moldstad, 1999; Pablos Ramirez, 1998; Pelgrun y Plomp, 1999), pero en ellos hay escasísima referencia al uso en nivel universitario y posterior. Curiosamente, y tomando inclusive los otros niveles de enseñanza, los aspectos didácticos de los medios era el tema menos citado. Van Emmerik y Rooijn (2000) reforzaban la recomendación de otros investigadores de abrir líneas de investigación más específicas en estrategias didácticas con el objetivo de proveer lineamientos de diseño e implementación de software educativo de nivel superior.

En esta línea, el trabajo inicial "La didáctica en el diseño de simuladores digitales para la formación universitaria de ingenieros en la toma de decisiones: un modelo teórico metodológico de diseño de simuladores de toma de decisiones basado en indicadores didácticos" (Casanovas, 2005) avanzó en la redefinición y actualización del conjunto de los indicadores definidos por la Tecnología Educativa. Esto fue posible en vista de la evolución de las tecnologías de la información y, a partir de las recomendaciones de las líneas abiertas de investigación internacionales que indicaban profundizar en trabajos más específicos sobre estrategias didácticas para proveer lineamientos a ser tenidos en cuenta en el diseño de software centrado en el aprendizaje de toma de decisiones por parte de futuros ingenieros. Por una cuestión de acotamiento del objeto de estudio, el análisis realizado en este trabajo se circunscribió a simuladores como tipo específico de software de aprendizaje, pero los resultados conformaron un marco teórico aplicable genéricamente a software de aprendizaje multimedial e interactivo, presencial o en entorno Web, en enseñanza de nivel universitario.

El resultado de este trabajo fue, además de la identificación de esta deficiencia:

a. La mencionada redefinición/actualización de indicadores, de modo que en las metodologías de diseño de software de capacitación que se propongan desde la Ingeniería del Software, pudieran ser incluidas y hagan del software producido una alternativa 'didáctica' utilizable durante la formación universitaria de los ingenieros

b. La enunciación y fundamentación conceptual de una metodología ampliada sobre la base de la anterior propuesta por Cataldi (2001), a fin de proveer un marco de diseño que tuviera en cuenta los indicadores actualizados y detallados en el punto anterior

Como hallazgo derivado de esta metodología de diseño se encontró que el desarrollo de software educativo multimedial universitario no puede ser encarado por un equipo integrado únicamente por ingenieros, analistas y programadores.

Al avanzarse en la construcción del modelo lógico como continuación del trabajo anterior, siguiendo los indicadores didácticos y la metodología propuesta en ese trabajo, se detectó un nuevo conflicto: la disyunción de los modelos conceptuales de los actores involucrados en la modelización que dificultaba fuertemente el alcance del objetivo didáctico de la aplicación.

El logro pedagógico parte de una fuerte integración de los profesionales integrantes del equipo de desarrollo. Pero en este caso, la definición del problema y el planteo de estrategias de solución requieren de profesionales tradicionalmente no relacionados con el proyecto informático: Cs. de la Educación, de la Comunicación y expertos del conocimiento a modelizar.

Estudios de casos revelan que cada uno de estos integrantes ha venido trabajando basándose en los paradigmas tradicionales que condicionan fuertemente sus modelos mentales, lo que determina imprecisiones en la asignación de roles y ámbitos de acción, así como visiones no compartidas de la problemática. En muchas ocasiones se recurrió a la construcción de prototipos, pero como se partió de requerimientos ambiguos y trabajo 'en islas', con reiterados ciclos de revisión y refinamiento, la productividad fue baja y origen de retrasos considerables.

En este escenario, el conflicto resultó claro: el equipo de desarrollo, al no comprender el entorno, no pudo asumir los roles asignados ni identificar la problemática, y por lo tanto no puede esperarse que el resultado a producir alcance el objetivo pedagógico.

Se ha demostrado que el software multimedial que obtiene mayor aceptación por parte del individuo que aprende es aquel cuyo diseño considera fuertemente el modelo mental de éste, en relación con el que fue diseñado en base al modelo mental dominante en el equipo de desarrollo (Nielsen, 1999). Parecía entonces que la clave pasaba por los conceptos de "compatibilización" y/o "negociación" de requerimientos.

En esta segunda etapa, se planteó el estudio de las siguientes cuestiones:

- Una brecha entre el modelo mental que el usuario (alumno) tiene de los objetivos del software de aprendizaje y la forma (el cómo) de conseguirlos a través de interfaces y operaciones que no le son familiares.
- Otra brecha entre el modelo mental del usuario-universidad (representativo de los objetivos institucionales del sistema) y la del equipo diseñador desde su modelo mental (funcionalidad requerida por el usuario no entendida).
- Una falta de definición precisa de los roles de los integrantes del proyecto de desarrollo de software educativo que dificulta la comunicación y coordinación para obtener un modelo del producto que sea una visión compartida por todos los integrantes (modelos mentales disjuntos).

Solucionadas las cuestiones didácticas durante la primera etapa de la investigación, esta nueva problemática proporcionaba un giro hacia áreas relacionadas con los actores involucrados en el diseño e implementación.

Etapas I: El estudio de las cuestiones didácticas y la formulación de una metodología de diseño de software educativo de nivel universitario

Se partió de la hipótesis de que dentro del conjunto de indicadores definidos por la Tecnología Educativa existían algunos adecuados

o redefinibles, para ser tenidos en cuenta en el diseño de software centrado en el aprendizaje de toma de decisiones. Estos indicadores se constituían en una alternativa didáctica facilitadora de la capacitación y experimentación durante la formación universitaria de los ingenieros. Para la primera etapa se propusieron los siguientes objetivos:

1. Identificar en el conjunto de los indicadores didácticos definidos por la Tecnología Educativa los apropiados para verificar su aplicabilidad en el diseño de software para la formación de ingenieros.
2. Redefinir, de acuerdo con los avances tecnológicos, aquellos indicadores tradicionales pero conceptualmente válidos para ser aplicables a estas herramientas.
3. Generar un modelo teórico metodológico de diseño de software de toma de decisiones donde se tengan en cuenta estos indicadores didácticos

Se construyó un marco teórico amplio que incluyó las investigaciones abiertas sobre didáctica aplicada a entornos y tecnologías multimediales de aprendizaje. El estado del arte tecnológico, los enfoques didácticos de la Tecnología Educativa sirvieron de base para el diseño de algunos modelos didácticos de enseñanza, para encuadrar la búsqueda de los indicadores mencionados y delimitar variables y relaciones. Se consideró la transición del paradigma tradicional al paradigma digital en las comunicaciones, como determinante de un nuevo tipo de modelización en el proceso de toma de decisiones.

Desde el marco de la tecnología y la disciplina HCI (Human Computer Interaction) se pudo determinar que si un software debe ser diseñado para satisfacer las necesidades del usuario, es absolutamente indispensable considerar el contexto en el que será usado (aprendizaje y formación como profesional, soporte a las decisiones etc.). Otra importante cuestión al diseñar un sistema real es el marco de trabajo interdisciplinario, para una actividad real en un entorno organizacional real.

Watzlavik y Bateson, proponen un diseño de interfaces basado en la Psicología Cognitiva (niveles de complejidad progresivos, imágenes

e iconos, red de relaciones navegacionales, modelos mentales y criterios de usabilidad). Todos estos criterios fueron adoptados en la etapa de diseño de interfaces en la metodología propuesta.

Con respecto al proceso de toma de decisiones, la globalización y el paradigma digital hicieron que las estructuras y actividades de las organizaciones cambien drásticamente. Análisis detallado de todas las opciones en menos tiempo, nuevas variables en decisiones que ya no afectan solo ámbitos locales y cambios tecnológicos y económicos vuelven a los escenarios altamente inestables. La Psicología Organizacional propone:

- el modelo racional de H. Simon (1960) que consiste en la identificación y modelización del problema, creación de soluciones alternativas aceptables y evaluación y selección de la mejor estrategia teniendo en cuenta la experiencia del tomador de la decisión;
- el modelo de Myers-Briggs (Myers, 1962) que combina la complejidad cognitiva del decisor con la orientación de sus valores (técnico-lógicos vs. sociales) y
- la perspectiva psicoanalítica y sus diferentes modelos de pensamiento (pensamiento vertical: lo correcto, pensamiento lateral: distintos ángulos, y pensamiento divergente: distintas alternativas) para una toma de decisión basada en "lo diferente".

La metodología de diseño propuesta se traduce en la adopción, según el caso, de software orientado a SBR que permite distintos caminos o alternativas (toma de decisión basada en escenarios mediante pensamiento divergente) durante la etapa de diseño de navegación, u orientado a CBR (toma de decisión basada en casos mediante pensamiento lateral) para la etapa de diseño de contenido.

La metodología de trabajo se encuadró en el enfoque cualitativo de revisión en profundidad del material aceptado por la comunidad disciplinar internacional, análisis del marco teórico y selección de indicadores, en un proceso inductivo de refinamiento iterativo. A partir de un plan inicial, el proceso se desarrolló en forma emergente a medida que se recolectaban y organizaban los datos. El enfoque holístico-interpretativo se planteó a través de múltiples perspectivas y consideración de factores diversos que permitieron la construcción de un entorno amplio de estudio.

Para la recolección de datos, y dentro del marco de la Tecnología Educativa, se tomaron como suministradores de conceptos e indicadores, los listados de Cabero Almenara (1995) y Sancho (1996) por ser los más completos y porque se encuentran incluidos total o parcialmente en los conceptos e indicadores listados con posterioridad por investigadores de las Ciencias de la Educación tales como Bou Bauza (1997), Cataldi (2001), Hannafin (1997), y Marques (1999). Posteriormente se agregaron los conceptos e indicadores de Perkins (1992) porque están planteados desde la teoría de la comprensión y son por lo tanto, complementarios a los de Cabero y Sancho.

Los indicadores didácticos resultantes de la selección y/o redefinición

Este marco teórico nos permitió identificar aquellos indicadores planteados tanto desde la Tecnología Educativa como desde la Pedagogía. Los mismos son válidos para el diseño didáctico de software multimedial interactivo tal como fueron definidos por estas disciplinas (Tabla 1 y 2). Además se reformularon aquellos otros que por razones del avance tecnológico han perdido vigencia pero son reutilizables (Tabla 3 y 4), alcanzándose así el primero y el segundo de

1. Calidad del sonido	7. Duración
2. Calidad y tamaño de gráficos	8. Secuenciación y estructuración de contenidos
3. Sincronización imagen-sonido	9. Originalidad de presentación
4. Calidad de uso de herramientas de diseño y construcción	10. Velocidad de presentación
5. Variedad de presentaciones	11. Intuitividad
6. Calidad de animaciones	12. Menús de ayuda

Tabla 1. Indicadores didácticos planteados desde la Tecnología Educativa e identificados y seleccionados como actualmente válidos y utilizables para el diseño de software educativo

los objetivos propuestos. El proceso de análisis implicó reflexión continua para realizar el proceso de clasificación y estructuración de datos.

Los resultados de la selección final son consistentes con las líneas planteadas por los investigadores reconocidos del tema.

<ol style="list-style-type: none"> 1. Nivel de actualización de contenidos 2. No redundancia de contenidos 3. Calidad científica de contenidos 4. Conocimientos previos requeridos 5. Inclusión de ejemplos y tutoriales 6. Síntesis de aspectos significativos 7. Favorecimiento del proceso de aprendizaje 8. Claridad de la información 9. Claridad de explicaciones 10. Adaptación al currículum 11. Adecuación a características de desempeño de los alumnos 12. Adecuación del vocabulario al ámbito profesional 	<ol style="list-style-type: none"> 13. Adecuación al nivel cognitivo alcanzado por el alumno 14. Adecuación de contenidos a los requerimientos académicos 15. Explicitación de los objetivos o logros esperados 16. Relación entre contenidos y evaluación 17. Relación entre contenidos y objetivos 18. Vinculación de conceptos nuevos y viejos 19. Legitimar conceptos o procedimientos haciendo comprobaciones contra el resultado esperado
--	--

Tabla 2. Indicadores didácticos planteados desde la Pedagogía e identificados y seleccionados como actualmente válidos y utilizables para el diseño de software educativo

<ol style="list-style-type: none"> 1. Rápida respuesta a la acción seleccionada 2. Rápida respuesta a los pedidos de mayor información 3. Recursos técnicos para captar la atención (realidad virtual) 4. Interacción con archivos en la Web 5. Registro de paginas visitadas (en caso de enlace con Web) 6. Uso de índices de contenido disponibles 7. Uso de hipertexto 8. Información textual auxiliada por recursos multimediales 9. Utilización de etiquetas indicadoras de la disponibilidad de ayuda 10. Aptitud de uso para discapacitados 11. Facilidad de aprendizaje del manejo 12. Comodidad de manejo 13. Almacenamiento persistente de respuestas del usuario para deducir su comportamiento 14. Selección reflexiva de las opciones o caminos alternativos 15. El usuario puede navegar libremente con un esquema de etapas claro para 	<ol style="list-style-type: none"> 16. cumplir objetivos mediante caminos alternativos (secuencialidad no inducida) 17. Retroalimentación (poder volver atrás y plantear otra estrategia por reflexión de lo actuado) 18. Coherencia de estilo gráfico 19. Zonas estables en la pantalla 20. Cambios de fondos 21. Movimiento de ángulos de visión 22. Uso de planos 23. Tamaño y fuentes acordes y estables 24. Descomposición del argumento (escenas no recargadas) 25. Realismo del escenario simulado 26. Encuadre (los planos de detalle aportan información relevante, se adecuan a la sensación que se quiere transmitir, los encuadres generales) 27. Contraste (diferencia entre fondo y objetos, opciones de menú o texto con formas y colores que resaltan) 28. Distribución (zonas diferenciadas en la pantalla, elementos que no compitan por el protagonismo) 29. Diversificación (todas las pantallas parecen diferentes)
--	--

Tabla 3. Indicadores didácticos planteados desde la Tecnología Informática Educativa y reformulados, en indicadores definidos en este trabajo, para el diseño de software educativo

30.	Profundidad (uso de perspectiva para eliminar la pantalla plana)	41.	Reintento hasta alcanzar niveles adecuados
31.	Originalidad de menús y recursos	42.	Consistencia y pertinencia de los casos recuperados
32.	Es posible el trabajo colaborativo	43.	Categorización de casos: activos, archivados, no resueltos, borradores...
33.	La presentación de la evaluación es clara	44.	Identificación de preguntas o acciones que no son usadas por ningún caso
34.	Se identifica la actuación individual respecto a la del grupo	45.	Distribución de los casos (valores máximos y mínimos de un campo, la desviación estándar etc.)
35.	Los resultados de la evaluación pueden desglosarse	46.	Feedback de errores en el momento adecuado, como consecuencia de acciones o como consejo en opciones de ayuda
36.	Es posible grabar la situación y retomarla	47.	Profundización progresiva
37.	Claridad y completitud de la exposición del problema y escenarios	48.	Evaluación previa antes de hacer público el resultado
38.	Las herramientas y recursos pueden ser generados o seleccionados, organizados e integrados	49.	Los resultados de las decisiones son evidentes: cumplimiento total o parcial del objetivo, o fracaso
39.	Posibilidad de experimentación/exploración		
40.	Posibilidad de selección de métodos válidos de solución		

Tabla 3. Indicadores didácticos planteados desde la Tecnología Informática Educativa y reformulados, e indicadores definidos en este trabajo, para el diseño de software educativo (continuación)

1.	Alcance de logros intermedios	11.	El alumnos saca conclusiones correctas de las decisiones tomadas
2.	Información temática abundante pero no repetitiva (que permite jugar con la exploración de conceptos)	12.	Las situaciones a resolver no son demasiado fáciles o difíciles sino evolutivas (estilos, estrategias metodo lógicas, actitudes etc.)
3.	Complejidad congruente con los conocimientos informáticos previos requeridos	16.	Planteo de problemas realistas
4.	Informe del equipo de diseño sobre aspectos didácticos tenidos en cuenta en la construcción	17.	Aprendizaje autodirigido
5.	Cumplimiento de la estrategia de f formación exigida por el medio laboral	18.	Razonamiento divergente y perspectivas múltiples, especialmente para la resolución de conflictos
6.	Las problemáticas presentadas son una buena representación de la realidad profesional	19.	Pertinencia y significatividad del problema
7.	Se puede apreciar una evolución en la calidad de las decisiones por retroalimentación (se incorpora, se aprende)	20.	Características de un nuevo caso no muy similares a otros existentes
8.	Las decisiones tienen distinto peso	21.	Cantidad de preguntas (casos con pocas preguntas pueden coincidir más fácilmente y erróneamente que aquellos con muchas preguntas)
9.	Las opciones son de nivel equivalente	22.	Análisis de distribución de preguntas
10.	Se han diseñado muchos ciclos con variedad de estrategias	23.	Coherencia de subconjunto de casos

Tabla 4. Indicadores didácticos planteados desde la Pedagogía y reformulados, e indicadores definidos en este trabajo, para el diseño de software educativo

La metodología de diseño de software educativo propuesta

Estos resultados fueron aplicados en el planteo de una metodología de diseño de software educativo para el tipo específico de simuladores multimediales interactivos de toma de decisión, clasificable como "ampliada" a partir de la propuesta por Cataldi (2001) y "basada en modelo" (metodología formulada desde la fundamentación teórica). Esta nueva propuesta se basa en el uso de casos que involucren al alumno en una experiencia de aprendizaje individual con el computador, tanto desde el campus universitario como a distancia, y como soporte activo para la toma de decisiones. Se adoptan componentes multimediales de simulación y práctica interactiva sin perder la sensación de experimentación y retroalimentación con progresiva profundización, como así también se adopta el encuadre constructivista y la inclusión de los indicadores identificados y redefinidos de las tablas anteriores.

En forma sintética esta metodología de diseño con refinamiento iterativo puede resumirse en cuatro etapas:

1. Etapa de diseño de contenido (orientada a casos). Sus características son:

- pensamiento lateral (enfoque desde distintos ángulos)
- conexión de situaciones de aprendizaje con situaciones reales
- foco en aprendizaje acumulativo y jerárquico por complejidad
- captura y organización el material de enseñanza de acuerdo a las habilidades del ingeniero que deben ser formadas o reforzadas

El primer paso es la construcción del mapa conceptual y la definición del modelo estratégico. Los siguientes pasos son:

El primer paso es la construcción del mapa conceptual y la definición del modelo estratégico. Los siguientes pasos son:

- Selección del módulo, identificación de usuarios y delineación del camino de exploración y descubrimiento.
- Definición del contexto de uso del material
- Identificación de habilidades a formar o reforzar en los ingenieros

- Diseño del framework de la aplicación

El resultado de esta fase es un completo y detallado mapa conceptual con los correspondientes caminos y tres niveles de información (necesaria, secundaria y complementaria).

2. Etapa de diseño de control de navegación (basada en escenarios). Se adoptan acercamientos pedagógicos de aprendizaje a través del descubrimiento. Se basa en métodos que involucran al estudiante y le enseñan a seleccionar opciones, a compararlas con el problema y a efectuar un análisis del mismo sugiriéndole estrategias. Adicionalmente el escenario debe darle seguridad para explorar sin temor a errores o fallas. Permite ejercitar la toma de decisión mediante:

- La utilización de pensamiento divergente (distintas alternativas novedosas)
- Enfoque por objetivos
- Proceso reflexivo de construcción del conocimiento a partir de la experimentación y autoevaluación por retroalimentación y reformulación o reselección de alternativas.

El objetivo es enriquecer el contexto de aprendizaje creando el terreno facilitador de la conexión con el siguiente concepto en el mapa de conocimiento. Cada elección asumida frente a un problema, equivocada o correcta, provee pistas del razonamiento empleado por el alumno al hacer dicha elección. De esta forma se diseña una retroalimentación adecuada que se constituye en un vehículo para la crítica y refuerzo individual. Así es posible identificar estilos de decisión y conceptos erróneos.

3. Etapa de diseño de interfaces. Se optó por el uso de criterios planteados por la Psicología Cognitiva (diseño multimedial interactivo y dinámico) y las normas internacionales de usabilidad. El diseño de las interfaces tiene implicancias en la estructuración de los programas y en el mapa de navegación. Cuando se decidió la tecnología a adoptar, el paso siguiente fue el trabajo en el diseño propiamente de la interfase, y los métodos para presentar o mostrar el material e ingresar las decisiones del usuario.

4. Etapa de diseño de la integración. Permite la organización e interrelación de conceptos mediante el refinamiento iterativo del mapa conceptual del modelo educativo a desarrollar. Es

tablece la confección de un "storyboard" para definir lo que sucede en cada pantalla. Al unir las como un continuo, se tiene un recorrido completo del sistema en forma modular. Esta metodología propone el uso de esquemas secuenciales lineales de caminos de control entre conceptos. Una vez que el storyboard está listo, el sistema puede ser implementado preliminarmente en un prototipo. Una primera evaluación por parte de los involucrados (*stakeholders* y usuarios) muestra si el producto es y se comporta de la manera esperada y se verifica en forma experimental la validez de la metodología propuesta.

Cada uno de ellos tiene definidos expectativas y objetivos particulares de su ámbito (modelo conceptual, detallado en el marco teórico de la Comunicación) con respecto al resultado de la utilización de software de capacitación que deberán ser satisfechas por el producto. Los resultados de la/s revisión/es realizadas por este grupo se incorporan dentro de un proceso de corrección iterativo del prototipo.

Etapas II: El estudio de los conflictos en el equipo de desarrollo durante la definición de requerimientos del prototipo

En este punto y continuando la segunda etapa del trabajo anterior, se encontró que el modelo conceptual de un software educativo para nivel superior de educación debe incluir las cuestiones institucionales de la universidad, la perspectiva tecnológica de los diseñadores del software, el conocimiento específico de los expertos de la disciplina a impartir, y las bases didácticas de los especialistas en Ciencias de la Educación. La definición de requerimientos para la modelización y prototipado de software educativo de capacitación a nivel universitario es pues compleja.

Se consideró entonces la creación de escenarios con actores, que representen los roles de: desarrolladores, usuarios y *stakeholders*, era un camino adecuado para llegar a resultados preliminares. En el tiempo transcurrido desde el inicio de la investigación y, ante los avances de la Tecnología Educativa, el término software para *e-learning* resultó más adecuado para encuadrar la iniciativa a prototipar. Cabe señalar que Basiel (en línea) manejó en su último trabajo una temática similar: encontrar un terreno común que permitiera a los actores involucra-

dos en un diseño VLE (Virtual Learning Environment,) tener una visión compartida del producto y su objetivo. De este modo, profundizó en la visión general del sistema, en la debilidad de las habilidades para diseño de contenido, y el poco fundamento teórico de pedagogía *e-learning* del equipo.

La consideración de las características de usabilidad de software educativo en la metodología de diseño propuesta en esta etapa permitió detectar que es posible generar un marco de consenso que represente la mayor superficie de intersección de las visiones de cada uno de los integrantes del equipo de desarrollo. El escenario de *e-learning* de hoy en día está marcado por la competitividad que hace necesaria la negociación de objetivos y requisitos en etapas tempranas, por ello la modificación presentada a la metodología en esta segunda etapa busca que la fase de iteraciones correctivas sea más corta y por ende menos costosa.

El equipo de desarrollo debe estar integrado en forma interdisciplinaria por profesionales relacionados y no relacionados con la Informática, más los representantes de usuarios. Durante el diseño de software para *e-learning*, se produce una disyunción de las visiones que los actores involucrados tienen respecto de los objetivos del producto a obtener. El objetivo general fue entonces minimizar esta brecha mediante negociación o consenso entre los actores durante la definición de requerimientos, mediante el uso de metodologías que favorecen la usabilidad en tempranas etapas del ciclo de desarrollo del software. Los objetivos específicos alcanzados fueron:

- Identificar las visiones que los actores de un equipo de desarrollo de software *e-learning* universitario, tienen de los objetivos del mismo y las disyunciones que se presenten
- Analizar los criterios de usabilidad aceptados internacionalmente e identificar las técnicas más convenientes para minimizar el conflicto de las disyunciones halladas.
- Adaptar la metodología de diseño de software educativo propuesta en la etapa I.

Diversos contextos de uso, tecnologías y herramientas para aplicaciones *e-learning* por un lado, y diferente formación y perfiles de desarrolladores, usuarios y *stakeholders* institucionales por el otro, hicieron necesario considerar

varios procedimientos en cada etapa de la investigación:

- Determinación del dominio del software educativo a ser modelado de acuerdo a revisión conceptual de teorías de aprendizaje y características de la aplicación.
- Aproximación contextual e individual a los actores: selección de los actores involucrados, determinación de los requerimientos pedagógicos generales de la aplicación, indagación contextual, y definición de los objetivos específicos (modelo conceptual individual) de la aplicación a ser modelada, desarrollados desde la aproximación individual a los actores.
- Cuantificación de las disyunciones halladas.
- Análisis y selección de los métodos más adecuados para minimizarlas

La investigación se desarrolló a través de un proceso sistemático, donde básicamente se consideró el uso de técnicas simples y económicas (con respecto principalmente al recurso tiempo) pero que permitieran información confiable y relevante. Se decidió un enfoque interpretativo-cualitativo en un único caso de estudio.

El uso de métodos cualitativos, principalmente en el dominio de ciertas disciplinas como la Tecnología Educativa y la Ingeniería de SW, genera desafíos epistemológicos y metodológicos (Estay & Pastor, 2000). Como no se pretendió objetividad absoluta, se adoptó la interpretación cualitativa, coincidiendo con Marques (2004) y McNealy (1997) respecto de que la perspectiva de interpretación cualitativa acepta que un fenómeno puede tener diversas interpretaciones. Así que, aunque los resultados de esta investigación no generan conclusiones generalizables, ellas son comparables y pueden proveer información relevante a otros escenarios y contextos específicos.

Este enfoque siempre considera que la perspectiva de los participantes del proceso (Klein & Myers, 1999) es adecuada cuando se intenta acceder al dominio del estudio de Tecnología de la Información en educación desde un punto de vista no exclusivamente tecnológico. Entre los métodos cualitativos, los que mejor encajan con el propósito de este trabajo en el sentido de detección de riqueza y diversidad de matices en el contexto de estudio, son los métodos descriptivos longitudinales en un único

caso de estudio, pero en profundidad (Stake, 1995).

El grupo se constituyó en forma cuasi-experimental a través de muestreo por conveniencia no probabilístico. En un proceso longitudinal que permitió extraer conclusiones de la evolución de este tipo de grupo. Los datos recogidos a través de técnicas como cuestionarios, observación, entrevistas y discusiones grupales, fueron analizados tratando de neutralizar en lo posible la interferencia de relaciones sociométricas entre los actores, en el sentido de que ellos no se conocían previamente. Sin embargo, no se interfirió en aquellas relaciones que pudieron haber surgido al tiempo de la interacción durante el desarrollo de la experiencia.

La determinación de los requerimientos de la aplicación, desde la perspectiva de usuarios y equipo de desarrollo, se basó en el estudio de la visión de las características que cada uno de ellos construyó mentalmente del producto final y el objetivo en sí mismo, del rol que cada uno había asumido respecto a la funcionalidad del software y el perfil cognitivo individual adquirido (experto o novato). A partir de una muestra de los potenciales roles reales involucrados en el desarrollo y el conjunto de objetivos que ellos definieron para la aplicación, se contrastaron todas esas definiciones individuales para obtener el conjunto de disyunciones.

El contexto del caso de estudio y el análisis de las disyunciones

En forma genérica, el dominio de la aplicación objeto de este estudio pertenece al contexto de software educativo, pero se requería una categorización más específica. Así que finalmente, el dominio de la aplicación fue definido como: software educativo, formativo, institucional, presencial/a distancia, e individual/grupal.

La aproximación contextual e individual requirió los siguientes pasos:

- Selección de los actores. Cada candidato completó un formulario diseñado de acuerdo al rol que tomaría en el grupo. La determinación del número de actores que conformaron el grupo siguió los hallazgos de Bias & Mayhew (1994) y Nielsen (en línea), respaldados por Lewis (1994) y Virzi (1992), quienes establecieron que cinco participantes producen el 80% de

los resultados en las evaluaciones de usabilidad. Conseguimos 62 candidatos y después del análisis de los datos suministrados por ellos, el grupo se conformó con: dos usuarios primarios (estudiantes), dos profesionales informáticos, un profesor, un experto en Didáctica y un representante institucional

- Determinación de los requerimientos pedagógicos de la aplicación.

De acuerdo con teorías como las establecidas por Ausubel (1976), Bloom (1971), Kersch (1980), Nickerson (1995) y Wong et al. (1994), entre otros, los requerimientos pedagógicos generales establecidos para la aplicación fueron: aprendizaje por descubrimiento, construcción de modelos, objetivos precisos, análisis de datos y procedimientos, condiciones facilitadoras de aprendizaje, soluciones creativas, problemas conectados con el mundo real, avance progresivo por niveles de dificultad, suministro de soporte para resolución de problemas y quite del soporte cuando los problemas pueden ser resueltos en forma independiente.

- Indagación del contexto. Tres métodos fueron seleccionados: aproximación contextual, individual y grupal. Se buscó la identificación del modelo conceptual que los actores involucrados habían construido de la aplicación. Todos estos métodos están centrados en usuarios y son los que mejor se ajustan al escenario inicial de este trabajo, en el sentido de que debieron ser usados en las fases iniciales del ciclo de desarrollo. Y, son informales y económicos en tiempo y costo. La documentación resultante de esta primera fase incluyó los perfiles de los actores desarrollados por autoevaluación, una descripción general del contexto de la actividad desarrollado por aproximación contextual, y opiniones individuales acerca de *e-learning* (motivantes, barreras, actitud personal, soporte institucional etc.)

- Definición de los requerimientos específicos (modelo conceptual individual) de la aplicación a ser modelada, obtenidos por aproximación individual a los actores. El propósito de esta fase fue capturar los requerimientos y objetivos que los actores tenían de la aplicación con anterioridad al inicio del diseño. Se realizaron entrevistas de tipo uno-a-uno.

Con todos los requerimientos obtenidos, el próximo paso fue su agrupamiento en *clusters*

con el fin de hacerlos más operativos y comparables, manteniéndolos siempre asociados con los actores que los propusieron. La lista final fue: almacenamiento de datos de etapas parciales para continuar el proyecto durante varias sesiones, buen nivel de seguridad, control de acciones por parte del usuario (evitando el conductismo), definición personalizada de variables y tipo de datos, muestra de resultados y opción de retroalimentación y cambio de decisiones por método prueba-error, diferenciación de niveles de dificultad, diferentes niveles de ayuda y soporte, escenarios *what...if*, facilidad de uso, generación de reportes personalizados, gestión de documentación, gestión de recursos económicos, gestión de recursos humanos, gestión de tareas, independencia tecnológica de la plataforma, gestión de errores, orientación a objetivos, planeamiento, control y monitoreo del proyecto, gestión colaborativa opcional, gestión de archivos opcional, casos de estudio realísticos y uso intensivo de gráficos.

Para la cuantificación de las disyunciones se usó el promedio de los índices de coincidencia en la selección de objetivos por pares de actores (matriz de coincidencias), para así estimar el grado de acuerdo general con respecto a los 22 acuerdos posibles en relación con la agrupación de requerimientos. Como el propósito del trabajo era analizar la coincidencia de requerimientos didácticos *per-se*, y la usabilidad y funcionalidad didáctica con respecto a los requerimientos generales, los requerimientos técnicos mencionados por los actores fueron descartados por considerárselos no relacionados con los didácticos (nivel de seguridad, definición personalizada de variables y tipos de datos, e independencia de la plataforma). De modo que el total posible de acuerdos se redujo a 19.

El índice de concordancia resultó .33, muy por debajo del valor aceptable .70, ya que significa un índice de .67 disyunciones. También se infiere que un contexto similar de formación profesional podía ser la causa de la alta coincidencia de objetivos entre profesores y representantes de profesionales informáticos. Por otra parte se identificó que el representante con menor coincidencia con los objetivos del resto fue el representante institucional.

El siguiente paso tuvo como objetivo minimizar las discordancias. Luego se inició la cons-

trucción de escenarios de la aplicación *e-learning* teniendo en cuenta los requerimientos y objetivos definidos por el grupo y el uso de estrategias de usabilidad. Los métodos de inspección, basados en enfoques pluralísticos adecuados para ser aplicados en las fases intermedias del proceso de diseño fueron elegidos en esta etapa de negociación de requerimientos y objetivos.

La técnica de Recorrido Pluralístico fue usada para obtener la aceptación de la existencia de tales disyunciones por parte de todos los actores, mientras que las técnicas de Focus Group y Grupos de Discusión asistidas por herramientas Delphi, fueron usadas para refinar el acuerdo final de objetivos entre actores. El resultado mostró una sensación general entre los participantes de contribución con ideas creativas basadas en consenso para ayudar a resolver el problema. Finalmente, el índice promedio de concordancia se elevó a .81, con solo .19 de disyunciones no resueltas, confortablemente superior al valor establecido como aceptable en la comunidad disciplinar de .70.

La consideración de técnicas propuestas por la Ingeniería de software y Usabilidad aplicadas a *e-learning* ha permitido generar un marco de consenso que representa una aceptable superficie de intersección de las visiones de cada uno de los actores involucrados. Como resultado de esta aproximación contextual e individual a los actores y siguiendo métodos sugeridos por los estándares internacional de usabilidad, los modelos conceptuales o visiones individuales tuvieron un primer nivel de integración que resultó escaso. Aplicando métodos de inspección pluralística se elevó el índice de acuerdos al nivel de aceptabilidad propuesto.

Conclusiones

Afortunadamente la Didáctica y la Tecnología Educativa, consideradas como el conjunto de principios y normas de enseñanza y aprendizaje con orientación hacia la práctica, han construido por acumulación y refinamiento desde hace más de medio siglo, una piedra angular de conceptos e indicadores, si bien no aplicables directamente a las tecnologías multimediales actuales, lo suficientemente sólidos en su enunciación para ser redefinibles (o actualizables, según se prefiera) para estas nuevas tecnologías.

La metodología planteada es un paso adelante en la construcción de un puente entre la Tecnología Educativa y la Ingeniería del Software. Incluir las cuestiones didácticas en etapas tempranas del diseño de software educativo para *e-learning* reduce el costo de desarrollo y evita ciclos de refinamiento iterativo en etapas avanzadas sin aumentar en forma notoria la complejidad de las actividades respecto a las metodologías relevadas, que no incluyen cuestiones didácticas en sus lineamientos. Solo hay que considerar, al igual que lo hace Cataldi (2001), que el equipo de desarrolladores deja de estar integrado exclusivamente por informáticos para constituirse en un equipo interdisciplinar.

No era el propósito analizar en esta segunda etapa de la investigación las razones que llevan a cada actor a construir un modelo conceptual diferente en características respecto a los otros. El hecho observado es que esta diferencia existe (Casanovas, 2007), y el fin era explorarla, cuantificarla y minimizarla. La identificación de los requerimientos pedagógicos individuales y la determinación de la visión compartida del objetivo pedagógico de la aplicación resultaron consecuencias del conocimiento, capacidades, limitaciones y contexto de todos los actores, de modo que la detección de esos elementos es un pre-requisito del diseño lógico y un factor crítico en la variabilidad de los resultados finales.

Reflexiones y continuidad

Terminado el diseño, la implementación de iniciativas *e-learning*, en particular en las modalidades blended (combinación de actividades presenciales y a distancia) y en aquellas totalmente no presenciales, trajo al escenario otras cuestiones relacionadas con el proceso emergente de adopción e institucionalización de las iniciativas. Resultó claro que el mayor índice de no coincidencias con el resto de los actores involucrados respecto a los objetivos de la iniciativa planteada en el caso de uso, correspondió al representante institucional. Esto abre un nuevo camino de estudio, ya que no resulta consistente desarrollar un producto educativo que satisfaga los objetivos didácticos acordados por los participantes del proyecto si no hay una continuidad en los objetivos y estrategias institucionales donde se implementará.

La institucionalización de una iniciativa es un

proceso dinámico y continuo en el que un conjunto de actividades, estructuras y valores se convierten en una parte integral y sostenible en el tiempo en una organización (Quality Assurance Project, 2000). Steckler & Goodman (1989) se referían a la institucionalización como la viabilidad e integración a largo plazo de un nuevo programa en una organización, en la que varios factores se requieren para incorporar y sostener una innovación: ambiente interno receptivo, estructura económica y procedimental para apoyar la implementación, impulso y coaching de iniciativas, reformulación de roles y responsabilidades, coordinación, y recompensa económica e institucional de los esfuerzos individuales o grupales.

Existe extensa documentación sobre el impacto de la tecnología en la educación (Department for Education and Skills, 2003; Fox & Herman, 2000; McPherson, 2003). Las instituciones reconocen este impacto y la necesidad de cambios, pero, encarar este cambio representa un desafío formidable para las universidades que adoptan *e-learning* (Jones & O'Shea, 2004). Debe pensarse en una cultura que valore el uso de *e-learning* tanto como herramienta didáctica como una herramienta para la mejora de la administración académica (Hrastinski, Keller & Lindh, en prensa).

Este nuevo modelo institucional impacta en las funciones y roles tradicionales porque *e-learning* no encaja confortable o exactamente en las estructuras académicas existentes (Inoue, 2006). Los profesores y alumnos reclaman a la institución soporte en todas las áreas (operativas, administrativas, económicas, tecnológicas y estratégicas) para integrar al contexto formal iniciativas que en la mayoría de los casos son consideradas como parte de sus responsabilidades individuales de enseñanza, evidenciando una madurez institucional (Haywood et al., 2000; Keller et al., 2007; Lindh et al., 2007; McPherson & Nunes, 2004, 2006; Naidu, 2004; Smith & Oliver, 2002, University of Brighton-JISC, 2005).

Al día de hoy, las iniciativas individuales de *e-learning* están reemplazando los proyectos y estrategias institucionales (Casanovas et. al, 2008a y b). Se requiere investigación sobre las implementaciones de educación online entendidas como un proceso dinámico que abarca niveles individuales e institucionales, desde la decisión de adopción de la innovación y desarrollo

de la iniciativa hasta la institucionalización dentro de la universidad. Esta falta de estudios respecto de la adopción de *e-learning* a nivel organizacional ya fue extensamente reportada por Alavi & Leidner (2001). Ellos consideraban que esta línea de investigación debía cobrar una importancia sustantiva como consecuencia del surgimiento de la Sociedad del Conocimiento donde el énfasis está puesto en la necesidad de formación continua.

La necesidad de estudios sistemáticos de análisis del proceso de implementación de innovaciones de tecnologías en educación, parece obvia. Particularmente, resulta significativo el estudio del proceso desde su adopción a nivel individual hasta su institucionalización y de los elementos que influyen cada etapa del proceso (los sujetos que deciden la adopción, el objeto de adopción y el contexto) frente a las circunstancias de transformación que las universidades están afrontando.

Los pocos estudios existentes en el marco internacional, identifican una tendencia evolucionaria más que revolucionaria en la adopción e internalización de *e-learning*. Los análisis cuantitativos muestran una abrumadora mayoría de iniciativas individuales que deben formalizarse en la institución con un enfoque ascendente (*bottom-up*) mientras que un porcentaje mucho menor parten de programas a nivel facultad en forma descendente (*top-down*). De todas maneras, ninguno realiza un análisis cualitativo-interpretativo de ambos procesos (Casanovas, 2009). Preguntas como: ¿de qué manera los propósitos de los docentes y la gestión institucional modelan o dirigen la adopción de *e-learning* en las universidades? ¿Qué cambios a nivel institucional son disparados por la adopción de *e-learning* en ese contexto organizacional? ¿guiarán los próximos pasos y la continuidad de esta investigación (Casanovas, 2008c).

Referencias

- ALAVI, M., & LEIDNER, D. (2001). *Research commentary: Technology-mediated learning - a call for greater depth and breadth of research*, Information Systems Research, 12(1), 1.
- AUSUBEL D. (1976). *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*, Trillas, México.
- BASIEL A. (en línea). *A methodology and toolkit to mediate understanding between the stakeholders of a VLM: the VLE Denouement profile, technology and change in educational practice*, <http://www.elearning.mdx.ac.uk>
- BIAS R. & MAYHEW D. (1994). *Cost-justifying usability*. Hartcourt Brace.
- BLOOM B. (1971). *Mastery Learning*, NY, Holt & Winston.
- BOU BAUZA, G. (1997). *El Guión Multimedial*, Barcelona, Servei de Publicacions, Universitat Autònoma de Barcelona.
- CABERO ALMENARA J. (1995). *Investigaciones sobre la Informática*, Barcelona, PPV.
- CASANOVAS I. (2005). *La didáctica en el diseño de simuladores digitales para la formación universitaria en la toma de decisiones*, Tesis para Maestría en Docencia Universitaria, Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales Vol. 2(6),17.
- CASANOVAS I. (2007). *La utilización de indicadores didácticos en el diseño de simuladores para la formación universitaria en la toma de decisiones*. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, Nº 2.
- CASANOVAS, I., FERNANDEZ, G., HRASTINSKI, S., KELLER, C. & LINDH, J. (2008a). *Teachers' perception of institutional strategies in e-learning implementations: A comparative study of an Argentinean and a Swedish university*, Proceedings 3rd. International Conference on E-Learning, Sudáfrica.
- CASANOVAS, I., FERNANDEZ, G. & TOMASSINO, C. (2008b). *Professors' driving and Limiting Factors for the adoption of E-learning in Higher Education within Argentine Context*, Proceedings de X International Conference on Engineering and Technology Education, Brasil.
- CASANOVAS I. (2008c) *Online Education in universities: moving from individual adoption to institutionalization*, Doctoral Thesis in Informatics (in progress), Jönköping University, Jönköping International Business School, Suecia.
- Casanovas I. (2009) *Exploring the current theoretical background about adoption until institutionalization of Online Education in universities: needs for further research*, ponencia aceptada para presentación y publicación en 8th European Conference on E-learning (ECELO9), Italy, Oct. 2009
- CATALDI Z.- (2001). *Diseño y Evaluación de Programas Didácticos Hipermediales*. Tesis para Magister en Docencia Universitaria, UTN, Bs. As.
- DEPARTMENT FOR EDUCATION AND SKILLS (2003). *The future of HE, UK Government white paper*, <http://www.dfes.gov.uk>
- ESTAY C. & PASTOR J. (2000). *La investigación cualitativa en la disciplina de Sistemas de Información: elementos introductorios y reflexiones disciplinarias*. Conferencia de Asociación Portuguesa de Sistemas de Información, Portugal.
- FOX, R. & HERRMAN, A. (2000). *Changing media, changing times: coping with adopting new educational technologies*, in *Evans and Nation (Eds.)*, Changing University Teaching: Reflections on Creating Educational Technologies, London: Kogan Page.
- HANNAFIN M. (1997). *Student-centered learning and interactive multimedia: status, issues and implications*, Contemporary Education No. 68.
- HAYWOOD J., ANDERSON, C., COYLE, H., DAY, K., HAYWOOD, D. & MACLEOD, H. (2000). *Learning Technology in Scottish Higher Education: a survey of senior managers, academic staff and experts*, *Association for Learning Technology Journal*, 8 (2),5.
- HRASTINSKI, S., KELLER, C. & LINDH, J. (In Press). *Is e-learning used for enhancing administration or learning? On the implications of organizational culture*. In Stansfield & Connolly (Eds.) *Institutional Transformation through Best Practices in Virtual Campus Development: Advancing E-Learning Policies*. Idea Group, Hershey: Pennsylvania.
- INOUE Y. (2006). *Technology and Diversity in Higher Education*, Idea Group Inc.
- JONES, N. & O'SHEA, J. (2004). *Challenging hierarchies: The impact of e-learning*, Higher Education Nº 48, 379.

KELLER, C., LINDH J. & HRASTINSKI S. (2007). *E-learning use in Higher Education: the impact of organizational factors*, Proceedings 6th ECEL, Dinamarca.

KERSCH B. (1980). *El Aprendizaje mediante el Descubrimiento*, Morata, Madrid.

KLEIN H. & MYERS M. (1999). *A set of principles for conducting and evaluating interperative fields studies in IT*, MIS Quaterly 23 (1), 67.

LEWIS J. (1994). *Sample sizes for usability studies: additional considerations*. Human Factors No. 36, 368.

MACNEALY M. (1997). *Toward better Case Study research*, <http://ieeexplore.ieee.org>

MARQUES P. (1999, revision 2004). *La investigación en Tecnología Educativa*, <http://dewey.uab.es>

MCPHERSON, M. & NUNES, J. (2004). *Critical research using focus groups interviews: an approach to elicit CSF's in e-learning*, Proceedings of 3rd.European Conference on Research Methodology for Business & Management Studies, UK.

MCPHERSON, M. & NUNES, J. (2006). *Organizational Issues for e-Learning: Critical Success Factors as Identified by HE Practitioners*. *International Journal for Educational Management*, 20(7), 542.

MCPHERSON, M. (2003). *Planning for success in e-learning in HE: a strategic view*, Proceedings of ICETA'03 (Internacional Conference on Emerging Telecommunications Technologies and Applications and the 4th Conference on Virtual University), Slovak Republic.

MOLDSTAD J. (1999): *Media Utilization en the Classroom*, in *International Encyclopedia of Educational Technology*, Oxford Press.

MYERS I. (1962). *Manual for the Myers-Briggs type indicator*, NJ, Princeton Univ. Press.

NAIDU, S. (2004). *Trends in Faculty Use and Perceptions of e-learning*, Asian Journal of Distance Education, 2(2) [online] <http://www.asianjde.org/>

NICKERSON R. (1995). *Emerging Needs and Opportunities for Human Factors Research*. National Academy Press, Washington, DC.

NIELSEN J. (1999). *Do Interface Standards Stifle Design Creativity?* <http://useit.com/alertbox>

NIELSSEN J. (en línea) <http://www.useit.com>

PABLOS RAMIREZ J. (1998). *Equipamiento y Utilización de Medios Audiovisuales [encuestas a profesores]*, Revista de Educación No. 386.

PELGRUN W. Y PLOMP T. (1999). *The Use of Computers in Education World Wide*, Oxford Press.

PERKINS D. (1992). *Smart Schools: better thinking and learning*, NY, Free Press.

QUALITY ASSURANCE PROJECT (2000). *Institutionalizing quality assurance* <http://qaproject.org/methods/resinst.html>

SANCHO J. (1996). *Para una Tecnología Educativa*, Barcelona, Horsori.

SIMON H.- (1960). *The New Science of Management Decision*, NY, Harpers.

SMITH, H. & OLIVER, M. (2002). *University teachers' attitudes towards the impact of innovations in information and communication technology on their practice*, 9th Improving Student Learning Symposium.

STAKE R. (1995): *The art of Case Study research*, SAGE Pub.

STECKLER, A. & GOODMAN, R. (1989). *How to institutionalize health promotion programs*. *American Journal of Health Promotion*, 3(4), 34.

UNIVERSITY OF BRIGHTON, JISC. (2005). *Study of Environments to Support e-learning in UK Further and Higher Education*, Joint Information Systems Committee (JISC), Education for Change Ltd, The Research Partnership Social Informatics Research Unit.

VAN EMMERIK M. & VAN ROOIJN J. (2000). *Efficient Simulator Training: beyond fidelity*, TNO-Netherlands Organization for Applied Scientific Research, Proceedings en el ITESC 2000 (International Training, Education and Simulation Conference), London.

Virzi R. (1992). *Refining the test phase of usability evaluation: How many subjects is enough?* Human Factors No. 34, 457.

WONG M. Y RAULERSON J. (1994). *A Guide to Systematic Instructional Design*, Educational Technology, NJ.

Por razones de espacio de edición no se han podido incluir mayores detalles documentales. Información ampliada del contenido del artículo puede solicitarse a: inescasanovas@gmail.com