

Evaluando el impacto del e-learning en el aula de clase

Andrés Bustamante

Resumen—Hoy en día existen gran cantidad de tecnologías educativas y e-learning a disposición las instituciones dedicadas al propósito de la educación de las nuevas generaciones, especialmente al nivel de educación superior. Sin embargo, la evaluación del impacto que estas tecnologías han tenido en el proceso de aprendizaje en el aula de clase en general no ha sido documentado. En este estado del arte se recopilan algunas experiencias particulares de evaluación del impacto de las implementaciones en e-learning, teniendo en cuenta los criterios de evaluación más importantes a este respecto.

Estas experiencias se organizan de acuerdo a la tecnología que emplean, dentro de una clasificación derivada de los modelos de aprendizaje modernos. También se revisan algunas experiencias de acuerdo al método de recolección de información que utilizan para evaluar el impacto y los resultados de la implementación del caso. Todo esto se analiza para ser aplicado en un futuro en la implementación de las tecnologías, con mejoras revisadas desde la Ingeniería de Software aplicada a la educación.

Index Terms—E-learning, Aulas de clase, Estado del arte

I. INTRODUCCIÓN

LAS tecnologías de e-learning educativo abarcan una gran cantidad de productos de software orientados a la educación en distintos niveles. Al día de hoy, se han hecho miles de implementaciones e-learning en gran cantidad de instituciones educativas alrededor del mundo. Para cada una de estas instituciones debe ser importante evaluar las ventajas y desventajas que tiene haber decidido adoptar dicha implementación en particular, principalmente en lo académico, en la percepción de los estudiantes de su aprendizaje, en la percepción de los profesores de su papel dentro del esquema académico que se les presenta. También se debe evaluar el impacto que tienen estas implementaciones en cada institución, viéndola desde el punto de vista de organización. Todos éstos son apenas algunos de los aspectos interesantes para evaluar.

La evaluación del impacto del e-learning en el aula de clase es importante, puesto que fácilmente se observa la tendencia de las instituciones (especialmente en las instituciones de educación superior, es decir, universidades), de dedicar espacios en la Web y en el desarrollo de algunos cursos, para la adopción de alguna clase de tecnología educativa, en donde de forma especulativa, se presume que se va a mejorar el desempeño de los estudiantes [1], que los profesores van a poder organizar mejor sus clases [2], entre otras asunciones relacionadas con ello. Sin embargo, luego de que se hace la inversión para poner en funcionamiento los sistemas de software e-learning seleccionados, se puede caer en el error de seguir asumiendo

estas premisas como ciertas, y se asume el éxito de la implementación sin tener siquiera valoraciones concretas de ese supuesto éxito. De todas formas, el éxito en e-learning puede ser evaluado con base en muchos criterios, que pasan por lo académico [3], [4], económico [3], organizativo [3], psicológico [2], [5] y sociocultural [6]. Adicionalmente, es de gran relevancia evaluar el papel que está desempeñando la Ingeniería de Software en ese proceso educativo en la actualidad.

En este documento se presentan algunas experiencias de instituciones que decidieron hacer esta evaluación en su interior. Los enfoques pedagógicos utilizados en estas experiencias son variados, así como la clase de tecnologías e-learning que adoptaron para hacer su implementación bajo el estilo pedagógico seleccionado. De estos estilos y tecnologías se tomaron los más sobresalientes para ser analizados, y se quiso hacer una revisión objetiva del tema, de forma que se pudieran aplicar las enseñanzas capturadas y deducidas de todas y cada una de estas experiencias, en los planes de implementaciones e-learning por venir en un futuro. Cabe recordar que las experiencias y las enseñanzas que contiene este documento, provienen únicamente de esquemas de e-learning educativo, no de e-learning corporativo, que está relacionado con las formas de gestión del conocimiento a nivel de empresa. Los criterios de evaluación para este tipo de esquema no son del interés de esta revisión, y pueden variar sustancialmente en comparación con sus similares en e-learning educativo.

En la sección II, que se encuentra a continuación, se presenta una revisión rápida de los principales modelos de aprendizaje modernos aplicados en e-learning, en donde se presentan las características esenciales de cada modelo. Posteriormente, en la sección III, se pasa a la presentación de las diferentes experiencias y casos estudio donde se realizaron evaluaciones, asociados a las principales clases de tecnologías y enfoques de e-learning disponibles, así como también asociados a los tres tipos de enfoques pedagógicos que se encuentran cuando se quiere integrar la tecnología con la educación. Se describen allí también, los métodos de recolección de información seleccionados para realizar las diferentes evaluaciones, con sus diferentes características y motivaciones. En la sección IV, se recopilan los aspectos interesantes de estas experiencias de evaluación, y se describen para ser aplicados por aquellos interesados en realizar implementaciones e-learning al interior de sus instituciones y clases, así como por aquellos interesados en desarrollar tecnologías e-learning eficientes en los diferentes criterios de evaluación descritos en las experiencias.

Finalmente, se describen algunas conclusiones sobre el tema revisado.

A. Bustamante es estudiante del programa de Maestría en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. e-mail: afbustamanteg@unal.edu.co.

Manuscrito recibido el 2 de Junio de 2008.

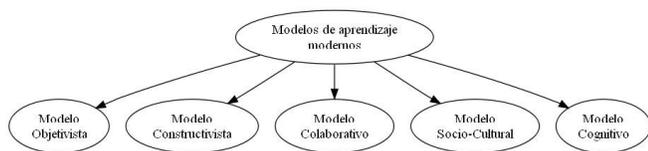


Figura 1. Taxonomía de los modelos de aprendizaje modernos

II. MODELOS DE APRENDIZAJE MODERNOS UTILIZADOS EN E-LEARNING

A continuación se presentan los principales modelos de aprendizaje vigentes hoy en día, y con aplicaciones en e-learning y otras tecnologías educativas, en cuanto a sus principales características y puntos de vista. En la figura 1 se puede ver la clasificación que aquí se presenta.

II-A. Modelo Objetivista

En la educación tradicional, se tiene un esquema estructural con el profesor como eje central o fuente del conocimiento en su área de dominio. De esta forma se asume que los estudiantes deben adquirir el conocimiento que les proporciona su educador, y que este conocimiento corresponde a una realidad objetiva. Es entonces, cuando el objetivo del aprendizaje en los estudiantes, es el de entender esta realidad y tener la capacidad de reproducir el conocimiento relacionado con esta realidad. A este modelo se le conoce como modelo objetivista del aprendizaje.

Como mencionan Leidner y Jarvenpaa [7], este modelo se fundamenta en cuatro asunciones:

1. Existe una realidad acordada por todos y cada uno de nosotros.
2. Esta realidad puede ser representada y transferida.
3. La mente debe reflejar la realidad.
4. Cualquier aprendiz utiliza el mismo esquema de representación y entendimiento del mundo.

Este esquema ha sido el modelo de aprendizaje predominante a lo largo de la historia, y aún hoy en día, donde los estudiantes (aprendices), tienen una mayor libertad y control sobre su propia formación gracias al uso de diferentes herramientas e-learning, se siguen presentando casos donde el educador sigue siendo el centro del conocimiento, y que dicho conocimiento debe ser interpretado de la misma manera por todos y cada uno de los interesados en el aprendizaje.

II-B. Modelo Constructivista

Este modelo propone quitarle el centro de la estructura de aprendizaje al educador, y dárselo al estudiante, ya que a diferencia del modelo objetivista, aquí se considera que el conocimiento es construido de forma personal por cada uno de los aprendices. Entonces, el proceso de aprendizaje se convierte en la formación de conceptos para representar la realidad, como bien aclaran Leidner y Jarvenpaa [7].

El modelo constructivista se puede resumir entonces en estas tres propuestas:

1. El conocimiento no se transmite, se construye por parte de cada aprendiz.

2. El aprendizaje consiste en la formación de conceptos abstractos que representan la realidad.
3. El profesor es un mediador del proceso creativo de los estudiantes.

Jonassen et al. [8] identifican una transición natural que debe darse desde el modelo objetivista del aprendizaje hacia el modelo constructivista, a medida que van incursionando nuevas tecnologías en las distintas formas de educación, ya que por ejemplo, se facilitan con ellas aspectos como la comunicación de doble vía, mientras que con el modelo objetivista se fortalece únicamente la comunicación en la vía del educador al educando. También se facilita el desarrollo de las habilidades críticas del estudiante.

Sin embargo, detractores de este modelo proponen que la aplicación de este esquema es útil únicamente cuando se habla de aprendizaje de alto nivel, es decir, cuando el estudiante se encuentra en una fase de construcción de nuevos significados, nuevo conocimiento. En la teoría se dice que por definición, el concepto de e-learning está fundamentado en bases constructivistas, mas en la práctica, se han visto también otra clase de modelos aplicados en los productos de software, como se muestra en las tecnologías de la siguiente sección.

II-C. Modelo Colaborativo

Este modelo también se opone a la idea de que el conocimiento tenga una representación única y que deba ser transmitido entre los individuos como tal para la consecución del aprendizaje. En el modelo colaborativo, el aprendizaje emerge por medio de la interacción de los individuos con otros individuos [7]. Esta interacción es discusión, intercambios de ideas y de información, lo cual involucra un pensamiento más crítico del individuo.

En este modelo, el papel del profesor es el de facilitador para el intercambio de información y conocimiento entre los estudiantes.

II-D. Modelo Socio-cultural

Con esta propuesta, se dice que el conocimiento está atado al contexto social, cultural e histórico del aprendiz [7]. Entonces el conocimiento se convierte en una interpretación cultural de la realidad.

Sin embargo, de nuevo no se trata de una realidad única y objetiva, sino una realidad particular para cada individuo. Desde este punto de vista, los modelos constructivista y colaborativo son opuestos, ya que tienden a centrar el conocimiento en lo que entiende la mayoría, en vez de lo que entiende la minoría, es decir, en el nivel más atómico, cada persona desde el contexto socio-cultural en que se encuentra.

II-E. Modelo Cognitivo

El modelo de procesamiento cognitivo de la información propone a grandes rasgos que el aprendizaje consiste en la repetición frecuente de procesos cognitivos, y que el conocimiento se estructura en forma de modelos mentales en la memoria de cada individuo. De esta forma, se asume también que cada persona tiene estilos de aprendizaje diferentes [7].

Este modelo viene siendo una extensión del pensamiento constructivista, con la diferencia de que se hace énfasis en la forma en que se representa el conocimiento adquirido por cada individuo.

III. EXPERIENCIAS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL E-LEARNING

Las experiencias de las cuales se habla en esta sección, se organizan de acuerdo a dos criterios de clasificación, que a saber son: tecnologías educativas / e-learning utilizadas y, los métodos de recolección de información útil para evaluación. Estos dos criterios tienen un factor adicional, que es el modelo pedagógico utilizado para la realización de las clases en cada experiencia, que bien puede ser: educación tradicional, donde se toman los cursos en los salones de clase y laboratorios, con algo de ayuda de tecnologías educativas; aprendizaje mixto, donde se combinan las sesiones de los cursos en aulas de clase y laboratorios, con sesiones extraclase empleando una tecnología educativa en particular; y educación a distancia, donde los cursos se toman completamente por la vía electrónica, es decir, únicamente se utilizan tecnologías e-learning para entregar los cursos.

A continuación se habla de cada uno de estos criterios de clasificación, así como de las experiencias relacionadas.

III-A. Tecnologías educativas / e-learning

Las tecnologías informáticas desarrolladas en la industria del software tienen una gran cabida en educación, dada su utilidad para potenciar diversos aspectos de las teorías pedagógicas. En general, entre las tecnologías informáticas aplicadas a la educación, se encuentran grandes grupos, como los entornos virtuales de aprendizaje, los entornos de aprendizaje colaborativo mediado por computador, y otros, pero transversal a ellos hay unos grupos de tecnologías útiles para los demás grupos, como son el grupo de tecnologías de comunicación mediada por computador (CMC), y el grupo de herramientas cognitivas para la representación y construcción del conocimiento. Enseguida se explican en detalle los grandes grupos de tecnologías en e-learning, con las aplicaciones que tienen de los grupos de tecnologías útiles antes mencionados. En la figura 2, se presenta la organización conceptual de las tecnologías que se acaban de mencionar.

Cabe anotar que las tecnologías que se mencionan, son tecnologías que pueden afectar directamente el esquema de aprendizaje de la forma tradicional en el aula de clase, y esta metodología se convierte entonces en lo que se mencionaba antes como aprendizaje combinado (*blended learning* por su definición en inglés), o en educación a distancia, en el caso de que se pierda completamente el contacto en la estructura educativa en la escuela o universidad, dentro de las aulas de clase y los laboratorios de los cursos prácticos.

A pesar de que en este artículo solo se pretende evaluar el impacto de las tecnologías e-learning en el aula de clase, es interesante también evaluar algunos aspectos de experiencias de educación a distancia, aplicables al aula de clase.

III-A1. Entornos de aprendizaje colaborativo mediado por computador (CMCL): Esta clase de entornos son justamente sistemas de software creados para promover el trabajo en colaboración con otros compañeros de clase, de forma que se puedan ver aplicados los principios de aprendizaje colaborativo. Más recientemente se utilizan entornos de realidad virtual en donde los participantes pueden interactuar con sus compañeros de forma virtual, así que pueden intercambiar ideas y aprender en colaboración.

Alavi [9] hace una comparativa sobre las perspectivas del aprendizaje por parte de los estudiantes y las experiencias en el salón de clase de estudiantes de un curso en postgrado. Esta comparativa radica en dos grupos de estudiantes, uno que se apoya en un sistema de apoyo para la decisión en grupo (GDSS), y otro grupo que no lo hace, pero sostiene de todas formas actividades en forma colaborativa. Luego de realizar evaluaciones a lo largo del curso, encuentra que los estudiantes que se apoyaron en el GDSS tuvieron mejor rendimiento que los estudiantes del otro grupo, lo cual indica una mayor percepción del aprendizaje pretendido como objetivo en el curso.

Los sistemas de apoyo al aprendizaje colaborativo no necesariamente tienen que ser sistemas especializados en educación. Francescato et al. [10] hablan de utilizar por ejemplo servicios Web de fácil acceso como Yahoo! Groups, donde se pueden realizar actividades de tipo colaborativo, como compartir archivos, bases de datos simples y discutir en chats o foros de discusión. Aún en estas condiciones, donde no se tiene un entorno explícitamente educativo, se pueden tener ganancias en la eficiencia del trabajo desarrollado en colaboración, en comparación con el mismo trabajo en colaboración desarrollado sin este tipo de ayudas.

Entre los sistemas especializados en educación también se encuentran sistemas de simulación, donde se representan conceptos de un área de estudio en especial, y se pueden realizar interacciones y actividades de forma colaborativa. Este es el caso del sistema descrito por Hamalainen [11], donde por medio de un software a modo de juego se guía en el aprendizaje con actividades de trabajo colaborativo, con situaciones relacionadas con el diseño de cuartos de hotel en aprendizaje vocacional. De esta forma, aplicando la teoría en un juego con representaciones gráficas de conceptos vistos en clase, Hamalainen [11] afirma que se puede llegar a una forma efectiva y eficiente de soportar el proceso de aprendizaje, particularmente el colaborativo. Otros casos están orientados a simulaciones científicas, ya sea con realidad virtual o con tecnologías orientadas a la Web, como se muestra en [12], [13].

Con respecto a los sistemas de aprendizaje colaborativo apoyados en realidad virtual, es frecuente que sean comparados con los juegos de realidad virtual que tienen los estudiantes en sus casas. Esto se debe a que no hay muchos criterios de evaluación para estas tecnologías en educación. En esta clase de sistemas se suele evaluar el grado de usabilidad desde la perspectiva del estudiante, el nivel de agrado y comodidad con el juego para ser utilizado como medio de aprendizaje. Desde este punto de vista, Virvou y Katsionis [6] proponen que la evaluación del impacto de un software de este tipo, se ve

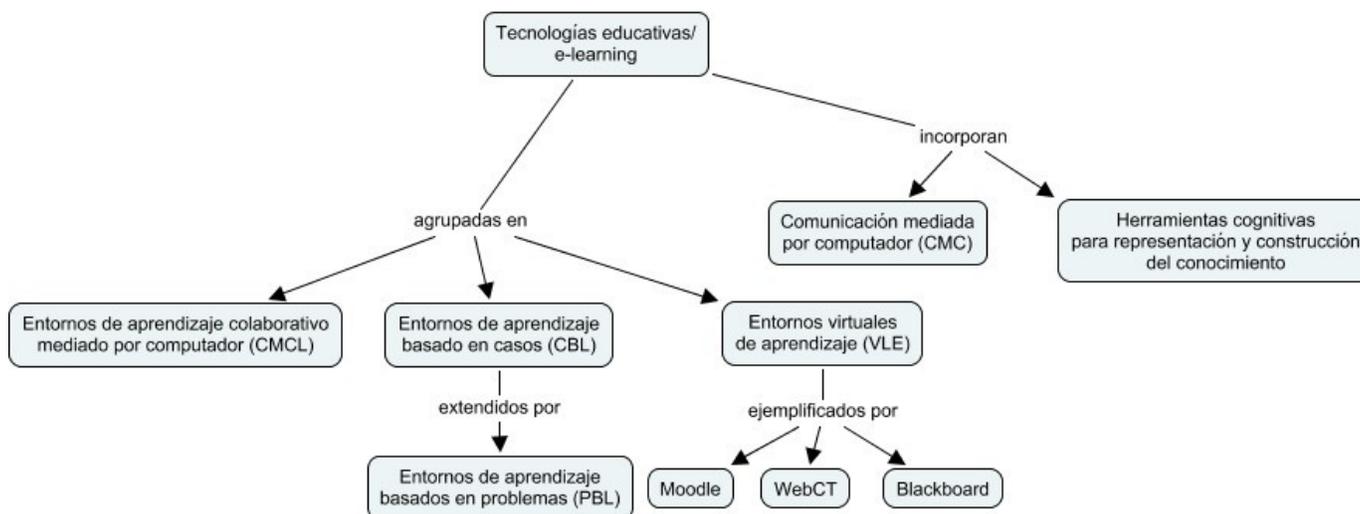


Figura 2. Resumen conceptual de la organización de las tecnologías de e-learning educativo

afectada desde la sociedad, con los juegos de entretenimiento que tienen los estudiantes a su disposición en sus casas.

III-A2. Entornos de aprendizaje basado en casos (CBL): Éstos son entornos donde se presentan simulaciones de casos de la vida real, para que los estudiantes por medio de interacciones con los modelos simulados, puedan aprender conceptos vistos en clase. Es una tendencia que promueve el estilo de aprendizaje constructivista, ya que los estudiantes se ven motivados a probar situaciones para aclarar dudas que tengan a medida que van construyendo conocimiento sobre un área determinada. Se fortalece la capacidad de experimentación autónoma por parte de los estudiantes, ya que se motivan a probar situaciones del tipo “qué tal si...” [14].

Los entornos de aprendizaje basado en casos tienen una extensión en los entornos de aprendizaje basado en problemas. Son utilizados frecuentemente en áreas de la salud. Garde et al. [15] muestran un ejemplo de éste en Alemania con el proyecto CAMPUS. Con este sistema de software se pueden aprender nuevas experiencias en medicina a partir de una gran base de casos de tratamientos médicos. Es quizás en esta área del conocimiento donde se encuentren la mayor cantidad de aplicaciones orientadas al aprendizaje basado en casos, ya que es un contexto muy apropiado para éste, y se pueden emplear tecnologías avanzadas, por ejemplo, para el almacenamiento y recuperación de los casos. Koschmann et al. [16] muestran una aplicación para estudiantes de medicina preclínica, donde se evidencian las mejoras en el acceso a la información, gracias a estas facilidades de almacenamiento y recuperación de información de casos médicos.

III-A3. Entornos virtuales de aprendizaje (VLE): Los entornos virtuales de aprendizaje o VLE (por sus siglas en inglés) se conocen también como sistemas de administración del aprendizaje (*Learning Management Systems*, en Estados Unidos). Son sistemas que en su mayoría están orientados a la Web, y pretenden ser entornos integrales de administración de cursos digitales, y usualmente tienen una organización modular a nivel de diseño, con una relación muy marcada hacia los usuarios de la comunidad académica. Entre los módulos

más grandes y más comunes de los VLE se encuentran:

- Módulo de administración
- Módulo de estudiantes
- Módulo de profesores

Alrededor de estos módulos se pueden organizar muchas funcionalidades y facilidades, pero siempre alrededor de la gestión de los cursos, y en la práctica se ve el predominio de la utilización de las facilidades en cuanto a gestión de recursos o contenidos en las abstracciones digitales de los cursos.

Estos módulos usualmente integran tecnologías de comunicación mediada por computador (CMC), como correo electrónico por el lado de la comunicación asíncrona, es decir, con una diferencia en el tiempo en que el receptor recibe los mensajes que le han sido enviados. Por el otro lado, el lado sincrónico, se encuentran tecnologías de mensajería instantánea y chat, que permiten la interacción casi instantánea con otros usuarios del VLE, entre estudiantes y profesores, mediante el intercambio de mensajes de texto y algo de ayudas visuales en algunos productos. En algunos casos se pueden integrar tecnologías de representación del conocimiento, como herramientas para la construcción de mapas conceptuales, mapas mentales, entre otros.

Los VLE son entornos que por definición facilitan el enfoque de aprendizaje constructivista, mas sin embargo, en la mayoría de productos de software actualmente a disposición, se pueden ver aplicadas ideas del trabajo colaborativo con el uso de ciertas facilidades, entre las que se encuentran las herramientas de comunicación mediada por computador que integra cada producto.

En esta categoría se encuentran la mayor cantidad de implementaciones en tecnologías educativas y e-learning, ya que la tendencia en las instituciones educativas es de solicitar formas de gestión electrónica de los cursos que se imparten en las aulas, con todas las actividades que involucra esta gestión desde cada uno de los módulos antes mencionados, así como con actividades académicas complementarias a esta gestión, como por ejemplo los foros de discusión académica fuera de las clases. Los VLE proveen estas facilidades, y es

probable que en algunos productos de software se provean más servicios de los necesarios, por lo que ya depende las instituciones directamente el utilizar o no, y el cómo utilizar estas prestaciones en su interior, así como el evaluar qué tan útiles y qué tan eficientes pueden resultar para sus objetivos, tanto a nivel de gestión, como a nivel de ejercicio académico en la comunidad de estudiantes y profesores.

Jones y O'Shea [3] van más allá de la evaluación tecnológica y educativa de la implementación de entornos virtuales de aprendizaje, y abarcan temas como la planeación estratégica de las instituciones educativas, vistas como organizaciones, la afectación que pueden llegar a tener a nivel estructural. También identifican la necesidad de experiencia técnica que debe ser proveída por las instituciones a sus estudiantes y docentes, los cambios a nivel psicológico en el esquema de aprendizaje de los estudiantes, así como las formas de enseñanza de los profesores, en vista de que pueden partir actividades entre el VLE y las clases en el salón de clase.

La experiencia técnica está relacionada también con el soporte que como recomendación debe proveerse a los usuarios de los VLE. Esta estructura de soporte entra en choque con el aspecto temporal de las hipótesis en e-learning. En e-learning se dice que se elimina la barrera del tiempo para la realización de actividades en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, no se desliga completamente de la barrera de tiempo que tienen los servicios de soporte, por limitaciones de horario laboral, y más aún en las instituciones académicas, cuyos contratos probablemente no incluyen personal de soporte técnico. Esto constituye un "pero" en esa hipotética ausencia de barreras temporales, especialmente para aquellos usuarios con dificultades de índole técnico en sus casas para acceder al VLE de la institución.

Un aspecto muy importante también, con respecto a la experiencia técnica, es la dedicación de fondos para inversión en equipos de cómputo para soportar la arquitectura del sistema VLE, así como también la inversión que puede representar en sí el mismo software VLE. A pesar de que existen soluciones de tipo *open source* y software libre, que reducen considerablemente los costos de adquisición de las tecnologías, no hay que olvidar que los productos de software se entregan con configuraciones genéricas, por lo que lo más probable es que haya que hacer una adaptación del producto escogido a las necesidades de la institución. Esto requiere de una inversión en tiempo y dinero para la ejecución de un proceso de Ingeniería de Software con todo lo que esto involucra, para ajustar la solución a los requerimientos que se puedan identificar desde las necesidades, pasando probablemente por el análisis, diseño e implementación y pruebas de las modificaciones necesarias para la puesta en marcha del VLE en el entorno académico. Crosier et al. [17] tienen un claro ejemplo de por qué es importante hacer todo este proceso de ingeniería, en conjunto con los implicados en el proceso educativo.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta en los VLE es el aspecto legal, ya que al tener facilidades para subir y publicar contenidos en el sistema, se deben mantener políticas para evitar la violación de derechos de autor por la vía electrónica [3], tanto por parte de los estudiantes, como de los profesores, aunque con más énfasis en los primeros, por

la tendencia que se ve en el entorno académico de buscar respuestas directamente en recursos en Internet [18], y simplemente copiar y pegar en el documento para publicación. Por otra parte, en el aspecto legal también entra la evaluación de los contratos de los profesores, ya que éstos deben reflejar las novedades emergentes de la asignación de tareas relacionadas con el VLE que se requiere utilizar en cada institución en particular.

Heaton-Shrestha et al. [19] hacen una evaluación del impacto de la utilización de un VLE del lado de los profesores, más concretamente en las formas de enseñanza. Se trata de un estudio realizado en una universidad del Reino Unido, en donde se quiso evaluar la opinión de los docentes en el transcurso de dos años en donde estuvo en funcionamiento un VLE para complementar las actividades de la clase magistral. Allí se evidenció el aumento de carga de trabajo para los docentes, ya que además de dedicar tiempo para la preparación de sus clases, deben preparar también contenidos y actividades para ser realizadas en el sistema. De allí que deben considerarse las modificaciones en los contratos de los profesores, como se mencionaba anteriormente. Otros aspectos que se ven afectados en la enseñanza son el grado de comunicación entre el profesor y sus estudiantes, la calidad de los contenidos de las clases publicados en el sistema, y las actividades adicionales relacionadas con la revisión de la preparación de las clases, para evitar duplicar la información publicada en los contenidos en el VLE, con la información que se presenta en clase.

Sin embargo, no todo representa más tareas para los profesores. Slattery [20] propone que con las facilidades que proveen los VLE, se ven beneficiados los profesores al ahorrar tiempo haciendo menos tareas repetitivas, como la calificación de evaluaciones, la retroalimentación de los resultados de los alumnos, entre otras actividades, de las que se puede encargar el VLE en la mayoría de los casos. De esta forma, hay una cierta compensación en los tiempos que hay que dedicar a actividades fruto del cambio de paradigma.

Del lado de la evaluación del impacto en los estudiantes se encuentran muchas experiencias, y en criterios quizás más variados que del lado de los profesores. Bennett y Pilkington [21] se dieron cuenta que habría que evaluar también el esfuerzo que hacen los estudiantes por realizar sus tareas en las herramientas del VLE, aparte de la tarea misma, ya que dependiendo del VLE implementado, puede resultar más o menos tedioso realizar y terminar la tarea.

La efectividad del aprendizaje es uno de los criterios de evaluación de impacto más usuales en los VLE. Esta efectividad puede medirse en el rendimiento de los estudiantes y en la satisfacción con el aprendizaje adquirido. Chou y Liu [22] muestran que si se comparan estos dos aspectos en un paralelo de estudiantes que aprenden por la vía tradicional, es decir, el salón de clase, y estudiantes que aprenden por la vía electrónica que provee el VLE, los niveles de satisfacción y rendimiento son superiores en aquellos estudiantes que hacen uso del VLE en su formación. Estos niveles también dependen de lo bien que se abarquen los niveles de conocimiento y los estilos individuales de aprendizaje con la implementación del VLE. Si el sistema contempla varios niveles de conocimiento y varios estilos de aprendizaje de los estudiantes, es probable

que la satisfacción y el rendimiento de los estudiantes sean muy buenos, como lo muestran Green et al. [23]. Martínez et al. [1] muestran un ejemplo de qué pasa cuando no se tienen en cuenta estos aspectos. En su caso los resultados fueron fatales, ya que hubo fallas al no tener consideraciones sobre los diferentes niveles de experiencia en el manejo de herramientas informáticas por parte de los estudiantes, consideraciones sobre el dominio del idioma en el que se encuentra el VLE, consideraciones sobre habilidades de soporte de las clases por parte de los profesores, entre otros.

III-B. Métodos de recolección de información para evaluación

En la sección anterior se mostraba sobre qué se hacen las evaluaciones de impacto en e-learning. En este apartado, se muestran ahora cómo se recolecta la información que permite llegar a una aproximación de los aspectos sobre los cuales tienen impacto las implementaciones en e-learning. La figura 3 muestra una clasificación común de estos métodos, que son los que se analizan a continuación.

III-B1. Evaluaciones y exámenes: Quizás éste sea el método más común de recolección de información para evaluar el impacto de las implementaciones en e-learning. Usualmente se hace uso de este método para poder tomar decisiones con respecto a la efectividad del aprendizaje en los estudiantes, específicamente en el rendimiento académico de los mismos. Para este caso, es indiferente si la evaluación se realiza con las facilidades que provee la herramienta e-learning implementada o no, ya que usualmente lo que se hace es una comparación de los resultados de las evaluaciones entre dos grupos de individuos.

Como se muestra en [9], [10], [12], [22], [24], [25], las evaluaciones son realizadas con el fin de tener criterios de argumentación sobre qué tanto mejora el rendimiento de los estudiantes que tienen ayudas de herramientas e-learning, en comparación con el rendimiento de estudiantes que no utilizan estas ayudas, sino que simplemente tienen sus clases y aprenden de la forma tradicional en el salón de clase.

Los resultados de estas evaluaciones pueden ser tabulados y procesados mediante paquetes de software especializados, si se quieren hacer mediciones cuantitativas a nivel estadístico y sacar conclusiones con base en el análisis de los resultados. Este es el objetivo final más frecuente en los casos encontrados.

III-B2. Encuestas: Las encuestas son un medio de recolección con el que se pueden evaluar aspectos muy puntuales de una implementación e-learning. Así como en las evaluaciones y exámenes, las encuestas tienden a ser un medio comparación de dos estrategias en los criterios determinan para revisión. Sin embargo, las encuestas también sirven para recoger apreciaciones sobre temas concretos que se quieren evaluar en una implementación en particular, ya que contiene información fácilmente tabulable y procesable con herramientas estadísticas.

A nivel de utilización para revisión de criterios puntuales, las encuestas se utilizan en la mayoría de casos expuestos en este documento, pero a nivel de comparación, son pocos

los ejemplos que tienen este enfoque. La ventaja en ambos casos para las encuestas, es que se les puede preguntar tanto a estudiantes como a profesores sobre su experiencia en la utilización de el sistema de software X en el criterio Y , y luego hacer análisis estadísticos que permitan evaluar patrones, en aspectos ya sean cuantitativos o cualitativos. Otra ventaja, es que para las encuestas no necesariamente se recopilan datos personales de quien las diligencia, lo cual hace que las respuestas tengan un mayor valor, al ser más objetivas.

Sin embargo, Rovai et al. [26] muestran que cuando las encuestas se presentan con el carácter de anónimas, existe la posibilidad de que se manifiesten expresiones agresivas y negativas por parte de quienes las diligencian, especialmente las encuestas que como en este caso se solicitan al final de un curso, donde los estudiantes ya conocen sus notas finales, y pueden manifestar su inconformidad con una mala nota por este medio. De esta forma, la información recopilada con las encuestas puede llegar a carecer de valor para el análisis de los criterios de impacto.

III-B3. Autoevaluaciones: Las autoevaluaciones en este contexto son una forma de recolectar datos cualitativos al final de un caso de estudio. Estos datos cualitativos corresponden a indicadores relacionados con la motivación a nivel individual en el uso de las herramientas, el grado de satisfacción con el aprendizaje adquirido por la vía tecnológica, la percepción del impacto sobre el esquema de estudio de los estudiantes, la motivación de los profesores, entre otros. Se deben tener en cuenta las mismas apreciaciones que con las encuestas, cuando se presentan con el carácter de anónimas.

III-B4. Grabaciones de vídeo: Las grabaciones de vídeo son una forma menos usual de recolectar información sobre el impacto de las tecnologías e-learning. Sin embargo, en algunos casos se utilizan para evaluar aspectos psicológicos y de comportamiento de los estudiantes ante las tecnologías que se les presentan. Las dos formas que se han identificado son:

- Grabaciones de los estudiantes en sesiones de aprendizaje con los sistemas e-learning.
- Grabaciones de las actividades de las sesiones de usuario en las máquinas de los estudiantes en el laboratorio informático.

Es claro, por sentido común, que el saber que se está grabando en vídeo las actividades de las sesiones de aprendizaje frente al computador, puede resultar intimidante para los estudiantes, lo cual conlleva a hacer que ellos reaccionen de forma contraria a su naturaleza, por lo que los datos recolectados carecerían de valor. Esta es una apreciación que tienen en cuenta Virvou y Katsionis [6] a la hora de hacer sus revisiones, por lo que en su caso terminan optando por hacer encuestas con los criterios que les interesaba revisar. Järvelä et al. [5] también utilizan grabaciones de video, para hacer observaciones sobre la motivación de los estudiantes ante una situación de aprendizaje colaborativo apoyado por computador.

Por otra parte, Wallace et al. [18] utilizan grabaciones de las sesiones de usuario de las máquinas, para realizar un análisis sobre las tendencias de comportamiento de los estudiantes en la búsqueda de recursos en la Web. Ésto les resultó útil para



Figura 3. Métodos de recolección de información más comunes para la evaluación del impacto de las implementaciones e-learning

identificar patrones comunes en los estudiantes, lo cual fue considerado un acierto para ese caso de estudio en particular. Sin embargo, no tienen en cuenta que al igual que cuando se graba el comportamiento de los estudiantes durante las sesiones, los estudiantes están bajo presión, lo cual puede alterar notoriamente los datos recolectados.

III-B5. Grabaciones de audio: La experiencia de Wallace et al. [18] también es un claro ejemplo de la utilización de grabaciones de audio. Con este método se graban las conversaciones que tienen los estudiantes mientras trabajan en sus equipos, especialmente cuando tienen que realizar actividades en colaboración en un mismo computador en el laboratorio.

Estas grabaciones, aunque contienen menos información que las grabaciones de vídeo, siguen siendo intimidantes para los estudiantes, por lo que contrario a lo que se pueda afirmar, siempre tendrán cierto grado de invalidez dada la presión.

III-B6. Elaboración de diarios: Los diarios o bitácoras son una forma de recoger puntos de vista muy personales de las experiencias de los participantes en un proyecto de implementación e-learning. Tienen la ventaja de que se acercan más al día a día de los participantes, y pueden contener información detallada muy importante para el análisis de impacto, en comparación con las evaluaciones, encuestas y autoevaluaciones, que en general terminan siendo resúmenes de ciertos aspectos de las experiencias de cada individuo, lo cual puede llevar con el transcurrir del tiempo a la pérdida de detalles importantes para revisión.

Duncan [27] tiene un buen ejemplo de cómo utilizar los diarios de los estudiantes y los profesores para recolectar datos sobre las experiencias individuales en implementaciones e-learning. En este ejemplo en particular, el diario se llevaba de forma electrónica por todos los participantes de un curso de postgrado a distancia en Canadá. Allí, tanto estudiantes como profesor plasmaban las experiencias personales adquiridas con el curso, así como muchos comentarios sobre la experiencia de tomar un curso en línea. Es claro que todos estos datos proporcionan información meramente de carácter cualitativo sobre el impacto que tiene un sistema e-learning sobre sus usuarios.

III-B7. Revisión de registros o logs: De acuerdo a las facilidades que presta un software en e-learning, se pueden obtener datos interesantes sobre la utilización del software, con base en los registros que se van generando con el funcionamiento del mismo. De acuerdo a la configuración del sistema, se pueden eventualmente obtener registros de las actividades y solicitudes realizadas por los usuarios, para luego

revisar indicadores relacionados con la utilización de partes específicas de la aplicación de software, especialmente cuando se trata de páginas Web. Green et al. [23] ponen en práctica esta idea, recolectando información a partir de los registros de un VLE como Blackboard, en relación con los módulos más utilizados en el sistema. Sin embargo, estos registros pueden ser una referencia muy vaga de lo que, por ejemplo, se usa en un sistema e-learning, especialmente los VLE donde, dependiendo del producto, los usuarios literalmente se pierden en la interfaz, y navegan de aquí para allá buscando información, de forma que no siempre una visita a una pantalla del sistema implica una utilización efectiva, como se esperaría.

IV. APLICACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS

Con base en las experiencias estudiadas hasta ahora, con las tecnologías consideradas para revisión, y los métodos de recolección de información determinados como útiles, se puede comenzar a hablar de aplicaciones de las evaluaciones, desde la perspectiva de la Ingeniería de Sistemas.

IV-A. Mitos relacionados con e-learning

IV-A1. E-Learning en la globalidad: A nivel de gobierno en educación en algunos países del mundo, las tecnologías de la información y la comunicación en el aula de clase han sido vistas como un fenómeno similar a la globalización de la economía [28]. Sin entrar en detalles de tipo económico, se habla de que la globalización es un fenómeno de integración inminente a nivel mundial. Las experiencias estudiadas hasta ahora muestran que la llegada y la implementación de estas tecnologías están ahí para cuando se requieran, y van en constante progreso, pero su adopción no es obligatoria para las instituciones. Cada institución y cada área del conocimiento en particular tiene necesidades diferentes, y enfoques pedagógicos especiales, que pueden hacer o no necesario el uso de tecnologías informáticas como apoyo al modelo actual [12]. Es claro entonces que las tecnologías educativas no se deben asociar a tendencias de globalización, y hay que entender que el uso de la tecnología en la educación no es algo inevitable ni inminente.

Por otro lado, la educación a distancia ha sido quien más se ha visto beneficiada con los avances en tecnologías e-learning, dado que se ha visto una evolución del papel al medio electrónico, así como en la forma de entregar contenidos. A veces da la sensación de que el único enfoque de modelos educativos a futuro va a ser el de la educación a la distancia vía electrónica, y que existe la posibilidad de la abolición del aula de clases. En este momento ya hay quienes han apostado a ello.

Anastasiades [29] hace una muestra de esto, con un estudio de evaluación de una prueba piloto para el aprendizaje a distancia vía electrónica en niños de escuela primaria en la isla de Chipre. Allí participaron actores importantes del gobierno, entidades financieras y académicas, para la implementación de un entorno para educación a distancia con teleconferencias y tableros electrónicos compartidos. Luego de hacer algunas evaluaciones, se dieron cuenta que podían ocurrir en la práctica muchos inconvenientes, especialmente de tipo técnico, que podían entorpecer el proceso. Lo más sobresaliente allí, es que las evaluaciones que entregaban los niños, mostraban que no les parecía, que no estaban a gusto con la idea de aprender por la vía electrónica únicamente, a pesar de que progresivamente ellos iban mostrando mejores actitudes con la experiencia.

Esto indica que la idea de que en un futuro pueden llegarse a suprimir los espacios académicos físicos, como son los salones de clase, es algo sin argumentos, dada la importancia que tiene para los estudiantes el poder relacionarse con sus compañeros y con su profesor cara a cara [1], [4], [26], [29].

IV-B. Factores de éxito en las implementaciones e-learning

A continuación se presenta una pequeña lista con los factores de éxito más relevantes en implementaciones de tecnologías educativas e-learning, deducidos a partir de la base de casos estudiados en este documento, desde la perspectiva específica de la Ingeniería de Software, aplicada a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en educación:

1. Usabilidad del software
2. Accesibilidad de la información
3. Disponibilidad de la información
4. Entrenamiento sobre las herramientas de software
5. Facilidad en la comunicación

IV-B1. Usabilidad del software: Analizando los casos estudiados, es interesante ver que aunque no se menciona explícitamente, los usuarios a veces tienen problemas de usabilidad en el software que se les presenta para su utilización. Green et al. [23] mencionan el tema de la navegación infructuosa en los VLE, que usualmente se observa cuando el entorno no está debidamente ajustado a las necesidades de los usuarios finales. En algunos casos, el usuario se ve frente a una interfaz poco amigable, en el sentido de que la información no se encuentra en el lugar donde él cree que la debe encontrar. En otras ocasiones, simplemente el entorno no está pensado para ellos. Dearnley et al. [30] muestra un caso especial con usuarios no-tradicionales de un VLE, donde no-tradicional quiere decir estudiantes de mayor edad, que se encontraban inactivos académicamente luego de un tiempo considerable, y vuelven a estudiar. Para estos estudiantes el choque es importante, ya que generacionalmente son personas que no están familiarizadas con herramientas e-learning, e incluso más en general, con herramientas informáticas recientes. En estos casos, hay que tener en cuenta todas las modificaciones necesarias sobre la interfaz de usuario del sistema, a la hora de decidirse por un paquete de software en especial, o en futuras versiones, si ya se contaba con una implementación en funcionamiento. De todas formas, cabe recordar lo que

se mencionaba anteriormente: la utilización de tecnologías e-learning no es obligatoria.

Es muy importante involucrar todos los actores del proceso de aprendizaje en e-learning, en el proceso de desarrollo de las tecnologías, tal como lo muestran Crosier et al. [17], de forma que cuando se hagan entregas del producto, se hayan pasado pruebas como la de usabilidad en el software, para que el proceso de aprendizaje fluya y sea más eficiente.

IV-B2. Accesibilidad de la información: Duncan [27] presenta un ejemplo de dificultad emergente en la accesibilidad a la información proveída por una tecnología e-learning. Debería ser claro para las instituciones que, como en el caso que presenta este autor, la diversidad de estudiantes y su distribución, puede crear una variedad de escenarios posibles para el acceso a la información, de forma tal que pueden presentarse casos donde es imposible conectarse y acceder. En este ejemplo, se trataba de una estrategia de educación completamente en línea, donde los estudiantes se encontraban distribuidos geográficamente incluso en zonas rurales, donde el acceso a una conexión a Internet era un privilegio. Asimismo se pueden presentar estos casos, incluso cuando los estudiantes se encuentren en la misma ciudad, donde la distribución puede darse a nivel socio-económico, y se dificulte el acceso a la infraestructura tecnológica necesaria para traer información de los sistemas e-learning disponibles para cada individuo. Se puede pensar en esta dificultad en varios escenarios, de acuerdo a la tecnología. Por ejemplo, el acceso a las salas de cómputo que tienen equipos con el software necesario para acceder al sistema, o el acceso a una conexión suficientemente ancha para soportar el flujo de datos entregado por el sistema.

IV-B3. Disponibilidad de la información: De otro lado, se encuentra el aspecto de la disponibilidad de la información. Como se mencionaba en un apartado anterior en este documento, la aplicación del concepto de e-learning supone la eliminación de barreras temporales, ya que los estudiantes y profesores pueden teóricamente requerir de la información del sistema en cualquier momento, así como pueden publicar nueva información también en cualquier momento. Para que este supuesto sea verdad, la información en el sistema tiene que estar disponible la mayor cantidad de tiempo como sea posible, de forma que los usuarios, entre estudiantes y profesores, no estén sujetos a barreras de tiempo. Graven et al. [31] muestran en su estudio, situaciones en que los estudiantes y profesores requieren acceder a la información al sistema en los horarios menos pensados, e incluso allí, se hace necesaria la disposición del sistema y toda su información si está en las posibilidades de cada institución.

IV-B4. Entrenamiento sobre las herramientas de software: Algunos autores, como en [4], [31], también notan la necesidad de entrenamiento en las herramientas de software e-learning, con el fin de que las experiencias de implementación sean exitosas. Desafortunadamente, en la práctica se ve que los ingenieros encargados del desarrollo del software a veces asumen de los usuarios un nivel mínimo de habilidades con este tipo de herramientas, y la realidad es otra. Así como hay que tener en cuenta varios niveles de conocimiento para la publicación de los contenidos y sus conceptos en determinados cursos, es necesario tener en cuenta la variedad de niveles de

habilidad en el manejo del software implementado, y así, si se hace necesario, programar sesiones de entrenamiento sobre el correcto uso de las herramientas, de forma que sea más efectivo el aprendizaje adquirido por los interesados en este proceso, así como la satisfacción de los instructores.

Este aspecto también incluye a las tecnologías que emplean realidad virtual como base para la interfaz con el usuario. No se puede asumir de plano que el usuario conoce al menos cómo desplazarse de un sitio a otro en el entorno. Si es necesario, debe proveerse el conocimiento necesario para lograr un nivel de habilidad mínimo que permita realizar las actividades más indispensables dentro del sistema.

IV-B5. Facilidad en la comunicación: En muchos de los casos estudiados, como en [4], [5], [27], [29], se llegaba a una conclusión común: los estudiantes y profesores no cambian la facilidad de comunicación que se logra entre sí en el espacio del salón de clase, por la facilidad de comunicación proveída por las herramientas e-learning. Las razones son múltiples:

- Comunicarse vía electrónica requiere más tiempo del que le quieren dedicar a un intercambio de mensajes.
- Las respuestas a las inquietudes surgidas en el proceso de aprendizaje no necesariamente son inmediatas, lo cual puede alterar negativamente el ritmo del proceso.
- La comunicación frecuentemente está limitada a intercambio de mensajes de texto, lo cual impide representar algunas ideas y requiere un esfuerzo adicional, a veces considerable dependiendo del caso.

Esto entre otras posibles razones. Es por esto que, a este respecto hay muchas cosas por mejorar, para que si no hay otra opción de comunicación entre las partes del proceso, se pueda hacer de forma satisfactoria.

V. CONCLUSIONES

Entre los estilos pedagógicos que se pueden seleccionar para hacer implementaciones en e-learning, que son el aprendizaje en línea, y el aprendizaje combinado (parte en el salón de clase y parte en línea), éste último resulta siendo el estilo que genera mayor éxito en la mayoría de los indicadores de impacto en e-learning, dado el vacío que dejan algunas tecnologías en las formas de comunicación eficiente, y hacen extrañar el diálogo en el espacio de las sesiones en las aulas de clase.

Los indicadores de impacto incluyen eficiencia del aprendizaje (que a su vez se compone de rendimiento académico y satisfacción con el aprendizaje adquirido), motivación con el aprendizaje, y motivación con la enseñanza por parte de los profesores. Es claro que a pesar de que la idea es evaluar el impacto del e-learning en el aula de clase, hay casos en que una implementación e-learning no tiene cabida, ya sea por las capacidades económicas y tecnológicas de las instituciones, o porque las áreas del conocimiento en las que el software e-learning entraría a apoyar, no necesitan de forma clara, de esta ayuda tecnológica. De esta forma, el estilo pedagógico de la clase tradicional en el salón de clases sigue siendo la mejor alternativa para estos casos.

Por otra parte, los elementos desde donde se pueden hacer precisiones sobre el impacto de una implementación e-learning, dependen de la implementación misma, ya que ésta

puede o no proveer formas de seguimiento de las actividades de sus usuarios, por ejemplo por medio de registros del sistema. De todas formas, existen métodos externos como las encuestas, evaluaciones, grabaciones multimedia, que permiten tomar medidas sobre varios aspectos del impacto.

Con esta variedad de opciones para hacer evaluaciones de impacto, se ha percibido que los estudiantes han logrado un rendimiento académico superior con las ayudas que proveen los sistemas de software educativo e-learning, así como que la satisfacción con el aprendizaje al final de los cursos apoyados por las tecnologías educativas es también superior, especialmente porque los estudiantes pueden hacer representaciones de los conceptos más fácilmente en la vía electrónica, en comparación con las representaciones objetivistas recibidas en el salón de clase. De nuevo, hay que recordar que en algunos casos no se facilita este proceso de representación de conceptos. Todo depende del área del conocimiento en particular. De todas formas, en las experiencias en que se ha obtenido esta clase de éxito, se han tenido en cuenta los diversos niveles de habilidad y conocimiento de los estudiantes, además de algunos factores del entorno social y cultural que rodean lo académico. El éxito en e-learning no está siempre garantizado.

Para finalizar, uno de los aspectos en los que se debe trabajar fuertemente en e-learning, es el de la comunicación entre los participantes del proceso de aprendizaje. Los estudiantes necesitan formas eficientes de interacción con sus similares y con sus profesores, para en lo posible poder obtener respuestas a sus inquietudes en la menor brevedad de tiempo. Asimismo, necesitan entrenamiento, o en su defecto debe facilitarse el uso de las herramientas por la vía de la intuición, para hacer aún más eficiente el tiempo dedicado al aprendizaje en la vía electrónica.

REFERENCIAS

- [1] R.-A. Martínez, M. M. del Bosch, M. H. P. Herrero, and A. S. Nuno, "Psychopedagogical components and processes in e-learning: lessons from an unsuccessful on-line course," *Computers in Human Behavior*, vol. 23, pp. 146–161, 2007. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6VDC-4CHHPCY-1/2/0ccbdc0ae65b139c479e4b644227f491>
- [2] F. Blin and M. Munro, "Why hasn't technology disrupted academics' teaching practices understanding resistance to change through the lens of activity theory," *Computers Education*, vol. 50, pp. 475–490, 2008. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6VCJ-4R4DFSW-2/2/195270ba14481199ef7da5eb03bc1ae3>
- [3] N. Jones and J. O'Shea, "Challenging hierarchies: The impact of e-learning," *Higher Education*, vol. 48, pp. 379–395, 2004. [Online]. Available: <http://links.jstor.org/sici?sici=0018-15608200410948A3C379ACHTIOEE2.0.COB2-S>
- [4] K.-J. Kim, S. Liu, and C. J. Bonk, "Online mba students' perceptions of online learning: Benefits, challenges, and suggestions," *The Internet and Higher Education*, vol. 8, pp. 335–344, 2005. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6W4X-4HG6HH4-1/2/d10eb24224942cfa976b454b73a6de5e>
- [5] S. Järvelä, H. Järvenoja, and M. Veermans, "Understanding the dynamics of motivation in socially shared learning," *International Journal of Educational Research*, 2007.
- [6] M. Virvou and G. Katsionis, "On the usability and likeability of virtual reality games for education: The case of vr-engage," *Computers Education*, vol. 50, pp. 154–178, 2008. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6VCJ-4KGG1KC-1/2/9acfb2ad5708ef5f758b4b799b4302e>

- [7] D. E. Leidner and S. L. Jarvenpaa, "The use of information technology to enhance management school education: A theoretical view," *MIS Quarterly*, vol. 19, pp. 265–291, 1995. [Online]. Available: <http://links.jstor.org/sici?sici=0276-7783%28199509%2919%3A3%3C265%3ATUOITT%3E2.0.CO%3B2-T>
- [8] D. Jonassen, M. Davidson, M. Collins, J. Campbell, and B. B. Haag, "Constructivism and computer-mediated communication in distance education," *The American Journal of Distance Education*, vol. 9, pp. 7–26, 1995.
- [9] M. Alavi, "Computer-mediated collaborative learning: An empirical evaluation," *MIS Quarterly*, vol. 18, pp. 159–174, 1994. [Online]. Available: <http://links.jstor.org/sici?sici=0276-77838199406918A2C159ACCLAE2.0.CO2-G>
- [10] D. Francescato, R. Porcelli, M. Mebane, M. Cuddetta, J. Klobas, and P. Renzi, "Evaluation of the efficacy of collaborative learning in face-to-face and computer-supported university contexts," *Computers in Human Behavior*, vol. 22, pp. 163–176, 2006. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6VDC-4FTMM13-1/2/9952998abd8c0a16591e72feb99a59d7>
- [11] R. Hamalainen, "Designing and evaluating collaboration in a virtual game environment for vocational learning," *Computers Education*, vol. 50, pp. 98–109, 2006.
- [12] S. Mills and M. M. T. de Araujo, "Learning through virtual reality: a preliminary investigation," *Interacting with Computers*, vol. 11, pp. 453–462, 1999. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6VOD-3WM4WPP-6/2/8771a87dfcaa175df789c403f000e3bb>
- [13] K. tem Sun, Y. cherng Lin, C. jui Yu, and S.-B. Li, "A study on learning effect among different learning styles in a web-based lab of science at elementary schools," in *Advanced Learning Technologies, 2005. ICALT 2005. Fifth IEEE International Conference on*, 2005, pp. 80–82.
- [14] S. Hennessy, J. Wishart, D. Whitelock, R. Deane, R. Brawn, L. la Velle, A. McFarlane, K. Ruthven, and M. Winterbottom, "Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching," *Computers Education*, vol. 48, pp. 137–152, 2006.
- [15] S. Garde, J. Heid, M. Haag, M. Bauch, T. Weires, and F. J. Leven, "Can design principles of traditional learning theories be fulfilled by computer-based training systems in medicine: The example of campus," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 76, pp. 124–129, 2006.
- [16] T. D. Koschmann, A. C. Myers, P. J. Feltoich, and H. S. Barrows, "Using technology to assist in realizing effective learning and instruction: A principled approach to the use of computers in collaborative learning," *The Journal of the Learning Sciences*, vol. 3, pp. 227–264, 1994.
- [17] J. K. Crosier, S. Cobb, and J. R. Wilson, "Key lessons for the design and integration of virtual environments in secondary science," *Computers Education*, vol. 38, pp. 77–94, 2002. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6VCJ-44MYW2F-6/2/df1d8c40c0fd859bcf07dd83ae336c52>
- [18] R. M. Wallace, J. Kupperman, J. Krajcik, and E. Soloway, "Science on the web: Students online in a sixth-grade classroom," *The Journal of the Learning Sciences*, vol. 9, pp. 75–104, 2000. [Online]. Available: <http://links.jstor.org/sici?sici=1050-84068200099A1C75ASOTWSOE2.0.CO2-9>
- [19] C. Heaton-Shrestha, P. Edirisingha, L. Burke, and T. Linsey, "Introducing a vle into campus-based undergraduate teaching: Staff perspectives on its impact on teaching," *International Journal of Educational Research*, vol. 43, pp. 370–386, 2005. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6VDF-4KPP47K-1/2/55670e8b4e5a620203d4b966688458a9>
- [20] D. Slattery, "Using information and communication technologies to support deep learning in a third-level on-campus programme: A case study of the taught master of arts in e-learning design and development at the university of limerick," in *International Professional Communication Conference, 2006 IEEE*, 2006, pp. 170–182.
- [21] C. Bennett and R. Pilkington, "Using a virtual learning environment in higher education to support independent and collaborative learning," in *Advanced Learning Technologies, 2001. Proceedings. IEEE International Conference on*, 2001, pp. 285–288.
- [22] S.-W. Chou and C.-H. Liu, "Learning effectiveness in web-based technology-mediated virtual learning environment," in *System Sciences, 2005. HICSS '05. Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on*, 2005, p. 3a.
- [23] S. M. Green, M. Weaver, D. Voegeli, D. Fitzsimmons, J. Knowles, M. Harrison, and K. Shephard, "The development and evaluation of the use of a virtual learning environment (blackboard 5) to support the learning of pre-qualifying nursing students undertaking a human anatomy and physiology module," *Nurse Education Today*, vol. 26, pp. 388–395, 2006. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6WNX-4J2M438-1/2/ae6674d399cf120bfb3a4c427dd160e>
- [24] R. Goodfellow, "Academic literacies and e-learning: A critical approach to writing in the online university," *International Journal of Educational Research*, vol. 43, pp. 481–494, 2005. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6VDF-4KV2RMH-2/2/667390277efc6c93d1c774433416d617>
- [25] J. S. Robertson, M. M. Grant, and L. Jackson, "Is online instruction perceived as effective as campus instruction by graduate students in education?" *The Internet and Higher Education*, vol. 8, pp. 73–86, 2005. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6W4X-4FPDRGW-4/2/bcbbaa39fd35a0a009a919cd4c5fd205>
- [26] A. P. Rovai, M. K. Ponton, M. G. Derrick, and J. M. Davis, "Student evaluation of teaching in the virtual and traditional classrooms: A comparative analysis," *The Internet and Higher Education*, vol. 9, pp. 23–35, 2006. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6W4X-4JBGKF9-2/2/0ac931bcf08c1c87a3fd7fcb06fb1a21>
- [27] H. Duncan, "On-line education for practicing professionals: A case study," *Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'education*, vol. 28, pp. 874–896, 2005. [Online]. Available: <http://links.jstor.org/sici?sici=0380-236182005928A4C874AOEFPPAE2.0.CO2-1>
- [28] S. Clegg, A. Hudson, and J. Steel, "The emperor's new clothes: Globalisation and e-learning in higher education," *British Journal of Sociology of Education*, vol. 24, pp. 39–53, 2003. [Online]. Available: <http://links.jstor.org/sici?sici=0142-56928200302924A1C39ATENCGAE2.0.CO2-B>
- [29] P. S. Anastasiades, "Distance learning in elementary schools in cyprus: the evaluation methodology and results," *Computers Education*, vol. 40, pp. 17–40, 2003. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6VCJ-47C9SB0-3/2/380f2b1dbf45e8ea648b272e65d66574>
- [30] C. Dearnley, G. Dunn, and S. Watson, "An exploration of on-line access by non-traditional students in higher education: A case study," *Nurse Education Today*, vol. 26, pp. 409–415, 2006. [Online]. Available: <http://www.sinab.unal.edu.co:2053/science/article/B6WNX-4J0WTK3-3/2/2c86b79529c2f8c9f30362292bd09731>
- [31] O. H. Graven, M. Helland, and L. MacKinnon, "The influence of staff use of a virtual learning environment on student satisfaction," in *Information Technology Based Higher Education and Training, 2006. ITHET '06. 7th International Conference on*, 2006, pp. 423–441.