

Un caso práctico de aplicación de una metodología para laboratorios virtuales

A case study of applying of a methodology for virtual laboratories

Jaime Alberto Guzmán Luna¹, Ingrid Durley Torres Mauricio López Bonilla

¹PhD. Facultad de Ingenierías, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia
jaguzman@unal.edu.co

²M.Sc. Facultad de Ingenierías, Institución Universitaria Salazar y Herrera, Medellín, Colombia
i.torres@iush.edu.co

³M.Sc. Departamento de Ciencias Básicas, Fundación Universitaria Luis Amigó, Medellín, Colombia
mauricio.lopezbo@amigo.edu.co

Resumen— La falta de recursos económicos, espacios físicos, entre otros, impiden a las instituciones educativas ofrecer una educación competitiva a sus estudiantes que les permitan descubrir, mejorar y ampliar sus conocimientos de una forma continua y segura acorde a los estándares de educación. Es aquí donde surge el concepto de laboratorios virtuales como una solución a este problema; sin embargo, la implementación de estos requiere el diseño de un conjunto de métodos aplicables a las necesidades del sistema como a los requerimientos propios de las instituciones. Por lo tanto, poder contar con una metodología que permita alcanzar estas tareas al alcance de cualquier institución sin importar el nivel formativo que imparta ni la temática a la que esté dirigida, es de conveniencia para todos. Este artículo presenta una visión metodológica para estructurar laboratorios virtuales a partir del ciclo de vida del software, en la que se describen los procesos que requieren el diseño, la implementación y el mantenimiento de un laboratorio desarrollado en el área de la física orientado a la programación básica y la ubicación en un plano cartesiano; éste prototipo, es una evidencia de la funcionalidad de la metodología.

Palabras clave— Laboratorios virtuales, educación, metodología de software, virtualidad.

Abstract— The lack of financial resources, physical spaces, among others, prevent educational institutions offer a competitive education to students to enable them to discover, improve and broaden their knowledge on a continuous and safe according to standards of education. Accordingly the concept of virtual labs emerges as a solution to this problem however; these labs require a set of methods oriented to the system and institutions requirements. Hence to have a methodology to achieve these tasks virtually, at low cost and within reach of any institution regardless of the level of education they impart or the different topics covered, is very important for everyone. This paper shows a methodological view in order to structure virtual labs from software life cycle, which describes the processes required for the design, implementation and maintenance a prototype developed in the area of the programming Basic and

location on a Cartesian plane, this prototype is an evidence of the functionality of the methodology

Key Word — Virtual labs, education, software methodology, virtuality

I. INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica ha contribuido en la nueva forma de percibir la enseñanza profesor-estudiante desde un punto de vista diferente al que tradicionalmente se conoce; es decir, la conexión directa entre estos dos actores bajo un mismo espacio físico, trasladándose a la virtualidad donde el estudiante es capaz de interactuar con el profesor a través de medios técnicos informáticos distribuidos en la Web. Esto implica una educación formal a distancia donde el estudiante puede estar presente en una sala de aprendizaje sin necesidad de estar allí físicamente, pero aprender igual o mejor a como si lo estuviera [7]. Así, esta nueva forma de enseñanza se convierte en una nueva práctica que las diferentes instituciones de educación han y están adoptando para tener más cobertura de educación [8]. Tras el paso del tiempo, la educación ha sufrido una transformación en el aula; los modelos pedagógicos tradicionales constructivistas, positivistas, han sido modificados a través del uso de diferentes medios tecnológicos que apoyen la didáctica y el aprendizaje de los estudiantes, sin descuidar el crecimiento y formación personal del estudiante dentro del contexto sociocultural en el que se encuentra y que además sea capaz de construir su propio conocimiento [6].

De esta forma, el docente debe propiciar los mecanismos necesarios que hagan posible despertar el interés en los alumnos, con propósitos adecuados para el buen desarrollo del aprendizaje, de tal manera que se pueda mantener la energía necesaria durante el proceso y lograr el objetivo que inicialmente se había propuesto; lo importante no es sólo generar un interés inicial, sino mantenerlo a lo largo de todo el recorrido. Según Navarrete [9], es posible movilizar las estrategias para que en el alumno se dinamicen internamente los elementos para que se acceda al aprendizaje con gran interés, pero también es necesario crear los ambientes que favorezcan el surgimiento y mantenimiento de la motivación a través de:

- Situaciones donde el reto y la novedad sean partes esenciales
- Incentivando a los estudiantes a tomar decisiones
- Propiciando actitudes de responsabilidad e independencia
- Desarrollando habilidades de auto control.

II. LABORATORIO VIRTUAL

En la actualidad, el crecimiento de la tecnología informática ha contribuido en el desarrollo de técnicas que apoyan la educación para ser aplicadas en diferentes áreas del saber (Núñez y otros, 2013). La proliferación de la Internet es uno de los principales aportes, debido a que esta tecnología permite integrar de forma no presencial a diferentes personas y así poder compartir conocimiento. Sin embargo, la educación de una persona no solo está ligada al uso de la Internet, sino al contenido que éste pueda utilizar y la forma como éste puede interactuar para mejorar el proceso de aprendizaje [1].

Actualmente un recurso informático conocido como laboratorio virtual toma auge en la educación. Este, hace referencia a un medio informático dotado de diferentes técnicas como la simulación y la virtualización para apoyar la educación, facilitando el aprendizaje a través de estrategias de enseñanza como métodos interactivos, demostración, experimentación, operación, comunicación, entre otros [10]. Hoy por hoy, existen diferentes modelos de software didácticos que constituyen un conjunto de ambientes virtuales para que los estudiantes puedan aplicar sus conocimientos y adquirir nuevos a partir de la interactividad. Muchas disciplinas, como es el caso de la Eléctrica y la Electrónica, a través del área de control automático han encontrado en esta práctica un apoyo educativo y se ha demostrado la importancia de su uso (Balamuralithara & Woods, 2009).

Sin embargo, esto no es algo reciente, en 1996 se dieron los primeros inicios del aprendizaje apoyado en herramientas de la Web, a través del trabajo presentado por Fishwick en la Winter Simulation Conference, en el cual, se definió que la simulación basada en la Web es una convergencia de metodologías y aplicaciones de simulación por un computador a través de la Web, considerando la Web como el medio para distribuir y universalizar la información contenida en las herramientas de simulación y aclarando que se debe utilizar tecnologías orientadas a la Web como la realidad virtual, videoconferencias y multimedia para incentivar la didáctica y facilitar los procesos de aprendizaje [3].

Por lo tanto, la importancia de tener una simulación de un curso, apoya la generación del conocimiento debido a que ésta se considera como la forma de manipulación desde cualquier parte con acceso a la Web y que fácilmente permite la concepción de la información como un trabajo distribuido. Es así como se da inicio a la construcción de laboratorios virtuales como herramientas de simulaciones de actividades prácticas, es decir, imitaciones digitales de prácticas de laboratorio o de campo reducidas a la pantalla del computador, que resultan de gran interés para abordar trabajos experimentales que difícilmente podrían llevarse a cabo en un laboratorio tradicional por razones de seguridad, tiempo, disponibilidad de material, etc. La simulación permite reproducir estos procesos planteando actividades investigativas a los alumnos, los cuales pueden interactuar con el programa [4]

Acorde a lo anterior, un laboratorio virtual es un software basado en aplicaciones como LabView, Simulink, mathLab, java, flash, que tienen como objetivo simular desde la virtualidad el escenario de trabajo para estudiantes y docentes. Una característica de los laboratorios virtuales es su funcionalidad al momento de simular un experimento que en la realidad depende de equipamiento muy costoso e inseguro o no disponible. Así pues, los laboratorios virtuales, permiten que el estudiante aprenda de la práctica es decir, aprendiendo de sus errores [11]. Es decir, se pretende partir de la automatización de la enseñanza desde la interactividad, donde el alumno sea capaz de aprender a través de una interacción directa con un fenómeno particular de su objeto de estudio. Para ello, se ha popularizado el uso de laboratorios virtuales, los cuales son herramientas informáticas utilizadas para representar espacios físicos o elementos de laboratorios reales que, por dificultades presupuestales o técnicas, no pueden ser implementados en las instituciones educativas. Estos laboratorios, también, se utilizan como herramienta de apoyo para perfeccionar o capacitar a estudiantes que no tienen

contacto directo con laboratorios reales y de algún modo contrarrestar peligros en la ejecución de experimentos que son de alto riesgo para los estudiantes o la planta física de las instituciones.

Lo anterior demuestra claramente la preocupación de diversos investigadores e instituciones, por proponer métodos y modelos para la construcción de laboratorios virtuales, los cuales trabajan sobre diferentes áreas temáticas, como: la Biología, Química, Física, Matemáticas, entre otros; tratando de explicar aquellos conceptos en los cuales los estudiantes presentan mayor dificultad de aprendizaje y se apoyan en estas herramientas para mejorar dicho aprendizaje (Candelas & Sánchez, 2010). Desafortunadamente, estos trabajos se concentran en una parte particular en la construcción de laboratorios. Por ejemplo, en algunos casos solo se centran en la parte de codificación, en la que se perfecciona el laboratorio virtual, desde la parte técnica; otros, analizan los diseños de manera que el laboratorio se acerque a los estándares de los pensum académicos. Sin embargo, estos trabajos no proponen un seguimiento total a diseño e implementación de laboratorios virtuales, que vayan desde la adquisición de los requerimientos hasta el mantenimiento de los mismos.

Como una propuesta de solución, en este artículo se expone una metodología que permita realizar un seguimiento controlado, para lograr la obtención de un laboratorio virtual, centrado en las etapas de diseño, implementación y mantenimiento del mismo; como evidencia, de la funcionalidad de la metodología se propone la construcción de un laboratorio virtual en un área transversal, asociada con las cátedras Física y Matemáticas, del grado décimo según el pensum Colombiano del Ministerio de Educación Nacional. El objetivo de tal laboratorio virtual, consiste en que el estudiante identifique los conceptos básicos relacionados con el movimiento en el plano cartesiano, los cuales se asocian con las Matemáticas. La propuesta, se acompaña de una simulación básica, lo que significa, realizar una programación en un lenguaje sencillo de fácil comprensión por parte de los alumnos. Con esta última propuesta el estudiante, asimila los conceptos básicos de la programación.

III. METODOLOGÍA PROPUESTA

Intentar construir una única metodología que involucre los aspectos revisados en la literatura y que a su vez generalice el conocimiento, dando autonomía a las instituciones para su aplicabilidad, constituye una ardua tarea. Para iniciar se ha tratado no solo de recurrir a exposiciones metodológicas concretas sobre metodologías en laboratorios virtuales, sino

que el trabajo se ha extendido, para inspirarse en otras áreas, como la revisión metodológica de software pedagógico. [2] Del análisis anterior, se define la siguiente metodología, descrita en función de las siguientes fases y etapas:

A. Diseño: se refiere a una fase encaminada a la configuración del laboratorio virtual como objeto principal que se debe "imaginar, diagramar y/o dibujar con el fin de crear el laboratorio". Es decir, con el diseño se espera construir el plan o estrategia concebida para obtener el laboratorio que se desea y requiere.

A.1. Factibilidad (FAC): en esta etapa se define el producto como un laboratorio virtual y se determina su factibilidad en el ciclo de vida desde la perspectiva de la relación costo-beneficio, como así las ventajas y desventajas respecto de otros productos.

A.2. Requisitos del sistema (RES): en esta etapa se deben definir las funcionalidades requeridas para el desarrollo del laboratorio virtual, el modelo pedagógico, las interfaces y el tipo de diseño.

A.3. Especificación de requisitos del prototipo (REP): consiste en especificar las funciones requeridas, las actividades cognitivas, las interfaces y el rendimiento para el prototipo. Aquí se considerarán incrementos en porcentajes de la funcionalidad total del sistema.

A.4. Diseño del prototipo (DPR): es poner en ejecución el plan del prototipo, ya que una vez fijadas las restricciones con el usuario, hay que mostrar el mismo funcionando, aunque sean sólo algunas funcionalidades restringidas. Aquí, hay que hacer un análisis de cómo se va a trabajar, qué módulos se van a hacer, con qué lógica y qué funciones se van a usar.

A.5. Diseño detallado del prototipo (DDP): esta etapa es una especificación verificada de la estructura de control, la estructura de los datos, las relaciones de interfaces, el tamaño, los algoritmos básicos y las suposiciones de cada componente del programa. En esta etapa no sólo se definen, sino que se documentan los algoritmos que llevarán a cabo la función a realizar por cada uno de los módulos. El diseño del laboratorio virtual es un proceso que se centra en seis atributos distintos del programa: el objetivo cognitivo, la estructura de datos, la arquitectura del software, el detalle procedimental, las actividades, la evaluación y la caracterización de la interfaz. En este proceso deben traducirse los requisitos a una

representación del software-pedagógico que pueda ser establecida de forma que se obtenga la calidad requerida antes de que comience la codificación.

B. Implementación: se refiere a la fase en la que se realiza la programación del laboratorio virtual (tal como fue concebido en su diseño) en un lenguaje específico de programación.

B.1. Desarrollo del prototipo (codificación) (DEP): consiste en realizar la codificación o diseño detallado, en forma legible para la máquina.

B.2. Implementación y prueba del prototipo (IPP): consiste en lograr un funcionamiento adecuado del producto software en el ambiente virtual, funcionando operacionalmente, incluyendo objetivos tales como la conversión del programa y datos (si la hubiere), la instalación y el entrenamiento. La prueba debe asegurar que se han probado todas las sentencias del mismo y que en las funciones externas se han realizado pruebas que aseguren que la entrada definida produce los resultados que se esperan realmente.

B.3. Refinamiento iterativo de las especificaciones del prototipo (RIT): es un aumento de la funcionalidad del laboratorio virtual, para luego volver REP, a fin de aumentar la funcionalidad del prototipo o continuar, si se logró el objetivo y alcance deseados.

B.4. Diseño del sistema final (DSF): consiste en ajustar las restricciones o condiciones finales e integrar los últimos módulos.

B.5. Implementación del sistema final (ISF): es el software funcionando operativamente, incluyendo objetivos como conversión del programa y datos, (si la hubiere), la instalación y la capacitación del personal.

C. Mantenimiento: el Mantenimiento del software (en general, no solo para un laboratorio virtual) se define como “la modificación de un producto software después de haber sido entregado (a los usuarios o clientes) con el fin de corregir defectos, mejorar el rendimiento o adaptarlo a un cambio en el entorno” [2]. Luego, en esta fase, se ubican las siguientes etapas:

C.1. Operación y mantenimiento (OPM): es la puesta en funcionamiento del laboratorio virtual, objetivo que se repite para cada actualización.

C.2. Retroalimentación del usuario (RETU): representación de las actividades que se deben llevar a cabo a fin de tener una impresión diagnóstica de la percepción de los usuarios (estudiantes y docentes) frente a los objetivos perseguidos con el laboratorio. En esta etapa se identifican dos tipos de objetivos: pedagógicos y técnicos. Ambos pueden ser medidos y valorados a través de un par de encuestas, que también acompañan la propuesta y que buscan medir el grado de satisfacción del docente y el alumno, en niveles como: calidad de la presentación, navegabilidad, usabilidad, velocidad de ejecución, vulnerabilidad, además de otras orientadas a definir la calidad temática, la didáctica y el éxito del modelo pedagógico usado.

C.3. Retiro (RET): es una transición adecuada de las funciones realizadas para el producto y sus sucesores.

La tabla 1 muestra un aparte del esquema que corresponde a la fase de diseño, sus etapas y actores. Mientras, la tabla 2 muestra gráficamente la fase completa de Implementación.

TABLA I. DISEÑO

ACTIVIDADES ASOCIADAS A LAS ETAPAS	DISEÑO					ACTORES
	FAC	RES	REP	DPR	DDP	
Identificación de la motivación	x					Institucion
Especificación de la necesidad de diseñar el LV	x					Miembros Intitución educativa (docente implicado)
Identificación de las necesidades educativas	x					Miembros Intitución educativa (docente implicado)
Refinar y concretar la idea	x					Miembros Intitución educativa (docente implicado)
Análisis comparativo	x					Miembros Institucion educativa
Ventajas	x					Miembros Institucion educativa
Desventajas	x					Miembros Institucion educativa
Análisis costo-beneficio	x					Miembros Institucion educativa
Analizar riesgos	x					Miembros Institucion educativa
Planificar contingencias	x					Miembros Institucion educativa
Proyectar los recursos	x					Miembros Institucion educativa
Definición del equipo de trabajo	x					Miembros Institucion educativa
Identificación de responsables de cada tarea	x					Miembros Intitución educativa (docente implicado)
Realización de estudios de viabilidad	x					Miembros de la institución educativa
Definir el tipo de LV a desarrollar		x				Miembros de la institución educativa
Definición del entorno del LV		x				Miembros de la institución educativa
Asignar los recursos del LV		x				Docente implicado
Definición de la teoría pedagógica (Def. Marco educativo y comunicacional)		x				Docente implicado
Formular las posibles soluciones potenciales		x				Miembros de la Insitución
Definición de las funcionalidades del LV		x				Docente Implicado
Diseño de requisistos pedagógicos		x				Docente Implicado
Definición objetivos pedagógicos		x				Docente Implicado
Definición características del grupo destinatario		x				Docente Implicado
Definición de las estrategias didácticas		x				Docente Implicado
Definición de las actividades mentales		x				Docente Implicado
Definición integración curricular		x				Programador, Docente implicado
Diseñar el LV basandose en la teoría educativa		x				Programador, Docente implicado
Definir las interfaces (menús, iconos, efectos sonidos...)		x				Programador
Definir el tipo de interactividad (priorizar el Sítw y lo pedagog)		x				Programador

Tabla 1. Diagrama fase de diseño (cuáles son los actores del REP, DPR Y DDP).

TABLA II. IMPLEMENTACIÓN

ACTIVIDADES ASOCIADAS A LAS ETAPAS	IMPLEMENTACIÓN					ACTORES
	DEP	IPP	RIT	DSF	ISF	
Definir el tipo de programa a desarrollar	x					Programador
Definir los requerimientos de las interfaces	x					Programador
Definir el lenguaje de programación	x					Programador
Seleccionar los efectos a usar: sonidos, animciones, videos etc.	x					Programador
Generar código fuente	x					Programador
Generar código objeto (ejecutable)	x					Programador
Integrar los requisitos pedagógicos con el software	x					Programador - Docente implicado
Construir documentación	x					Programador - Docente implicado
Planificar e instalar el software		x				Programador - Administrador de red
Cargar las bases de datos (si la hubiere)		x				Programador - Administrador de red
Instalar el software en el ambiente real de operación		x				Programador - Administrador de red
Distribuir el software (si es necesario)		x				Programador
Seleccionar población de prueba			x			Programador - Docente implicado
Diseñar y realizar pruebas funcionales (caja negra y caja blanca)			x			Programador -Docente implicado - Población muestra
Identificar las necesidades de soporte lógico			x			Programador
Identificar las necesidades de soporte pedagógico			x			Programador - Docente implicado
Formular soluciones potenciales compatibles al software			x			Programador
Programar cronograma de corrección			x			Programador
Identificar los módulos donde se deben aplicar las soluciones				x		Programador - Docente implicado
Ejecutar las acciones de corrección				x		Programador - Docente implicado
Generar código fuente (después de corrección)				x		Programador
Generar código objeto (después de corrección)				x		Programador
Instalar el software en el ambiente real de operación					x	Programador
Distribuir el software					x	Programador

Tabla 2. Diagrama de fase de implementación.

IV. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN

En este caso práctico se muestra la visión metodológica aplicada, para estructurar un laboratorio virtual en un caso concreto. Éste, constituye una evidencia del trabajo realizado y se referencia como un logro adicional dentro del campo investigativo, puesto que muchas de las propuestas metodológicas, en este campo, no son valoradas en la fase final dentro de un ambiente real. A continuación se describen brevemente (por limitaciones de espacio), los principales pasos acordados para la consecución de LV Robotic, un laboratorio virtual que cuenta con un entorno amigable que le permite al estudiante el desarrollo de habilidades cognitivas a través de la definición y abstracción de conceptos mediante representaciones a través de la pantalla de un computador. El modelo de enseñanza parte de un modelo abstracto pero que se hace más comprensible para el estudiante a través de visualizar los fenómenos e interactuar con él; en este orden de ideas, se propone un aplicativo que obedece más a características de un modelo constructivista. El estudiante es capaz de almacenar sus guías de aprendizaje y aprende a partir de ellas. Este laboratorio ilustra la información sobre las temáticas, descripción y objetivo que trata el laboratorio aplicado en el área de la Física para estudiantes de décimo grado.

La figura 1, describe dentro de la misma gráfica algunos apartes de la fase de diseño, instanciados al caso concreto de aplicación.

La etapa de implementación, por su parte, se ocupa de procesos como diseño de interfaces y lenguajes de programación e incluso con la especificación de las plataformas y herramientas. Estos componentes se definen como sigue:



Figura. 1. GUI LV Robotic

Este laboratorio es diseñado como un modelo multiplataforma para operar en los diferentes sistemas operativos: (Windows, Mac OSX y Linux), consiste en un modelo que hace uso de la plataforma robomind [5], para controlar las funciones básicas de un robot. El laboratorio tendrá básicamente en función de 4 interfaces básicas: una interfaz de bienvenida, una interfaz de presentación de manuales de uso del laboratorio, una interfaz de ayuda que define un glosario con la especificación de los errores más comunes y una interfaz que permita presentar y descargar los requerimientos de contenidos pedagógicos, la cual contará con unas guías de aprendizaje y un manual básico de matemáticas que describen la ubicación de un cuerpo en un plano cartesiano, además de contar un número fijo de instrucciones básicas que pueden ser utilizadas para escribir un programa a través de un script, por ejemplo, la búsqueda de un punto en un mapa cartesiano por un robot (Figura 2), siguiendo un conjunto básico de instrucciones (Tabla 3.)

TABLA III. INSTRUCCIONES PARA LA MANIPULACIÓN DEL ROBOT

 pintarBlanco(n)	Usar brocha blanca para pintar el suelo
 pintarNegro(n)	Usar brocha negra para pintar el suelo
 detenerPintar(n)	Dejar de pintar, esconder brocha
 tomar(n)	Tomar la baliza delante del robot
 poner(n)	Poner la baliza delante del robot
 adelante(n)	Mover n pasos hacia adelante
 atrás(n)	Mover "n" pasos hacia atrás
 izquierda(n)	Girar a la izquierda de 90 grados
 derecha(n)	Girar a la derecha de 90 grados
norte(n)	Girar hacia el norte y mover n pasos hacia adelante
sur(n)	Girar hacia el sur y mover n pasos hacia adelante
este(n)	Girar hacia el este y mover n pasos hacia adelante
oeste(n)	Girar hacia el oeste y mover n pasos hacia adelante

Tabla 3. Comandos usados para la manipulación del robot.

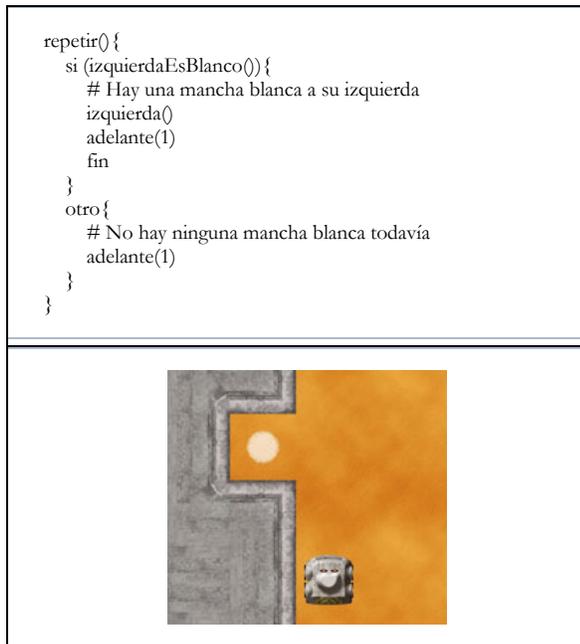


Figura 2. Ejemplo de script para encontrar un punto en un mapa [5].

Finalmente, el proceso de mantenimiento registrado en la metodología implica que el laboratorio virtual ya ha sido probado, como mínimo, por un número considerable de personas (población muestra, definida como un promedio de 30 estudiantes del grado décimo, de la institución donde se desarrolló, el laboratorio).

El procedimiento seguido para recabar la información, en la etapa de mantenimiento, ha sido la aplicación de dos cuestionarios (uno para docentes y otro para estudiantes), en cuya elaboración se han tenido en cuenta la validación del rendimiento del laboratorio en función de los aspectos pedagógicos y técnicos (Figura 3). Adicionalmente, se desarrolló también, otro cuestionario (Figura 4), cuyo objetivo consistía en medir las fortalezas y deficiencias en cuanto a los recursos técnicos, pedagógicos y humanos con los que cuenta la institución educativa, interesada en desarrollar el laboratorio virtual, a fin de medir la viabilidad de implementar tal laboratorio; razón por la cual se asocia con la fase de diseño.

 CUESTIONARIO SOBRE LA EVALUACIÓN DE LABORATORIOS VIRTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LA INSTITUCIÓN (Etapa: Mantenimiento - Alumnos)					
El siguiente cuestionario trata de recoger información para un proyecto de investigación titulado "DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA ESTRUCTURAR, DISEÑAR, IMPLEMENTAR Y MANTENER LABORATORIOS VIRTUALES".					
La aplicación experimental de este laboratorio se está llevando a cabo en esta institución educativa y uno de los objetivos de la investigación, es considerar la impresión que tienen los estudiantes frente al uso del laboratorio, rogamos que responda con la mayor sinceridad las preguntas.					
Para contestar el cuestionario solamente se tiene que marcar una "X" sobre la calificación que aparece con varios números de 1 a 5 en las casillas de valoración de cada ítem (solo se puede marcar una sola "X" sobre cada pregunta; Para la calificación, se debe considerar que es similar a la forma como evalúan los profesores, donde 1 es la más baja (deficiente) y 5 la más alta (excelente).					
Esta información solo es usada para esta investigación y no se necesita marcar con sus nombres las hojas. De ante mano muchas gracias por la colaboración.					
	1	2	3	4	5
Información al usuario					
sabe cómo usar el laboratorio:					
Entorno visual					
Los laboratorios son coloridos y agradables:					
Navegación					
Es fácil pasar de un menú a otro en el laboratorio:					
Elementos multimedia					
El laboratorio utiliza videos, fotos, audio:					
Interactividad					
El laboratorio es fácil de usar:					
Servicios de ayuda					
El laboratorio cuenta con personas o escritos (manual) que ayudan a entender mejor:					

Fig. 3. Cuestionario fase de mantenimiento alumnos

 CUESTIONARIO SOBRE LA VIABILIDAD DE INCORPORAR LABORATORIOS VIRTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LA INSTITUCIÓN (Etapa: Diseño)				
El siguiente cuestionario trata de recoger información para un proyecto de investigación titulado "DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA ESTRUCTURAR, DISEÑAR, IMPLEMENTAR Y MANTENER LABORATORIOS VIRTUALES".				
Las respuestas sobre las circunstancias en que se desarrolla el trabajo, así como las opiniones personales respecto a los temas que se preguntan ofrecerán una valiosa información para dicha investigación.				
Para contestar el cuestionario solamente se tiene que marcar con una cruz la/s casilla/s correspondiente/s. Rogamos que responda con la mayor sinceridad las preguntas. Y agradecemos de antemano la valiosa colaboración.				
1. RECURSOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA Indica la disponibilidad de los siguientes recursos para tus clases				
	NADA No Disponibilidad	POCA Hay disponibilidad para menos del 50% de los cursos	BASTANTE Hay disponibilidad más del 50% de los cursos, pero no para todos	MUCHA Disponibilidad para todos los cursos
1- LABORATORIOS				
2- COMPUTADORES				
3- CONEXIÓN A INTERNET				
4- SERVIDORES				
5- PERSONAL DE INFRAESTRUCTURA				
6- PERSONAL DE SOFTWARE				
2. DATOS PERSONALES				
2- NIVELES QUE IMPARTE:				
3- EXPERIENCIA DOCENTE (AÑOS):				
1-5	5-10	10-15	15-20	
7- FORMACIÓN: Indica cuál crees que es tu nivel de competencia en el manejo de las TIC de acuerdo con la siguiente escala				
SIN CONOCIMIENTOS No usuario	NIVEL BÁSICO Utilización de procesador de textos, consulta de páginas web, correo electrónico (enviar y recibir e-mail)	NIVEL MEDIO Utilización de aplicaciones informáticas de carácter general y específico (Power Point, hojas de cálculo, tutoriales, ...); Internet para la comunicación (administrar el correo electrónico, foros, chats, listas de distribución, ...), captura de información y aplicaciones desde Internet	NIVEL AVANZADO Utilización de herramientas para el diseño de contenidos multimedia (diseño de páginas web, tratamiento de imágenes, programación de aplicaciones interactivas, ...); experiencia en tele formación	

Fig. 4. Cuestionario de fase de diseño

A manera de ejemplo, se muestra en la tabla 4 la etapa de diseño:

ACTIVIDADES ASOCIADAS A LAS ETAPAS	DISEÑO					ACTORES																																																																																																	
	FAC	RES	REP	DPR	DDP																																																																																																		
Identificación de la motivación	x					La institución educativa ve la necesidad de estructurar un Laboratorio Virtual (LV) en el área de física que contribuya a clarificar mejor algunos conceptos complejos impartidos en los grados décimos y once, donde los estudiantes exigen ambientes más dinámicos para su aprendizaje. Incluso la institución manifiesta su interés en proyectar un laboratorio que brinde de manera clara y sin exigir mayores esfuerzos, algunos conceptos propios de la programación los cuales se han visto como un común denominador de algunos programas académicos de educación superior, que en muchos casos pueden constituir un primer acercamiento de los estudiantes con lo que es un programa de software																																																																																																	
Especificación de la necesidad de diseñar el LV	x					La institución argumenta que en el área de física las calificaciones de los dos grupos que acuden a ver dicha materia son muy bajas. Además los estudiantes en muy caos reconocen tener un concepto claro de lo que es la programación de un software o para que sirve.																																																																																																	
Identificación de las necesidades educativas	x					Se revisa en detalle el pensum académico de la cátedra de física de ambos grados, se sostienen conversaciones con los tres docentes que imparten dicha materia. Además se ejecuta el cuestionario de diseño, donde se identifica que la institución cuenta con personal idóneo y calificado, con cuatro salas de cómputo adecuadas con 15 computadores en puestos dobles, donde todos los equipos tienen acceso a internet y 2 salas no reportan ocupación completa. Aunque cuenta con un servidor este se maneja desde la sede de Bogotá. No existe contratado ningún programador, únicamente un coordinador de sala con conocimientos básicos en redes.																																																																																																	
Refinar y concretar la idea	x					Por el análisis anterior consolidado desde la ejecución del formulario propio de diseño, se observa que lo mejor es considerar la construcción de un LV, como aplicación independiente que pueda ser ejecutado en los equipos con requerimientos básicos de sistemas operativos y que no requieran de internet o servidores.																																																																																																	
Análisis comparativo	x					Miembros Institución educativa																																																																																																	
Ventajas	x					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ventajas</th> <th>Desventajas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Accesibilidad en el colegio y fuera de él</td> <td>Costos de implementación</td> </tr> <tr> <td>- Posibilidad de repetir las prácticas con autonomía</td> <td>- Salario programador.</td> </tr> <tr> <td>- requerimientos básicos en medios magnéticos (CD-ROM, USB, etc.).</td> <td>- Acordianción de horarios de las salas</td> </tr> <tr> <td>Implantación de modelo pedagógico</td> <td>- Capacitación del personal en la nueva tarea</td> </tr> <tr> <td>- Guías de aprendizaje de repaso a disposición del estudiante</td> <td>- Reasignación de recurso humano e inversión de tiempos</td> </tr> <tr> <td>- Instructivos pedagógicos con objetivos claros</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Incurción de la institución en un modelo de educación virtual propio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prácticas de los contenidos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Presenciales</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Virtuales</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ventajas	Desventajas	Accesibilidad en el colegio y fuera de él	Costos de implementación	- Posibilidad de repetir las prácticas con autonomía	- Salario programador.	- requerimientos básicos en medios magnéticos (CD-ROM, USB, etc.).	- Acordianción de horarios de las salas	Implantación de modelo pedagógico	- Capacitación del personal en la nueva tarea	- Guías de aprendizaje de repaso a disposición del estudiante	- Reasignación de recurso humano e inversión de tiempos	- Instructivos pedagógicos con objetivos claros		- Incurción de la institución en un modelo de educación virtual propio		Prácticas de los contenidos		- Presenciales		- Virtuales																																																																												
Ventajas	Desventajas																																																																																																						
Accesibilidad en el colegio y fuera de él	Costos de implementación																																																																																																						
- Posibilidad de repetir las prácticas con autonomía	- Salario programador.																																																																																																						
- requerimientos básicos en medios magnéticos (CD-ROM, USB, etc.).	- Acordianción de horarios de las salas																																																																																																						
Implantación de modelo pedagógico	- Capacitación del personal en la nueva tarea																																																																																																						
- Guías de aprendizaje de repaso a disposición del estudiante	- Reasignación de recurso humano e inversión de tiempos																																																																																																						
- Instructivos pedagógicos con objetivos claros																																																																																																							
- Incurción de la institución en un modelo de educación virtual propio																																																																																																							
Prácticas de los contenidos																																																																																																							
- Presenciales																																																																																																							
- Virtuales																																																																																																							
Desventajas	x																																																																																																						
Análisis costo-beneficio	x					Miembros Institución educativa - flujo de caja																																																																																																	
Análisis riesgos	x					<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Salidas en Efectivo</th> <th colspan="2">Año 1</th> <th colspan="2">Año 2</th> <th colspan="2">Año 3</th> </tr> <tr> <th>Ene-Jun</th> <th>Jul-Dic</th> <th>Ene-Jun</th> <th>Jul-Dic</th> <th>Ene-Jun</th> <th>Jul-Dic</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dinero necesario para adecuar 2 salas</td> <td>6.000.000</td> <td>6.000.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contratación de Programador (Orden Presatación Serv</td> <td>800.000</td> <td>800.000</td> <td>800.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reasignación del pedagogo (docente implicado)</td> <td>1.000.000</td> <td>1.000.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gastos operativos (Impresiones, hojas, servicios public</td> <td>400.000</td> <td>400.000</td> <td>300.000</td> <td>300.000</td> <td>300.000</td> <td>300.000</td> </tr> <tr> <td>Entradas en efectivo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Venta del software a otras instituciones</td> <td></td> <td></td> <td>3.000.000</td> <td>3.000.000</td> <td>3.000.000</td> <td>3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Ingresos por cursos a usuarios externos</td> <td></td> <td></td> <td>2.000.000</td> <td>2.000.000</td> <td>2.000.000</td> <td>2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Subtotal salidas en el semestre</td> <td>8.200.000</td> <td>8.200.000</td> <td>1.100.000</td> <td>300.000</td> <td>300.000</td> <td>300.000</td> </tr> <tr> <td>Subtotal ingresos en el semestre</td> <td></td> <td></td> <td>5.000.000</td> <td>5.000.000</td> <td>5.000.000</td> <td>5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total salidas</td> <td>18.400.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Total ingresos</td> <td></td> <td></td> <td>20.000.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ganancia</td> <td></td> <td></td> <td>1.600.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Salidas en Efectivo	Año 1		Año 2		Año 3		Ene-Jun	Jul-Dic	Ene-Jun	Jul-Dic	Ene-Jun	Jul-Dic	Dinero necesario para adecuar 2 salas	6.000.000	6.000.000					Contratación de Programador (Orden Presatación Serv	800.000	800.000	800.000				Reasignación del pedagogo (docente implicado)	1.000.000	1.000.000					Gastos operativos (Impresiones, hojas, servicios public	400.000	400.000	300.000	300.000	300.000	300.000	Entradas en efectivo							Venta del software a otras instituciones			3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	Ingresos por cursos a usuarios externos			2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000	Subtotal salidas en el semestre	8.200.000	8.200.000	1.100.000	300.000	300.000	300.000	Subtotal ingresos en el semestre			5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000	Total salidas	18.400.000						Total ingresos			20.000.000				Ganancia			1.600.000			
Salidas en Efectivo	Año 1		Año 2		Año 3																																																																																																		
	Ene-Jun	Jul-Dic	Ene-Jun	Jul-Dic	Ene-Jun	Jul-Dic																																																																																																	
Dinero necesario para adecuar 2 salas	6.000.000	6.000.000																																																																																																					
Contratación de Programador (Orden Presatación Serv	800.000	800.000	800.000																																																																																																				
Reasignación del pedagogo (docente implicado)	1.000.000	1.000.000																																																																																																					
Gastos operativos (Impresiones, hojas, servicios public	400.000	400.000	300.000	300.000	300.000	300.000																																																																																																	
Entradas en efectivo																																																																																																							
Venta del software a otras instituciones			3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000																																																																																																	
Ingresos por cursos a usuarios externos			2.000.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000																																																																																																	
Subtotal salidas en el semestre	8.200.000	8.200.000	1.100.000	300.000	300.000	300.000																																																																																																	
Subtotal ingresos en el semestre			5.000.000	5.000.000	5.000.000	5.000.000																																																																																																	
Total salidas	18.400.000																																																																																																						
Total ingresos			20.000.000																																																																																																				
Ganancia			1.600.000																																																																																																				
Planificar contingencias	x																																																																																																						
Proyectar los recursos	x																																																																																																						

TABLA IV. EJEMPLO DE ETAPA DE DISEÑO

Diseño de requisitos pedagógicos				Docente Implicado										
Definición objetivos pedagógicos	x			Por tratarse de una temática transversal no solo a la física sino también a las matemáticas, se optó por representar el movimiento en el plano cartesiano, asociado con la cátedra del grado décimo. Cuyo objetivo consiste en que el estudiante identifique los conceptos básicos relacionados con el movimiento en el plano cartesiano. Esta propuesta se quiere acompañar de una simulación básica de lo que significa, realizar una programación en un lenguaje sencillo de fácil comprensión. Con esta última propuesta el estudiante, asimila los conceptos básicos de la programación										
Definición características del grupo destinatario	x			Estudiantes del grado décimo de la institución educativa										
Definición de las estrategias didácticas	x			Las estrategias didácticas se han definido de tres tipos: i) preinstruccionales; ii) coinstruccionales y iii) posinstruccionales. Las tres se apoyan en guías, específicamente elaboradas, para dar orientación sobre los conocimientos que el estudiante va a aprender (preinstruccionales), las que apoyan el contenido curricular objetivo (coinstruccionales) y finalmente, la que permite que el estudiante tenga la visión integradora sobre lo que aprendió (posinstruccionales). Sin embargo, por el carácter mismo del LV, el principal objetivo, se traduce en el coinstruccionales, donde se representan mediante simulación los conceptos de movimiento en el plano cartesiano, acompañados de un modelo simple de programación.										
Definición de las actividades mentales	x			La nueva manera de aprender no es recibiendo sino interactuando y/o haciendo; este es el principal principio que define, el LV desarrollado. Por ello, se enseña al estudiante a modelar, mediante un lenguaje simple, lo que él quiere que haga la simulación. Otorgando la libertad de que ingrese en valores numéricos las coordenadas hacia donde desea se posicione un robot animado. El modelo de que el robot haga lo que el estudiante dice, pretende ser el mejor motivante para potencializar la actividad mental del estudiante.										
Definición integración curricular	x			<table border="1"> <tr> <td>Asignatura</td> <td>Física</td> </tr> <tr> <td>Grado</td> <td>Décimo</td> </tr> <tr> <td>Temática</td> <td>Movimientos en el plano: plano cartesiano</td> </tr> <tr> <td>Estándar</td> <td>Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.</td> </tr> <tr> <td>Objetivo</td> <td>El estudiante identifica los conceptos básicos relacionados con el movimiento en el plano cartesiano</td> </tr> </table>	Asignatura	Física	Grado	Décimo	Temática	Movimientos en el plano: plano cartesiano	Estándar	Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.	Objetivo	El estudiante identifica los conceptos básicos relacionados con el movimiento en el plano cartesiano
Asignatura	Física													
Grado	Décimo													
Temática	Movimientos en el plano: plano cartesiano													
Estándar	Establezco relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme y establezco condiciones para conservar la energía mecánica.													
Objetivo	El estudiante identifica los conceptos básicos relacionados con el movimiento en el plano cartesiano													
Diseñar el LV basándose en la teoría educativa	x			Entender el proceso de interpretación que se hace desde la expresión de la intención de un usuario, hasta que este sea ejecutado por un elemento de software "robot", de manera que oriente, de manera lógica y coherente, el movimiento del robot. Este último entendido como un desplazamiento en un plano con cuadrícula que permite representar las coordenadas cartesianas.										
Definir las interfaces (menús, íconos, efectos sonidos...)	x			El LV estará compuesto de cuatro interfaces gráficas: i) de bienvenida ii) una sobre la que se dispondrán las guías de preinstrucción y coinstrucción; iii) una donde se ejecutará la simulación y iv) finalmente, una donde se presenta una guía de evaluación.										
Definir el tipo de interactividad (priorizar el Sftw y lo pedagógico)	x			El LV contará con una guía que indicará las preinstrucciones representada en los conocimientos teóricos que debe tener el estudiante sobre "plano cartesiano", en conjunto con otra segunda guía que enseña el uso del lenguaje de programación. Como segunda instancia, aparece una guía con un conjunto de ejercicios ejemplo. La tercera guía corresponde a un conjunto de solicitudes expresas que el estudiante debe completar y programar para realizar los movimientos del robot en el plano. cada guía puede ser leída, descargada y remitida al correo del mismo estudiante. Los ejercicios propuestos pueden ser replicados directamente tal como fueron superados, pero el estudiante también tiene la libertad de proponer los propios.										

Tabla 4. Ejemplo de etapa de Diseño, instanciado a un caso de aplicación

Para el análisis de los datos obtenidos se ha seguido una metodología cuantitativa, basada en el tratamiento estadístico de los mismos, cuyo procedimiento seguido, consistía en la consolidación de la información en tablas numéricas que permitieran analizar, agrupar y concluir aspectos genéricos del comportamiento de cada elemento poblacional de la muestra. Este análisis permitió correlacionar variables como el aspecto pedagógico, tecnológico, visual y funcional del laboratorio. Cada cuestionario constaba de 17 preguntas de formato cerrado, agrupadas por temáticas, algunas de las cuales incluyen respuestas múltiples y/o escalas valorativas. Se ha intentado minimizar el nivel de exactitud en aras de la facilidad de tabulación que introducen los formatos cerrados.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones son obligatorias y deben ser claras. Deben expresar el balance final de la investigación o la aplicación del conocimiento. Es posible afirmar, que los laboratorios virtuales, son una de las aplicaciones educativas que sostiene el sistema formativo a distancia. Como aplicación educativa, su comprensión depende fundamentalmente de la organización y estructuración de los contenidos, la correcta apropiación de los recursos y la adecuada presentación de los mismos. Esta coherencia interna, se logra mediante un desarrollo metódico, que permita realizar las conexiones

lógicas, conceptuales, humanas y hasta financieras, entre todos los elementos. Aunque la investigación, ha puesto de manifiesto algunos de los aportes metodológicos registrados en la literatura aplicados al dominio de los laboratorios virtuales; a su vez, ha dejado en evidencia la necesidad imperante de formular una propuesta que incorpore y considere aspectos administrativos, pedagógicos, junto con los de índole económica, técnica, extralimitando su cobertura a una fase de mantenimiento, con la cual se espera lograr la mejora continua del laboratorio virtual a través de su tiempo de uso. La propuesta acá descrita, puede ser aplicada incluso en los casos donde ya existen laboratorios virtuales operativos o donde se encuentren en la fase de implementación, no solo en casos donde hasta ahora exista la proyección de estructurarlos.

La exposición realizada del caso de ejemplo, constituye una evidencia concreta de cómo se aplica cada etapa, a la necesidad específica de una institución y a una temática concreta.

Cómo trabajo futuro, se espera modelar a través de la simulación el mismo laboratorio del brazo robótico, a fin de que pueda ser usado como aplicación independiente, que no demanda servidores. A la vez, que se espera contar datos

estadísticos que demuestren el beneficio, de la incorporación de este elemento en las actividades académicas. Este último entendido, como una mejora en los valores numéricos calificativos de los estudiantes. Sin embargo, el principal y más inmediato trabajo, se encuentra representado en la ardua labor de divulgar la metodología.

REFERENCIAS

- [1] Chen, X., Song, G., & Zhang, Y. (2010). Virtual and remote laboratory development: a review. *Earth and Space 2010 Engineering Science Construction and Operations in Challenging Environments*, 3843-3852. doi: 10.1061/41096(366)368.
- [2] Cataldi, Z., Lage, F., Pessaq, R., & García-Martínez, R.. (2003). Metodología extendida para la creación de software educativo desde una visión integradora. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 2(1),9-40. Recuperado de [http://campusvirtual.unex.es/cala/editio/index.php?journal=relatec&page=article&op=view&path\[\]=11&path\[\]=8](http://campusvirtual.unex.es/cala/editio/index.php?journal=relatec&page=article&op=view&path[]=11&path[]=8)
- [3] Fishwick, P. (1996). Web-Based simulation: some personal observations. *Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference*, 772 - 779. doi: 10.1109/WSC.1996.873364.
- [4] Garcia, M. (2009). en la enseñanza secundaria. Una evaluación basada en el modelo "CIPP". Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- [5] Halma A. (2005). RoboMind. Recuperado de <http://www.robomind.net/es/>
- [6] Jara, C. A., Candelas, F. A., Puente, S. T., & Torres, F. (2011). Hands-on experiences of undergraduate students in Automatics and Robotics using a virtual and remote laboratory. *Journal Computers & Education*, 57(4), 2451–2461. doi: 10.1016/j.compedu.2011.07.003.
- [7] Laronde, G., & MacLeod, K. (2012). Modeling Various Teaching Methods In A Faculty Of Education In Science Education: Chalk And Talk, Virtual Labs Or Hovercrafts. *Journal of College Teaching & Learning*, 9(2), 107-114. Recuperado de <http://journals.cluteonline.com/index.php/TLC/article/view/6905/6980>
- [8] Martin-Villalba, C., Urquia, A., & Dormido, S. (2012). Development of virtual-labs for education in chemical process control using Modelica. *Journal Computers and Chemical Engineering*, 39, 170– 178. doi: 10.1016/j.compchemeng.2011.10.010.
- [9] Navarrete, B. (2009). La motivación en el aula. Funciones del profesor para mejorar la motivación en el aprendizaje. *Revista Innovaciones y experiencias educativas*, 15, 1-9. Recuperado de http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_15/BELÉN NAVARRETE 1.pdf
- [10] Selmer, A., Kraft, M., Moros, R., & Colton, C. (2007). Weblabs in chemical engineering education. *Education for Chemical Engineers*, 2(1) 38–45. doi: 10.1205/ece06018
- [11] Sun, K.-t., Lin, Y.-c., & Yu, C.-j. (2008). A study on learning effect among different learning styles in a Web-based lab of science for elementary school students. *Journal Computers & Education*, 50(4), 1411-1422. doi: 10.1016/j.compedu.2007.01.003