

¿Cómo desarrollar un laboratorio virtual? Metodología de diseño

Lely Adriana Luengas

Universidad Distrital
Francisco José de Caldas
Colombia

laluengasc@udistrital.edu.co

Juan Carlos Guevara

Universidad Distrital
Francisco José de Caldas
Colombia

jcguevara@udistrital.edu.co

Giovanni Sánchez

Universidad de San
Buenaventura
Colombia

giosanpri@gmail.com

ABSTRACT

The advent and growth of electronic devices and digital telecommunications have accelerated the design systems providing information about an environment. They have become valuable tool for different applications, one of which is education, where laboratory practice which would require no equipment or physics materials can be conducted via virtual worlds, resulting in minimized laboratory costs, increased access to people and it would provide security in the development of the practice. This document describes the process for the design and construction of a virtual laboratory supported in a motion capture system.

RESUMEN

La influencia de los cambios tecnológicos se puede palpar en todos los aspectos que conciernen a la sociedad, entre ellos la educación, ya que a medida que surgen nuevos desarrollos científicos éstos tienen gran acogida en las herramientas didácticas pues permiten enriquecer el proceso educativo. En este artículo se muestra la propuesta metodológica para el desarrollo de herramientas hardware-software que impactarán en la estrategias de enseñanza, ayudando a desarrollar habilidades y actitudes en los estudiantes, reforzando el proceso de autoformación, manejo de tiempos, autoevaluación, entre otros. Este instrumento se basa en las bondades de la realidad virtual, pues se presentan laboratorios a los cuales se acceden por medio de dispositivos de interacción que adicionalmente permiten interactuar con el laboratorio y sus elementos. La propuesta de este desarrollo se realiza al interior del grupo de investigación Metis perteneciente a la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en Bogotá, Colombia.

KEYWORDS

Educación virtual, laboratorios virtuales, realidad virtual.

INTRODUCCIÓN

Debido al desarrollo de nuevas tecnologías, nuevos software de programación, nuevos componentes electrónicos y nuevos servicios de telecomunicaciones, ahora es posible desarrollar herramientas didácticas que soporten el proceso de enseñanza-aprendizaje en el entorno educativo, pues se requiere material educativo que capture la atención de los estudiantes y los estimule al aprendizaje, a través de escenarios interactivos e innovativos.

Uno de esos escenarios son los laboratorios virtuales, cuyo objetivo principal es introducir a los estudiantes en la experimentación, resolución de problemas, deducción de resultados e interpretación científica a través de sistemas de 3D con componentes que conforman un laboratorio virtual visualizado en la pantalla de un computador y un dispositivo de captura (guante, vestido, entre otros), que le permita al estudiante interactuar con el laboratorio virtual.

Hoy día, los laboratorios virtuales están emergiendo como llave de esta tendencia pedagógica, las herramientas empleadas se han incrementado y adaptado en diferentes aplicaciones y han creado diferentes actividades con aplicación en las ciencias sociales, humanidades, artes e ingenierías, entre otras. Sin embargo, aunque existen algunos desarrollos actuales de este tipo de herramientas, se continúa necesitando de desarrollos innovadores y entornos amigables donde la comunicación y la información juegan un papel importante.

Este artículo propone una metodología de desarrollo de aplicaciones educativas haciendo uso de la realidad virtual, adicional muestra los resultados de laboratorios desarrollados siguiendo tal metodología.

EDUCACIÓN VIRTUAL

La educación virtual es, sin duda, uno de los espacios donde se presentan los más grandes cambios haciendo uso de los desarrollos tecnológicos. Un modelo de educación virtual toma ventaja de un modelo estándar, pues la implementación de tecnologías de comunicación generan servicios de valor agregado para soportar los múltiples procesos y actividades presentes en los ambientes de la educación, especialmente proveyendo servicios especializados de soporte en, primero, asuntos administrativos, tales como inscripción de asignaturas, pago de matrícula, entre otros, es decir utilizando los denominados Programas Aplicados a la Educación; segundo, en procesos académicos, como cursos virtuales, documentos de referencia, laboratorios interactivos de simulación, etc, con programas diseñados con fines directamente educativos y conocidos como “software educativo”.

Este término ha sido objeto de estudio durante los últimos años, y ha sido definido por diversos autores, entre los de habla hispana se resaltan las definiciones “todo tipo de programas para ordenador creados con la finalidad específica

de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje”[8], “todos aquellos programas realizados con una finalidad instructiva, formativa” [5] y “aquellos programas que permiten cumplir o apoyar funciones educativas” [4]. Luego, se puede interpretar el software educativo, como aquel programa informático que se emplea como recurso didáctico, que ha sido concebido y desarrollado bajo claros objetivos didácticos para la generación de ambientes que favorezcan la enseñanza y el aprendizaje.

Los procesos de enseñanza-aprendizaje basados en los principios de pedagogía colaborativa se aplican a la educación virtual, porque el estudiante debe tomar la responsabilidad de una participación frecuente y activa a través de los diferentes materiales educativos presentes en la red, tales como ejercicios, artículos, prácticas de laboratorio, entre otros. La principal característica de este tipo de enseñanza es la distancia entre el docente y el estudiante, quienes, en algunas ocasiones, no interactúan cara a cara, es decir no necesariamente se cuenta con un horario fijo, sin embargo, se tiene un seguimiento y un acompañamiento de las actividades realizadas.

La universidad virtual

La universidad virtual es una institución educativa que imparte conocimiento de alta calidad y se encuentra distribuida en tiempo y lugar [14]. Por ello, se necesita contar con puntos de red, computadores y docentes interesados en los nuevos caminos de la enseñanza, pues la enseñanza en un aula virtual está transformando la pedagogía tradicional hacia una pedagogía electrónica en la cual el docente se convierte en un facilitador de los procesos de aprendizaje del estudiante y un soporte de la pedagogía colaborativa, por ello, los docentes deben ser instruidos en nuevas técnicas pedagógicas y desarrollo de nuevas herramientas didácticas.

Una de las más grandes herramientas es el laboratorio virtual, como alternativa para aquellas prácticas de laboratorio que puedan ser costosas, peligrosas o causar daños ambientales.

Los laboratorios virtuales

Los laboratorios virtuales son representaciones realizadas a través de software que muestran en una pantalla objetos que imitan las características físicas de objetos reales; son altamente atractivos para la audiencia joven, pues se presentan como videojuegos, donde se les permite a los participantes, explorar e interactuar con los elementos existentes en este espacio virtual [2]. Estos laboratorios enfatizan en técnicas de experimentación práctica y aplicaciones destinadas a realizar un seguimiento continuo de las actividades de los estudiantes.

Los procedimientos de enseñanza a través de un laboratorio virtual en un computador personal es un concepto altamente potente, los estudiantes ya no están limitados a espacio o tiempo y las instituciones educativas que no poseen medios económicos o físicos para soportar un laboratorio real pueden

hacer uso de este recurso. 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 [8,11,17].

SISTEMA PROPUESTO

La producción de la clase de herramientas didácticas descritas anteriormente, requiere del diseño y desarrollo de tres componentes básicos: un dispositivo de interacción, un dispositivo de transmisión de información y un software de aplicación [9,12].

- El dispositivo de interacción permite capturar los movimientos del usuario, puede ser un guante, un traje u otro dispositivo; para cumplir con su función, se dispone de una serie de sensores que detectan los movimientos, estas señales se filtran y acondicionan para su posterior transmisión.
- El dispositivo de transmisión de información, recibe las señales del dispositivo de interacción, las organiza en forma de tramas y las envía al computador.
- El software de aplicación es un mundo virtual en 3D donde se tienen los elementos a ser manipulados por el dispositivo de interacción, además en esta etapa se recuperan los datos transmitidos, se descifran y se adaptan para ser interpretados por el mundo virtual.

Además, la herramienta debe contar con un componente didáctico basado en la resolución de problemas, pues debe facilitar al estudiante su proceso de enseñanza-aprendizaje [4, 18].

METODOLOGÍA PROPUESTA

El desarrollo del proyecto involucra la combinación de varias metodologías: una para el desarrollo del proceso investigativo, una para el diseño e implementación del dispositivo de interacción, una para el sistema de comunicación y una para el diseño y desarrollo del mundo virtual. A continuación se propone cada una de ellas para los diferentes componentes de los laboratorios virtuales.

Desarrollo del proceso investigativo

La investigación se lleva a cabo a través de seis pasos fundamentales:

- Descripción del sistema, se establece el área o campo de investigación de forma clara y meticulosa.
- Descripción del problema, se especifica el problema detallada y claramente, se establecen los límites del problema.

- Definición de objetivos, se determina qué se va hacer teniendo en cuenta los resultados esperados y el ámbito donde se situará el desarrollo.
- Justificación, se resaltan las motivaciones existentes que permiten el desarrollo y la ejecución del proyecto.
- Desarrollo del marco de referencia, construcción del conocimiento previo, revisión de las estructuras teóricas y experiencias existentes mundialmente
- Definición del diseño metodológico de cada elemento, la ejecución del proyecto se lleva a cabo en tres fases: construcción del dispositivo de interacción, diseño del sistema de comunicación y la interface del software que contiene el mundo virtual del laboratorio.

Desarrollo del dispositivo de interacción

El desarrollo del dispositivo de interacción se realiza siguiendo unas ciertas etapas:

- Planeación y organización, se listan las actividades a realizar, se determinan las características del grupo de trabajo, los elementos del dispositivo y las herramientas hardware-software.
- Requerimientos, se estudian y se fijan las particularidades del sistema.
- Análisis, se analizan los requerimientos para establecer los componentes a utilizar, la estructura física que los debe soportar y la tecnología a utilizar.
- Diseño del dispositivo, se realizan los cálculos matemáticos necesarios para conseguir un prototipo del dispositivo sensorico, de adecuación de la señal y de la transmisión, paso seguido se realizan las pruebas previas haciendo uso de software de simulación electrónico, si no se cumplen las características requeridas, se realiza un nuevo diseño y se vuelve a simular, esto se debe hacer tantas veces como sea necesario hasta conseguir un sistema que funcione como se requiere.
- Desarrollo y construcción, se implementa el prototipo diseñado, se realizan pruebas y se verifica el funcionamiento, si es correcto se procede a realizar la adaptación entre el sistema electrónico y el de soporte, si es incorrecto, se regresa a la etapa de implementación y se ejecutan de nuevos las acciones propuestas.
- Pruebas finales, se comprueba que el dispositivo de interacción desarrolle las tareas propuestas y si es necesario se toman medidas de corrección.

Desarrollo del sistema de comunicación

Para el sistema de comunicación, aquel que transmite los comandos del dispositivo de interacción hacia el computador, se sugiere seguir los siguientes pasos para su obtención.

- Análisis, determinación de las características del sistema de transmisión y recepción dependiendo del dispositivo de captura, el ambiente donde se encuentra, el tiempo de respuesta requerido y la aplicación.
- Diseño, obtención del prototipo del sistema de comunicación a partir de cálculos matemáticos y estudio

de posibles elementos electrónicos que proveen la solución requerida.

- Simulación, comprobación del desempeño del diseño realizado, supliendo los posibles errores presentes.
- Implementación, construcción del hardware y software que realizan la comunicación.
- Pruebas, conexión del sistema con el dispositivo de interacción y verificación del comportamiento; se deben solventar las posibles dificultades que se presenten.

Desarrollo del mundo virtual

El diseño y desarrollo del mundo virtual se somete a diferentes etapas acorde con las necesidades del laboratorio, esas etapas son:

- Modelo de negocio, se define el proceso principal que se realizará en el laboratorio, así como las correspondientes gráficas de procesos, se fija el modelo de dominio y se establece un glosario de términos.
- Requerimientos del mundo virtual, establecimiento de las necesidades, determinación de un listado inicial de casos de uso, su depuración, propuesta del modelo de casos de uso y designación de los documentos de cada caso de uso.
- Análisis, vista conceptual del mundo virtual, para lo cual se realizaron diagramas de secuencia, colaboración y de actividad por cada caso de uso, el diagrama de estados y el modelo de análisis.
- Diseño, programación previa del mundo virtual, teniendo en cuenta 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.
- Desarrollo, programación de los diferentes sistemas que conforman el mundo virtual, para lo cual se realizaron los diagramas de despliegue, paquetes y componentes y el código de cada uno de los subsistemas.
- Pruebas, ejecución de pruebas de integración y de sistema de cada uno de los sub-sistemas que conforman el mundo virtual

PRUEBAS

Se plantea la tarea de diseñar y desarrollar laboratorios virtuales haciendo uso de la metodología expuesta con el fin de verificarla, para ello se propone contar, inicialmente, con un laboratorio de enseñanza de mundos virtuales, luego del manejo de un brazo robótico, y posteriormente la forma de patear un balón. A continuación se muestra el desarrollo de los dos primeros laboratorios.

Enseñanza de mundos virtuales

El objetivo de este laboratorio es la enseñanza del manejo de un sistema virtual que le permita al usuario desplazarse por un laberinto que se encuentra en un computador, con el fin de comprobar el interés y gusto de los estudiantes por el manejo de este tipo de herramientas y proporcionar los conceptos básicos de realidad virtual. Las características que debe presentar el sistema es contar con un dispositivo de interacción de bajo costo, fácil construcción, fácil manejo y que se adecúe al mundo 3D.

Con las características dadas se propone que el dispositivo de interacción sea un guante, que permita navegar por un laberinto cuyas paredes contienen información acerca de realidad virtual, esto se realizará al mover los dedos, el diagrama de bloques del sistema propuesto se muestra en la figura 1.

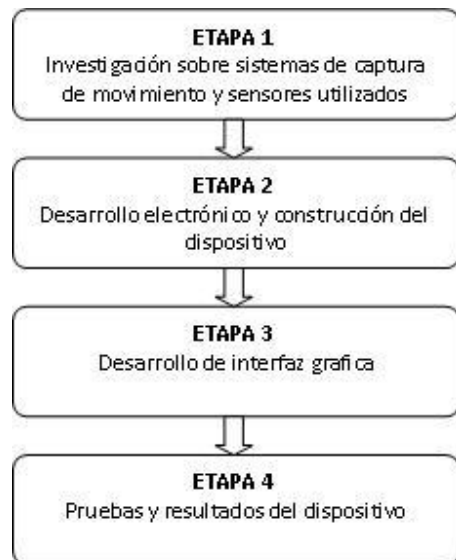


Figura 1. Diagrama de bloques para el desarrollo del Laboratorio de exploración teniendo como base los parámetros estipulados y las restricciones dadas.

Manejo de brazo robótico

En un aula de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital se encuentra ubicado el brazo robótico Mitsubishi RV-M1 que se maneja mediante comandos dados a través de un computador y éste los envía a través de cable serial empleando comunicación RS232, estos comandos son un poco complejos, luego no todos los estudiantes acceden a él, por esto se plantea la necesidad de un sistema que permita manipularlo sin necesidad de conocer las instrucciones y que no presente comunicación alámbrica.

Luego de analizar las necesidades y aplicando la metodología establecida, se decide desarrollar un dispositivo sensorico que le permita a un usuario ejecutar los movimientos que desea que el brazo realice, además de una interfaz grafica donde se visualicen los movimientos enviados al robot y una comunicación por radio frecuencia, se propone que el desarrollo siga el diagrama de bloques que se muestra en la figura 2.

RESULTADOS

El desarrollo de este proyecto ofrece la posibilidad de obtener el conocimiento necesario para desarrollar nuevos y novedosos mundos virtuales, el diseño y desarrollo de dispositivos de captura de movimiento basado en sensores móviles o cámaras, también como la implementación de aplicaciones de telepresencia. A continuación se muestran los resultados de las aplicaciones que se realizaron.

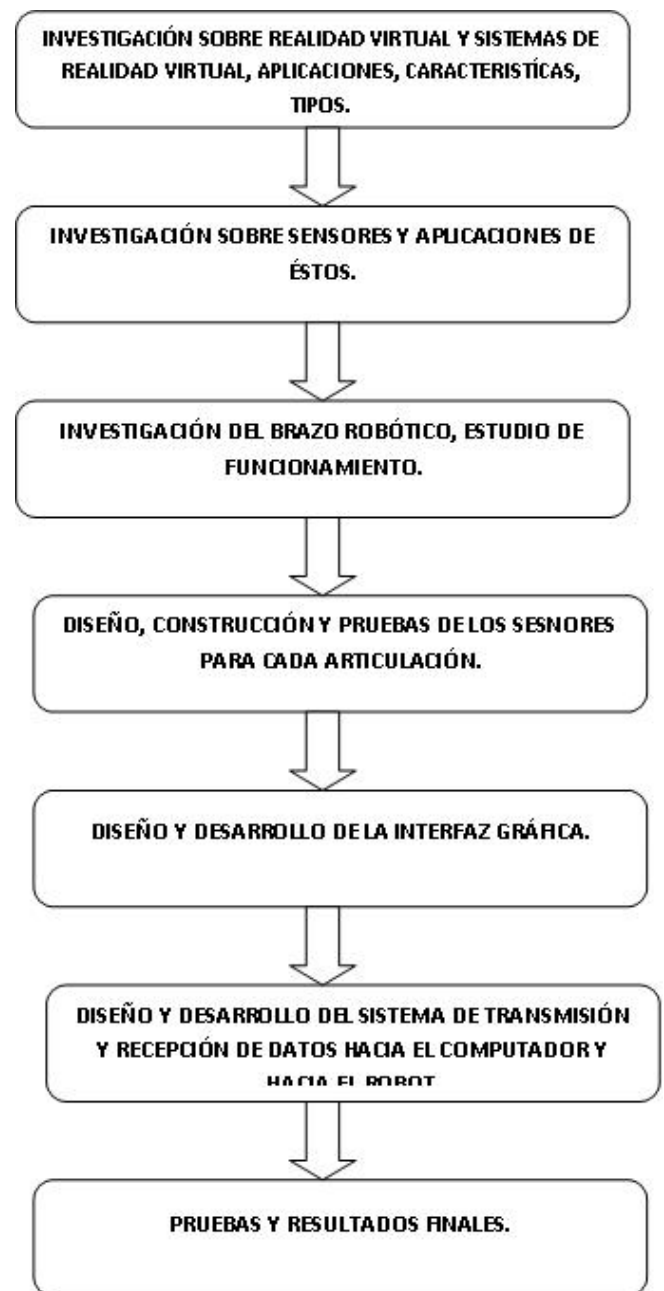


Figura 2. En la planificación y desarrollo del laboratorio para la enseñanza del manejo del brazo robótico Mitsubishi RV-M1 se hizo uso de este diagrama de bloques, se observan cada una de las etapas diseñadas e implementadas.

Enseñanza de mundos virtuales

Se obtuvo un hardware constituido por tres piezas fundamentales, la primera es el guante con 11 sensores uno para cada dedo y falange, la segunda es la tarjeta de interfaz entre el guante y el PC y una tercera tarjeta destinada al acondicionamiento de los sensores; adicional al hardware, se obtuvo un software donde se visualizan los datos sensados por el guante, mostrando un desplazamiento por un laberinto. En la figura 3 se muestra el guante obtenido y su movimiento en el mundo tridimensional.

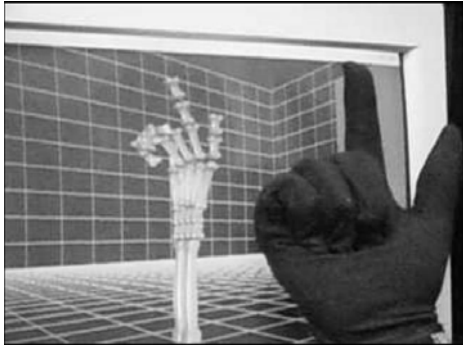


Figura 3. Laboratorio de exploración desarrollado empleando la metodología propuesta, se observa que la gráfica de la pantalla sigue los movimientos de la mano del usuario que hace uso del guante.

El guante fue utilizado por varios usuarios y se comprobó que se adapta fácilmente al usuario, adicional se observó el gran interés que esta herramienta despierta y lo fácil que fue explicar conceptos acerca de la realidad virtual.

Manejo de brazo robótico

El sistema obtenido consta de una parte de hardware y una de software. En el hardware se consiguió un exoesqueleto que sensa los movimientos de hombro, codo, muñeca y cierre de mano (pinza), un sistema que adecúa las señales y transmite la información hacia el computador. En el software se obtuvo una interfaz tridimensional que permite observar los movimientos que se sensan del exoesqueleto y que serán enviados al brazo robótico, lo cual da la ventaja de contar con un sistema de telepresencia. En la figura 4 se puede observar el mundo obtenido y en la figura 5 el exoesqueleto utilizado para detectar los movimientos del usuario.

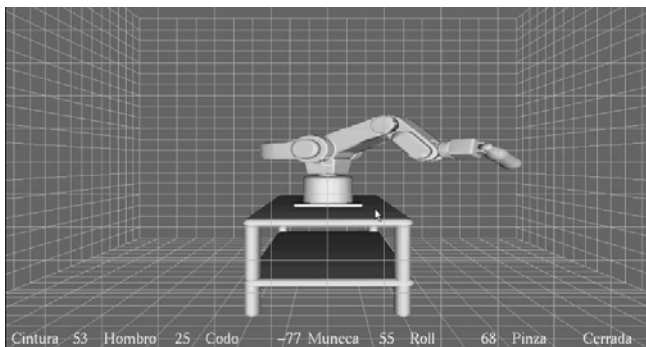


Figura 4. Entorno gráfico del laboratorio de enseñanza de manejo del brazo robótico Mitsubishi RV-M1.

Los usuarios del exoesqueleto mostraron interés en el manejo del robot y les pareció bastante sencillo, el sistema de transmisión de datos se realizó por radio frecuencia, luego se concluye que se cumplieron los objetivos planteados para el desarrollo de este laboratorio.



Figura 5. Exoesqueleto desarrollado que permite manejar el brazo robótico, cuenta con cuatro sensores, uno para cada articulación que maneja el robot.

CONCLUSIONES

El diseño y desarrollo de laboratorios virtuales orientados a la educación deben incorporarse en los modelos de enseñanza pues motivan a los estudiantes a realizar las prácticas de laboratorio propuestas.

Las prácticas que los estudiantes realizan con el laboratorio virtual pueden integrarse en la programación de clases realizada por los docentes, lo cual permite obtener mejores resultados en la transferencia de conocimientos.

El grupo desarrollador de los laboratorios debe estar compuesto por profesionales de diferentes campos, ingenieros electrónicos, educadores, desarrolladores de software, diseñadores, entre otros, para así tener un equipo integral que satisfaga las necesidades requeridas en el desarrollo del laboratorio.

Con la aplicación de nuevas y modernas tecnologías de sistemas de comunicación, se elevan las posibilidades de llegar a más y más miembros de la sociedad. A lo ancho del mundo el uso del Internet hace posible que educadores y aprendices puedan capacitarse sin estar sujetos a espacio o tiempo, por ello se hace necesario contar con herramientas que motiven el proceso de aprendizaje.

REFERENCIAS

- [1] Albaloooshi, F. Virtual Education Cases in Learning & Teaching Technologies, IRM Press: 2003, p.p. 1-20.

- [2] Aldrich, C. Learning by Doing: A Comprehensive Guide to Simulations, Computer Games, and Pedagogy in e-Learning and Other Educational Experiences. John Wiley and Sons: Pfeiffer, 2005.
- [3] Nigg, B. & Herzog, W. Biomechanics of the Musculo-skeletal System, Second Edition. Wiley, USAS, 1998.
- [4] Cerda, H. Los elementos de la investigación, Segunda reimpresión. Editorial El Búho: Bogotá, Colombia, 2000.
- [5] Galvis A. Ingeniería de software educativo. Bogotá, Colombia. Ed. Ediciones Uniandes, 1997.
- [6] Gross, B. El ordenador invisible. Hacia la apropiación del ordenador en la enseñanza. Barcelona, España. Gedisa, 2000.
- [7] Irisarri C. Lesiones de la mano y la muñeca, Primera edición. Paidotribo, Barcelona, España, 2005
- [8] Johnston, W. & D. Agawal, The Virtual Laboratory: Using Networks to enable Widely Distributed Collaboratory Science. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, 1995.
- [9] Lerma, H. Metodología de la investigación: Propuesta, Anteproyecto y Proyecto, Segunda Edición, Ecoe Ediciones: Bogotá, Colombia, 2005.
- [10] Marqués, P. Producción de software educativo. Buenos Aires, Argentina, CEDIPROE, 1995.
- [11] Martí, J. & Martí, A. Laboratorios Virtuales en Educación. <http://fbio.uh.cu/educacion_distancia/laboratorios_virtuales/> consultado el 20 de julio del 2008.
- [12] Méndez, C. Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación, Tercera Edición, Mc Graw Hill: Colombia, 2001.
- [13] Rhee, T. & Neumann, U. & Lewis, J. (2006) Human Hand Modeling from Surface Anatomy, ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games.
- [14] Robins, K. & Webster, F. The virtual university?, Knowledge, Markets, and Management, Oxford University Press: New York, 2002, p. 106.
- [15] Rodríguez, C. & Quintero, H. (2005). Movimiento del brazo humano: de los tres planos a las tres dimensiones. Revista de ingeniería, Universidad de los Andes, número 22, pp. 36 – 44.
- [16] Rodriguez, C. & Bohorquez, J. & Quintero, H. (2007) Aplicación de la teoría de robots manipuladores a la biomecánica del brazo humano, Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, Vol. 4 Número 4, pp. 51-57.
- [17] Rodrigo, V. & Ferrando, M. (2000) Virtual Instrumentation: First step towards a virtual laboratory”, IEEE International workshop on virtual and intelligent measurement systems. Annapolis, Maryland.
- [18] Tamayo, M. El proceso de la investigación científica. Cuarta Edición, Limusa: México D.F, México, 2005.
- [19] Tozeren, A. Human body mechanics: Classical mechanics and human movement, Springer-Verlag, New York, USA, 2000.