

Los laboratorios virtuales adaptativos y personalizados en la educación superior

Virtual, adaptive and customized laboratories in education

Norberto Novoa Torres*
Héctor Flórez Fernández**

Fecha de recepción: Septiembre 30 de 2011
Fecha de aceptación: Noviembre 15 de 2011

Resumen

En el presente artículo se describe un contexto general de los laboratorios virtuales adaptativos, una breve reseña histórica y el estado del arte, sus características e importancia, el aporte de ellos a la educación superior, el planteamiento de un laboratorio virtual adaptativo personalizado, la descripción general de la solución propuesta, la metodología y el proceso que se ha desarrollado para su diseño e implementación, y las conclusiones obtenidas hasta el momento.

Palabras clave

Laboratorio virtual, aprendizaje adaptativo, aprendizaje personalizado, redes de transmisión de datos, enseñanza virtual, transmisión de voz sobre IP, dispositivo de interacción, mundo virtual, protocolo IP, realidad virtual y señales de voz.

* Ingeniero de Sistemas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, magíster en Ciencias de la Educación con énfasis en Informática Educativa y especialista en Gerencia Educativa de la Universidad Libre. Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: nnvoat@gmail.com

** Ingeniero electrónico e ingeniero de sistemas de la Universidad El Bosque, magíster en Ciencias de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, especialista en Alta gerencia y magíster en Gestión de Organizaciones de la Universidad Militar Nueva Granada, estudiante de doctorado en Ingeniería en la Universidad de los Andes. Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: hectorarturo@yahoo.com

Abstract

This article describes a general context of adaptive virtual labs, a brief history and state of the art, their characteristics and importance, the contribution of them to higher education, the approach of personalized adaptive virtual laboratory, the description general of the proposed solution, the methodology and the process has been developed, for the design and implementation, and the conclusions drawn so far.

Keywords

Laboratorio virtual, aprendizaje adaptativo, aprendizaje personalizado, redes de transmisión de datos, enseñanza virtual, transmisión de voz sobre IP, dispositivo de interacción, mundo virtual, protocolo IP, realidad virtual y señales de voz.

Introducción

Las investigaciones en diseño y desarrollo de laboratorios virtuales adaptativos de aprendizaje (LVAA), se han venido desarrollando con gran apoyo académico y económico, principalmente por el impacto que han tenido las TIC' sen la vida cotidiana y en aspectos tan importantes como la educación. En este sentido, se hace necesario que los materiales educativos estén a la vanguardia en estas tecnologías, ofrezcan escenarios interactivos e innovadores que centren la atención de los estudiantes y que estén apoyados en teorías de enseñanza contemporáneas.

Además, en muchos casos el desarrollo de los contenidos programáticos de los cursos, que utilizan plataformas de enseñanza virtual (LMS: Learning Management System) y los laboratorios virtuales de aprendizaje (LVAs), obedece a una perspectiva tradicional, que utiliza únicamente estas herramientas para colocar contenidos (lecciones), trabajos, talleres, etc., que son utilizados por los estudiantes. Sin embargo, es necesario ver el diseño del curso desde otra perspectiva, que permita integrar desde un comienzo este

tipo de herramientas para el aprendizaje de los diferentes conceptos que se desarrollan a lo largo de un curso.

Dentro de este contexto, podemos señalar los laboratorios virtuales, como una nueva alternativa a los tutores, simuladores y juegos educativos, los cuales cuentan con un escenario en tercera dimensión con una serie de componentes que conforman el laboratorio, un módulo de interacción, que permite al estudiante introducirse dentro de un mundo virtual y un módulo de captura de datos que recibe las señales de movimiento del objeto o proceso en estudio dentro del mundo virtual y las lleva a computador para ser procesadas.

Sin embargo, a pesar que existen algunos desarrollos actuales alrededor de este tipo de herramientas, se hace necesario mirar alternativas nuevas que permitan innovar y facilitar el uso de este tipo de material educativo, donde las TIC' s juegan un papel fundamental.

Adicionalmente, dentro del contexto de la enseñanza de las redes de computadores

por ejemplo, más específicamente del proceso de transmisión de voz sobre protocolo IP (VoIP), los estudiantes de redes se enfrentan a una problemática que perjudica no solo a los estudiantes de educación técnica y tecnológica, sino también a quienes cursan estudios profesionales; dicho problema radica en el proceso utilizado para resolver los diferentes tipos de problemas (de lápiz y papel, prácticos, y experimentales entre otros), aunque las versiones tanto de estudiantes como de docentes respecto a dicho fracaso son algo contraproducentes: falta de suficiente conocimiento teórico y procedimental de aplicación de la teoría, falta de estrategias o caminos de resolución, incompreensión y sobrecarga de los enunciados del problema (son descontextualizados, irreales, con profundo interés teórico, uso indiscriminado de datos), falta de trabajo del alumnado, fallas de cálculo matemático y escaso dominio del aparato matemático y del pensamiento hipotético-deductivo (en estudiantes). Se puede concluir que tanto profesores como estudiantes aducen los fallos y sus fracasos a factores externos, sin tener en cuenta que el punto de ruptura tal vez se pueda ubicar en la perspectiva educativa del actual modelo pedagógico.[1] y [2]

Si abordamos una parte importante de la resolución de problemas, observamos un fenómeno que ocurre con frecuencia; es que los estudiantes se limitan a buscar fórmulas generales que solucionen siempre dichos problemas, o sencillamente se limitan a esperar que el docente resuelva el problema; este fenómeno crea un acto que al transcurrir el tiempo es complicado de suprimir y es la realización mecánica de los problemas, lo que conlleva al no entendimiento del proceso que es lo que se busca, también dirige al estudiante a abordar nuevos problemas de una manera sistemática y rutinaria, creando hábitos poco deseables en el estudiante en un mundo como el de la ciencia. Algunos factores que hacen falta en el actual proceso de aprendizaje por parte del estudiante son: identificación y definición del problema, proponer procedimientos, recolección e in-

terpretación de resultados y toma de decisiones. [1].

Si se tiene en cuenta que el principal problema que presenta hoy en día la penetración tanto de VoIP como de todas las aplicaciones de IP en las redes de transmisión de datos, actualmente no es posible garantizar la calidad de servicio en Internet, que solo soporta "mejor esfuerzo" (besteffort) y puede tener limitaciones de ancho de banda en la ruta, por lo cual se generan diversos problemas relacionados con la transferencia y disponibilidad de la información.

En vista de lo anterior, la principal pregunta de investigación que se planea resolver es:

¿Cómo diseñar un laboratorio virtual adaptativo personalizado para el aprendizaje de protocolos de VoIP, que permita apoyar el proceso de enseñanza de las redes de transmisión de datos?

Laboratorios virtuales de aprendizaje ADAPTATIVOS (Ivaa)

Reseña histórica

Debido a la necesidad de crear sistemas de apoyo al estudiante, para realizar sus prácticas de laboratorio, con el objetivo de optimizar el tiempo, los recursos requeridos y en un ambiente controlado que brinde seguridad, al avance de las NTIC's y a la adopción de prácticas pedagógicas y didácticas recientes, surgen los laboratorios virtuales adaptativos, como un elemento de apoyo para el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

El enfoque dado hoy día en materia de educación, donde se tienen espacios nuevos de construcción y solución de problemas, los laboratorios virtuales, han ido adentrándose en las prácticas pedagógicas, desde hace más de 25 años aproximadamente, cuando inició su uso. La primera aproximación a los laboratorios virtuales aparece en el año 1984,

donde surge el concepto de instrumento virtual y sus características se determinaron de acuerdo a los fundamentos de programación [3]. Durante los años posteriores se fueron lanzando distintas propuestas para laboratorios, entre ellas la de un laboratorio de control de sistemas en 1991 en la Universidad de Bucknell en E.E.U.U., que cuenta con un sistema de procesado digital de señal y conexión a Internet. En 1992 aparece el término laboratorio virtual, para describir la programación orientada a objetos en el desarrollo de un laboratorio de simulación. En 1994 se presenta un estudio realizado por la Universidad de Vanderbilt en EEUU en el que se desarrolla un laboratorio virtual basado en simulación como apoyo a las prácticas tradicionales y que concluyó, con la necesidad de esta herramienta para aprender las habilidades básicas y el manejo de los equipos, lo cual optimizaba tanto el tiempo de los alumnos como el del personal de laboratorio. En 1994 aparece un artículo [4] en el que se define explícitamente un laboratorio virtual como un programa de simulación. Ya en la conferencia IMTC (Instrumentation and Measurement Technology Conference de la IEEE) celebrada en junio de 1996, empiezan a presentarse distintos aspectos de lo que es un laboratorio virtual. Desde entonces las referencias de los laboratorios se han incrementado vertiginosamente.

La Tecnología ha influido en varios campos a través de las últimas décadas, generando nuevas posibilidades, ampliando sus alcances y en algunos casos provocando cambios radicales en dichos campos, como en la ciencia, los negocios y la educación. Puntualmente en el campo de la educación, la tecnología ha generado un replanteamiento de las metodologías de enseñanza-aprendizaje, buscando optimizarlas y conseguir de ellas los mejores resultados.

Concepto

Un laboratorio virtual es un programa de simulación [4], o también lo podemos definir como lo plantea el Grupo de Innova-

ción Educativa en nuevas tecnologías de la Universidad Politécnica de Valencia “un conjunto de recursos compartidos en la red (un cuaderno de notas digital, ficheros, búsquedas, etc.) con el fin de que los usuarios puedan poner en práctica, mediante el control remoto, la monitorización de los experimentos y la gestión de dichos recursos, los conocimientos adquiridos en las aulas de las Universidades sin tener que contar con material sofisticado o con componentes caros y difíciles de obtener” [5].

En el LVAA el sistema decide la secuencia según la evolución del estudiante, permitiendo el aprendizaje sobre la realización e implementación de herramientas adaptativas lo cual incluye el descubrimiento y exploración de métodos que nos permitan determinar el perfil de aprendizaje de cada estudiante, con esto llegaremos a identificar las cualidades, aptitudes, habilidades y talentos de cada individuo para así poder explotar y desarrollar en su totalidad dichos talentos, mediante la adaptación y ajuste de las metodologías de enseñanza, esto para algunos expertos en el tema del aprendizaje como Daniel Zubiría son determinantes en la formación de una persona y en las consecuencias que esta tiene en su vida tanto intelectual como personal. Además el diseño y elaboración de LVAA personalizados se pueden aplicar o utilizar en diferentes áreas.

Las herramientas que se han diseñado para estos propósitos han probado ser una mejora a los medios tradicionales, pero muchas veces heredan los problemas de estos, por ejemplo, el no tener en cuenta al individuo y el tratar la forma de enseñanza-aprendizaje de una manera general, cuando en realidad cada persona tiene unas características diferentes, ya que así como cada individuo tiene una personalidad diferente, también posee una forma de aprender diferente; por ello una herramienta tecnológica que pretenda ser de utilidad para el desarrollo del aprendizaje, debe adaptarse a las características de quien la usa.

Para que una herramienta educativa sea efectiva no solo debe ser adaptativa sino que también tiene que permitir al estudiante comprobar su conocimiento facilitándole aplicar lo aprendido, una de las herramientas que posibilita esto son los laboratorios virtuales adaptativos personalizados, que le dan al estudiante la posibilidad de realizar prácticas de una manera fácil en un ambiente ameno. Los laboratorios virtuales son espacios electrónicos para la aplicación de conocimiento teórico, además la práctica puede realizarse en cualquier momento y las veces que se requiera.

Muchas asignaturas pueden beneficiarse de las ventajas que proveen los laboratorios virtuales, ya que permiten la flexibilidad y accesibilidad al aprendizaje práctico a través de simulaciones, de tal forma que no es necesario el uso de equipos costosos y especializados, lo que permite una disminución del mal uso de estos, ya que las simulaciones permiten un acercamiento previo con los equipos físicos, lo cual proporciona una capacitación temprana en procesos que podrían llegar a ser peligrosos sin una debida experiencia o que son de una dificultad elevada y que requieren ser abordados cuidadosamente, por otro lado facilita una formación de calidad, y posibilita la multiplicidad de experimentos simultáneos, por estas y otras ventajas los laboratorios virtuales adaptativos personalizados que funcionan en ambiente Web, apoyan los procesos de aprendizaje en general y específicamente sobre temas aplicados en la educación superior, además se presenta como una aplicación de exploración de conocimiento la cual está abierta a cualquier estudiante, quien tiene libertad para la utilización del laboratorio virtual en cualquier lugar y momento.

Los laboratorios virtuales refuerzan a los educandos el aprendizaje sobre los temas tratados en el aula de clase y les ayudan a superar posibles inconvenientes a la hora de abordar ciertos temas, por ejemplo a algunos estudiantes se les dificulta aplicar técnicas que requieren el manejo de diversos conocimientos, más aún cuando estos conceptos no

se pueden verificar mediante la observación, es decir, aunque un cierto tema se maneje en clase y se pueda realizar una práctica con equipos reales, puede que al estudiante no le quede del todo claro dicho tema, al no poder relacionar el aprendizaje teórico y el aprendizaje práctico; por lo cual los laboratorios virtuales adaptativos permiten precisamente ayudar al estudiante con este inconveniente, permitiéndole combinar la teoría con la práctica de una manera didáctica y que se ajuste al ritmo de aprendizaje de cada uno.

Características

Algunas de las características que se deben tener en cuenta en el diseño y desarrollo de un LVAA se describen a continuación:

- **Confianza.** Es importante que los estudiantes e instructores tengan la suficiente confianza en la calidad de los medios y los materiales que utilizan en el proceso de aprendizaje. Esto lo puede dar una estrecha relación con la institución educativa a la cual pertenecen, "para evitar la angustia que sufren comúnmente los estudiantes de estas modalidades". También se debe cuidar el sistema de administración de aprendizaje que se elija para "soportar" los cursos, porque problemáticas como la falta de accesibilidad a los materiales, o fallas constantemente en el sistema y no recibir el apoyo técnico correspondiente, pueden despertar desconfianza en los actores educativos.
- **Interacción.** Un LVAA siempre debe propiciar la relación entre los actores educativos y entre la institución educativa, además de la interacción que se da a través de las actividades de aprendizaje. El éxito de un LVAA depende fundamentalmente de la manera en que ha sido planeada la interacción, así como de una buena moderación por parte del facilitador.
- **Accesibilidad.** En laboratorios virtuales saturados de información y tecnología,

hay estudiantes y profesores que pueden quedar relegados, confundidos y angustiados. Por ello en un LVAA no debe perderse de vista la accesibilidad de quienes participan en el proceso de aprendizaje y considerar, en la medida de lo posible, sus condiciones tecnológicas, culturales y económicas de los usuarios. "Hay que tener cuidado sobre todo con los sistemas demasiado centralizados y homogéneos, que al manejar un solo esquema tecnológico dejan fuera a muchos posibles participantes".

- Motivación. Imprescindible no sólo para minimizar la deserción, sino para enriquecer el LVAA. La motivación está dada principalmente por el facilitador hacia su grupo con actividades y estrategias creativas y atractivas. Pero también con la armonía de los tres aspectos anteriores: la confianza que da una institución educativa de calidad, el diálogo permanente con los actores educativos y la institución, así como la accesibilidad, desde los recursos hasta los trámites académicos, todos en conjunto son fundamentales para conformar un "clima" adecuado para los estudiantes y facilitadores.

Estado del Arte

- Visualization of Active Suspension by Robust Controller in Virtual Reality Toolbox.

En este paper se maneja un diseño y una visualización de controladores robustos $H - \infty$. Esta da un informe de la descripción matemática de modelos físicos de sistemas de suspensión de un carro el cual fue seleccionado como un ejemplo típico de uso de controladores robustos. Por lo tanto, el primer cuarto del modelo de carro es presentado. Luego, viene la parte principal de la solución de este problema que es diseño detallado del controlador. Finalmente basados en parámetros de valores reales juntos con una visualización vivida, usando un ambiente

poderoso de Virtual RealityToolbox, este representa una ayuda útil en la educación de Teoría Moderna de Control en el Departamento de Medida y Control.

- Learning based on collaborative activities: a virtual and distributed robotics group joined by IEEE student branch.

En este artículo se expone que en un mundo de constante cambio la educación es un campo que no se puede quedar atrás. Precisamente por ello surge la necesidad de establecer nuevos cambios en diseños académicos motivados por los estudiantes de la facultad de UNEM de la IEEE iniciar una actividad experimental para desarrollar un grupo de robótica distribuida y virtual. Dando la característica particular de la distribución geográfica de los estudiantes de UNED, hay una gran necesidad de establecer links en la educación, poniendo lo último en avances de la tecnología a su servicio. El experimento ha sido útil para evaluar y analizar el uso de estas herramientas y para proponer números de conclusiones, esperando que estas conclusiones ayuden a mejorar el contacto del tutor y proveer así una alta calidad de educación. Al parecer los resultados de este experimento han superado las expectativas iniciales.

- The Intelligent Universal Virtual Laboratory (UVL)

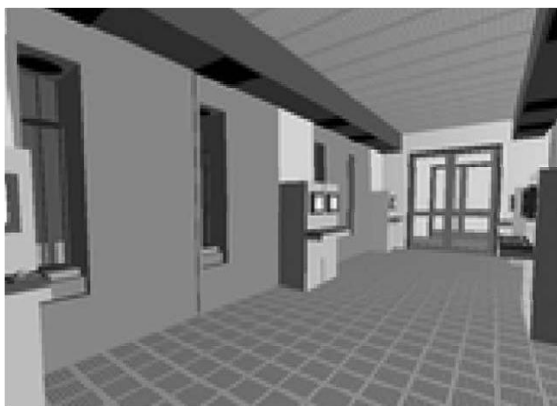
El objetivo de este proyecto fue crear un laboratorio virtual de ingeniería eléctrica realista y en tiempo real. Los individuos de este proyecto, quienes no tienen una movilidad adecuada de la parte superior de sus cuerpos para desarrollar laboratorios experimentales. Para proveer una experiencia de aprendizaje realística y mejorada, el usuario del laboratorio virtual tiene permitido la libre construcción y evaluación de una amplia variedad de circuitos eléctricos reales, y ser capaz de desarrollar un plan de estudios experimental. La meta principal es crear un ambiente similar a un laboratorio virtual de energía eléctrica y ofrecer al usuario una forma de aprender los diferentes aspectos de instrumentación y circuitos.

- Enhancement of Student Learning in Experimental Design Using a Virtual Laboratory

Este proyecto describe el diseño instruccional, también la implementación y la elaboración en un laboratorio virtual basados en simulaciones numéricas de un proceso de deposición química de vapor (CVD), el laboratorio virtual (CVD). El laboratorio virtual (CVD), provee una experiencia en la cual los estudiantes sintetizan ciencias de ingeniería, principios estáticos y tienen la oportunidad de aplicar diseños experimentales en un contexto similar a una práctica real contando con todo lo que tiene un laboratorio típico.

El simulador del reactor es basado en principios fundamentales de transferencia de masa y reacción química oscurecida por agregar ruido. La aplicación de software contiene un estudiante cliente 3-D que simula un ambiente de aula limpia, una interfaz de instructor Web con herramientas de evaluación integradas y un servidor de base de datos. Este laboratorio virtual intenta complementar el laboratorio físico del plan de estudios con ciertos elementos específicos que pueden mejorar la enseñanza de los estudiantes. Es descrita la implementación en cuatro clases. Entrevistas hechas a los estudiantes demuestran que los estudiantes aprueban esta forma de enseñanza como la más efectiva en su proceso de formación aún más que los laboratorios físicos.

Figura 2. Laboratorio Virtual (CVD)



Importancia

El uso de LVAA representa una oportunidad del docente para estimular al estudiante con tecnología educativa, la responsabilidad de aprender por sí mismo y transferir su aprendizaje al mundo real, por otro presenta el reto de desarrollar materiales semejantes a los juegos con intereses educativos. Las teorías constructivistas de la enseñanza son las que aportan más apoyo hoy día para el aprovechamiento de las habilidades que los estudiantes ya poseen y su utilización para resolver problemas nuevos, adquiriendo aprendizajes útiles para el futuro, el utilizar métodos que involucren tecnología computacional en el aula, trae ventaja para el docente, pues los estudiantes están más estimulados al aprendizaje utilizando ambientes virtuales. Cuando el laboratorio real no es posible o conveniente, el laboratorio virtual es un buen sustituto o al menos para entrenamiento antes de realizar prácticas peligrosas, especialmente si se cuenta con simuladores mecánicos o de realidad virtual en lugar de una simple pantalla [7].

Así, se observa que algunas de las principales razones de uso de estos espacios cibernéticos son: la disminución en la inversión de costosas máquinas, la ampliación en el acceso a costosos y restringidos equipos de laboratorio, en los laboratorios realizados por grupos de estudiantes se puede observar un trabajo directo y cooperativo pero hace falta reforzar el trabajo autónomo, la poca disponibilidad de tiempo libre en laboratorios para realizar de nuevo prácticas que permitan afianzar el conocimiento en un tema específico, la reducción del gasto de elementos consumibles, etc.

Descripción de la solución

El laboratorio virtual adaptativo personalizado para el aprendizaje de protocolos de VoIP que se ha diseñado y que se encuentra en proceso de desarrollo para apoyar el proceso de enseñanza de las redes de transmisión de datos está conformado por tres com-

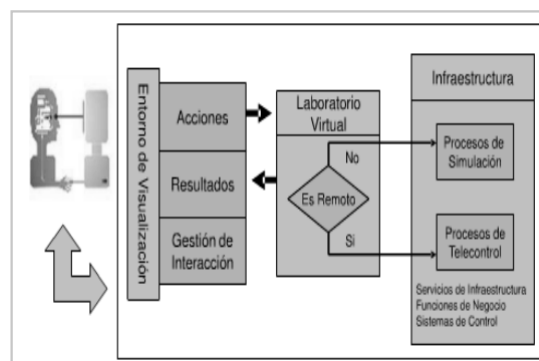
ponentes básicos: un módulo de simulación, que permite al estudiante realizar una simulación del proceso de transmisión y procesamiento de señales de voz sobre el protocolo IP; un módulo de evaluación, donde el estudiante puede evaluar su propio progreso de aprendizaje en el tema planteado, y un módulo de documentación que le facilita al estudiante plasmar sus impresiones sobre las actividades realizadas así como sacar sus conjeturas sobre lo aprendido. Todo esto se plasma en una interface de software (mundo virtual) que contiene un escenario con el comportamiento de las señales de voz sobre protocolo IP del mundo real simulado, manipuladas con dispositivos de redes de transmisión de datos para tal fin. Adicionalmente, el programa basado en procedimientos especiales y agentes inteligentes, permite brindar un ambiente interactivo a los usuarios e incorpora en su funcionamiento un modelo pedagógico y didáctico que facilita el proceso de enseñanza aprendizaje del estudiante.

Componentes

El laboratorio virtual adaptativo personalizado para el aprendizaje de protocolos de VoIP está conformado por diferentes escenarios que presentan múltiples componentes como:

- Entorno de visualización: Subsistema que identifica el perfil de aprendizaje de cada estudiante, para así adaptar el contenido y las actividades propuestas a éste, donde se interactúa con el simulador ingresando datos, y obteniendo unos resultados.
- Módulo de simulación: permite al estudiante realizar una simulación del tema relacionado con el estudio objetivo.
- Módulo de evaluación: Donde le permite al estudiante evaluar su progreso del conocimiento planteado, ya que principalmente lo que se busca es que sea el estudiante quien esté a cargo de su propio proceso de aprendizaje, y obtener

Figura 1. Componentes Laboratorio Virtual



información sobre temas que ya ha tratado y actividades que ya ha realizado.

- Módulo de documentación: Donde el estudiante puede plasmar sus impresiones sobre las actividades realizadas así como sus conjeturas sobre lo aprendido.
- Subsistema de control: Proporciona el control remoto y monitorización de los experimentos. (instrument control, instrument monitoring, user interface and same control software)
- Comunicaciones multimedia entre los investigadores. (video, audio y herramientas de software).
- Seguridad tanto en el aspecto de permitir y denegar acceso como en los recursos para gestionar posibles fallos del sistema.
- Diversos tipos de comunicación: Voz, imagen, datos, resultado de experimentos, estado de los experimentos.
- Ancho de banda: Adecuado para permitir las distintas comunicaciones de datos científicos como de imágenes o vídeo.

Metodología

El desarrollo de proyectos de este tipo implican la combinación de dos metodologías: una para el desarrollo del proceso de investigación (Tabla 1) y la otra para diseñar y desarrollar el laboratorio (Tabla 2). Inicialmen-

Tabla 1. Metodología de investigación

Etapas	Descripción
Definición del tema	Durante esta etapa, se determina con claridad y precisión el área o campo de trabajo del problema de investigación. Adicionalmente, se define la parte global del contenido a tratar, las divisiones y subdivisiones que hacen relación a la temática o aspectos principales del tema.
Planteamiento del problema	En esta etapa, se especifica en detalle y con precisión la problemática. Cada cuestión y aspecto subordinado que se responden son delimitados. Se determinan los límites de la investigación. Adicionalmente, se realiza la identificación de los aspectos que se observan y son relevantes en la situación, relacionándolos con las causas que los ocasionan.
Definición de los objetivos	Durante esta etapa, se definen los objetivos teniendo en cuenta los siguientes aspectos: 1) Su formulación debe comprender resultados concretos en el desarrollo de la investigación, 2) El alcance de los objetivos debe estar dentro de las posibilidades del investigador. 3) Los objetivos se deben ajustar a la consecución de resultados por la acción del investigador.
Definición de la justificación	En esta etapa, se determinan las motivaciones que llevan al desarrollo del proyecto. Adicionalmente, se describe la utilidad o el aporte de los resultados del proyecto.
Desarrollo del marco de referencia	Durante esta etapa, se tiene en cuenta el conocimiento previamente construido y que forma parte de la estructura teórica ya existente. Para tal fin se desarrollan, el marco teórico, que contiene los referentes teóricos de las diferentes temáticas que se abordan para el desarrollo del proyecto y el establecimiento de un estado del arte, que contiene experiencias y usos de las temáticas necesarias para el desarrollo del proyecto.
Definición del diseño metodológico	En esta etapa, lo primero que se establece es la forma de investigación que se aplica al proyecto y ésta corresponde a investigación aplicada, ya que en este tipo de proyectos se plantea un modelo teórico que se confronte con la realidad.

te se define e integra en la Tabla 1, el proceso de investigación que se aplica, a partir de los modelos planteados por [7], [8], [9] y [10].

Las técnicas y métodos para el diseño y desarrollo de los laboratorios virtuales de aprendizaje adaptativo, integran la metodología para el desarrollo de LVAA y la metodología RUP [11]. La metodología apropiada se describe en la Tabla 2.

Conclusiones

El diseño y desarrollo de laboratorios virtuales de aprendizaje adaptativos deben contemplar la incorporación de modelos pedagógicos y didácticos, ya que esto facilita el

uso y la motivación de los estudiantes para realizar las diferentes prácticas en el laboratorio.

Las prácticas que los estudiantes realicen dentro del laboratorio virtual, deben estar integradas a la programación que realiza el profesor de la clase, ya que esto permite obtener mejores resultados en la transferencia de los diferentes conceptos.

El equipo de desarrollo de un laboratorio virtual orientado a la educación debe contar con profesionales de diferentes áreas como: ingenieros de sistemas, ingenieros en telecomunicaciones o redes, diseñadores, pedagogos y expertos de la materia, que permitan abordar la construcción de manera organi-

Tabla 2. Metodología para obtener el sistema de gestión de conocimiento

Etapas	Metodología	Descripción
Requerimientos	LVAA	En esta fase se define el programa a desarrollar, la población al que estará dirigido, los objetivos, los recursos materiales necesarios y los recursos humanos que trabajarán en el diseño y desarrollo de los contenidos y en la operación del laboratorio. En esta planeación participan las autoridades educativas y los responsables que la institución educativa asigne al proyecto.
	RUP	En esta etapa se definen los requerimientos del laboratorio, para lo cual se realiza el listado inicial de casos de usos, la depuración de los casos de uso, el modelo de casos de uso y los documentos de cada caso de uso.
Análisis	LVAA	En esta fase se prepara el proceso de aprendizaje, en ésta participa el grupo multidisciplinario de trabajo. En un primer momento no será necesario que participen todos, sino que de acuerdo a la etapa de trabajo, se irán incorporando los distintos integrantes del equipo, es importante que se conforme un binomio docente-pedagogo. Si bien el profesor desarrollador aportará la información por ser el experto en la disciplina de conocimiento, contará con la asesoría del pedagogo en el diseño del curso, en el marco de referencia, las intenciones educativas y en los componentes del diseño como la clarificación de los objetivos, los contenidos, las estrategias de enseñanza-aprendizaje incluyendo prácticas de laboratorio, propuesta de evaluación, acreditación y el diseño de la interacción.
	RUP	En esta etapa se define la vista conceptual del Laboratorio, para lo cual se realizan, diagramas de secuencia, colaboración y de actividad por cada caso de uso, el diagrama de estados y el modelo de análisis.
	RUP	En esta etapa se define la vista de programación del laboratorio de conocimiento, para lo cual se realizan, las tablas CRC para establecer las responsabilidades de los objetos, el modelo de interfaz, el modelo lógico, el modelo físico y el diccionario de datos.
Implementación	LVAA	En esta fase convergen todos los entornos del LVA. Como en cualquier ciclo escolar, tiene su dinámica de inscripción, inicio de clases, los actores educativos interactúan entre ellos, trabajan con los materiales y recursos, llevan a cabo los procesos de evaluación y al término de acreditación. Para lograr esto es necesario tener los contenidos (curso en línea) accesibles al facilitador y a los estudiantes, a través de un sistema informático-educativo y contar con el soporte técnico que asegure el acceso a los materiales y recursos. Es importante que los coordinadores y responsables del LVA estén al pendiente de todas las fases y no sólo de la primera, ya que les permitirá dar seguimiento a la evolución del LVA y mejorar o resolver problemáticas que quizá en la etapa de planeación no se tomaron en cuenta.
	RUP	En esta etapa se realiza la programación de los diferentes sistemas que conforman el laboratorio virtual de aprendizaje, para lo cual se realizan los diagramas de despliegue, paquetes y componentes y el código de cada uno de los subsistemas.
Pruebas	RUP	En esta fase se realizan las pruebas de integración y de sistema de cada uno de los sistemas que conforman el Laboratorio virtual de aprendizaje adaptativo.

zada del laboratorio desde diferentes perspectivas.

El avance del proyecto brinda la posibilidad de obtener los conocimientos necesarios para permitir el planteamiento e implementación de aplicaciones de tele-presencia, así como de nuevas propuestas que pueden ser utilizadas de manera genérica vistos desde diferentes perspectivas, para construir soluciones en el sector educativo, salud, entretenimiento, industrial, etc.

Bibliografía e infografía

- [1] GUEVARA BOLAÑOS, Juan Carlos. Pinzón Sonia. Centro para la difusión y apropiamiento de conocimiento en las organizaciones. Publicado en la Revista Vínculos. 2005.
- [2] GUEVARA BOLAÑOS, Juan Carlos et al. Computer-based Didactic Unit based on a simulator for the process of simple and fractioned distillation in the context of the education learning of Chemistry – UD-Quim. In: CURRENT DEVELOPMENTS IN TECHNOLOGY-ASSISTED EDUCATION. (2006: Sevilla, España). Ponencias-del Current Developments in Technology-Assisted Education. Sevilla, España. 2006.
- [3] GOLDBERG, Ken, et al. *The Mercury project – Robotic tele-excavation*. Beyond the Web: Excavating the Real World Via Mosaic. International WWW Conference. Chicago, 1994.
- [4] http://didas.disca.upv.es:8080/portal_recursos/folder_acciones/folder_accion5/definicion/definicion/document_view[Consultado 29-Oct/2009].
- [5] JOHNSTON, William E. AGARWAL, Debora. *The Virtual Laboratory: Using Networks to enable Widely Distributed Collaboratory Science*. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, 1995.
- [6] RODRIGO, Vicent M. FERRANDO, Miguel. *Virtual Instrumentation: First step towards a virtual laboratory*. IEEE International workshop on virtual and intelligent measurement systems. Annapolis, Maryland, 2000.
- [7] MÉNDEZ ALVARES, Carlos Eduardo. Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación. Tercera Edición. Colombia: Editorial Mc Graw Hill, 2001.
- [8] LERMA, Hector Daniel. Metodología de la investigación: Propuesta, Anteproyecto y Proyecto. Segunda Edición. Bogotá: Ecoe Ediciones. 2005.
- [9] TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. Cuarta Edición. México D.F.: Editorial Limusa, 2005.
- [10] CERDA GUTIERREZ, Hugo. Los elementos de la investigación. Segunda reimpresión. Bogotá: Editorial El Búho, 2000.
- [11] JACOBSON, Ivar; BOOCH, Grady y RUMBAUGH, James. El Proceso Unificado de Desarrollo de Software. Primera edición. España:Editorial Addison Wesley. 2001.
- [12] WEITZENFELD, Alfredo. Ingeniería de Software Orientada a Objetos con UML, Java e Internet. México: Editorial Thompson, 2005.
- [13] SCHARCH, Stephen. Ingeniería de Software Clásica y Orientada a Objetos. Sexta edición. México: Editorial Mc Graw Hill, 2006.
- [14] SCHARCH, Stephen. Análisis y Diseño Orientado a Objetos con UML y el Proceso Unificado. México: Editorial Mc Graw Hill, 2005.
- [15] RUMBAUGH J., JacobsonI. andBooch G. (2000). (Addison Wesley). El Lenguaje Unificado de Desarrollo Modelado. Spain.
- [16] GALVIS P. Alvaro. Ingeniería de software educativo, ed. Ediciones Uniandes Bogotá 1997
- [17] GARCÍA, M. A. (2004) Las actividades problemáticas de aula, ACPA, como unidades didácticas que vinculan la historia de las ciencias en el trabajo de aula. VI Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias. Buenos Aires (Argentina).
- [18] GROS B., (1997) Diseños y programas educativos: Pautas pedagógicas para la

- elaboración de Software. Editorial Ariel, S.A. Barcelona, España.
- [19] GROS, B., *el ordenador invisible: hacia la aproximación del ordenador en la enseñanza*, Ed. Gedisa, Barcelona 2000.
- [20] ROLDAN, N. y Franco, F. "¿Cómo desarrollar una buena clase con objetos virtuales de aprendizaje?" [Consultado 09-Nov/2007]. Disponible en <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-88892.html>
- [21] CASTELLANOS ARIZA, Francis. *Laboratorios virtuales*. [Consultado 29-Marzo/2011]. Disponible en <http://www.slideshare.net/fcastellanos/representacion-laboratorios-virtuales>
- [22] "Metodología de desarrollo de un Laboratorio Virtual de Aprendizaje". [Consultado 09-Nov/2008]. Disponible en <http://www.te.ipn.mx/LVA/metodologia.htm>
- [23] IEEE . *Visualization of Active Suspension by Robust Controller in Virtual Reality Toolbox*. En: IEEE Computer Society [en línea] (2008). Disponible en: <http://www2.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/ICSEng.2008.83> [citado el 20 de Septiembre del 2008]
- [24] MARTIN, Sergio; CARRO, German; LA-FUENTE, Guillermo, ELIO, Sancritobal; GIL, Rosario; JIMENEZ, Carlos; MURILLO, Gloria; ANGEL, Iglesias; MAGAN, Francisco; CHAVEZ, Igor; CAMARA, Jose; LOPEZ, Eugenio; CASTRO, Manuel. *Learning based on collaborative activities: a virtual and distributed robotics group joined by IEEE student branch*. En: IEEE MULTIDISCIPLINARY ENGINEERING EDUCATION MAGAZINE [en línea] (jun.,2008). Disponible en: <http://www.ewh.ieee.org/soc/e/sac/meem/index.php/meem/article/view/16/18> [citado el 20 de Septiembre del 2008]
- [25] DUARTE, M; MAHALINGAM, A; BUTZ, B. *The Intelligent Universal Virtual Laboratory (UVL)*. En: IEEE XPLORE RELEASE 2.5 [en línea] (19 al 22 de oct .,2005). Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/defdeny.jsp?url=/iel5/10731/33854/01611987.pdf&tp=x&arnumber=1611987&htry=0&code=21> [citado el 20 de Septiembre del 2008].
- [26] KORETSKY, Milo; AMATORE, Danielle; BARNES, Connelly; KIMURA, Sho. *Enhancement of Student Learning in Experimental Design Using a Virtual Laboratory*. En: IEEE TRANSACTION ON EDUCATION [en línea] (feb .,2008). Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/13/4448415/04448426.pdf?tp=&arnumber=4448426&isnumber=4448415> [citado el 20 de Septiembre del 2008].