

Laboratorio virtual de destilación química

Virtual laboratory of chemical distillation

*Juan Carlos Guevara Bolaños

**Lely Adriana Luengas Contreras

Fecha de recepción: 14 de octubre de 2008

Fecha de aceptación: 23 de noviembre de 2008

Resumen

Se describe el proceso que se siguió para la construcción de un laboratorio virtual de destilación simple apoyado en un sistema de captura de movimiento.

Palabras clave: laboratorio virtual, dispositivo de captura de movimiento, dispositivo de interacción, mundo virtual, destilación simple, realidad virtual.

Abstract

The following article describes the process that we followed in order to make a virtual laboratory of simple distillation which is support by a capture movement device.

Key words: Virtual laboratory, capture movement device, interactive device, simple distillation, virtual world, virtual reality.

* Ingeniero de Sistemas, Universidad Central. Especialista en Auditoría de Sistemas de Información, Universidad Católica de Colombia. Especialista en Sistemas de Información en la Organización, Universidad de los Andes. Candidato a Magíster en Ciencias de la Información y la Comunicación, Universidad Distrital. Director del Grupo de Investigación Metis de la Universidad Distrital. jcguarab@udistrital.edu.co.

** Ingeniera Electrónica. Magíster en Ingeniería Electrónica, Universidad de los Andes. Integrante del Grupo de Investigación Metis de la Universidad Distrital. laluengasc@udistrital.edu.co

1. Introducción

Día a día las investigaciones en diseño y desarrollo de herramientas didácticas que apoyen el proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes han venido avanzando con gran respaldo económico y académico, principalmente por el impacto que han tenido las tecnologías de la información y la comunicación en 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.

Dentro de este contexto, podemos ubicar los laboratorios virtuales, como una nueva alternativa a los simuladores y juegos educativos, los cuales cuentan con un escenario en tercera dimensión con una serie de componentes que conforman el laboratorio, un dispositivo de interacción (guante, casco, traje, etc.) que permite al estudiante introducirse en un mundo virtual y un dispositivo de captura de movimiento que recibe las señales de movimiento del estudiante 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 que permitan innovar y facilitar el uso de este tipo de material educativo, en que las tecnologías de información y comunicación juegan un papel fundamental.

Adicionalmente, en el contexto de la enseñanza de la química, más específicamente en el proceso de laboratorio de destilación simple, los estudiantes de química se enfrentan a una problemática que perjudica no solo a los alumnos de la educación media, sino también a aquellos que cursan estudios en uni-

versidad; la cual radica en el proceso utilizado para resolver los diferentes tipos de problemas (de lápiz y papel, prácticos, experimentales), aunque las versiones tanto de alumnos como de profesores 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 (estos son descontextualizados, irreales, con profundo interés teórico, uso indiscriminado de datos), falta de trabajo del alumnado, fallas de cálculo matemático (en estudiantes), escaso dominio del aparato matemático (en estudiantes) y escaso dominio del pensamiento hipotético-deductivo (en estudiantes). Se puede concluir que tanto profesores como alumnos 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, 2].

Si abordamos una parte importante de la resolución de problemas, observamos un fenómeno que ocurre con frecuencia, y no solo en las ciencias: que los alumnos se limitan a buscar fórmulas generales que solucionen siempre dichos problemas, o sencillamente a esperar a que el docente resuelva el problema; este fenómeno crea un acto que al transcurrir el tiempo es complicado de superar y es la realización mecánica de los problemas, lo que lleva al no entendimiento del proceso, que es lo que se busca; también dirige al alumno al abordar nuevos problemas de una manera sistemática y rutinaria, creando hábitos poco deseables del alumno en el mundo de la ciencia. Algunos factores que hacen falta en el actual proceso de aprendizaje por el alumno son: identificación y definición del problema, proposición de procedimientos, recolección e interpretación de resultados y toma de decisiones [1].

Un elemento que agrava la situación es la presentación tradicional y clásica de los problemas en los textos, ya que los planteamientos se estructuran de una forma cerrada, rígida y lineal, a tal punto que el alumno mecaniza la forma de resolver ejercicios de este mismo tipo. Esta clase de ejercicios no conllevan la práctica de aspectos esenciales de la metodología científica, lo que quiere decir que el alumnado no ha aprendido a abordar un verdadero problema [2].

En vista de lo anterior, la principal pregunta de investigación que planeamos resolver es: ¿cómo desarrollar un laboratorio virtual de destilación básico que pueda ser manipulado desde un dispositivo de interacción (brazo), a través de un dispositivo de captura de movimiento visual, que permita apoyar el proceso de enseñanza de la destilación?

A partir de esta pregunta y de la experiencia del desarrollo que tiene el grupo de investigación en este tipo de herramientas, surgen los siguientes interrogantes, que también se van a resolver con la investigación: ¿cómo diseñar y desarrollar un dispositivo de captura de movimiento, que permita capturar las señales desde un brazo?, ¿cómo diseñar y desarrollar un dispositivo de interacción (brazo), que permita enviar señales de movimiento a un dispositivo de captura? y ¿cómo diseñar y desarrollar una interfaz en tercera dimensión que permita visualizar la manipulación de los objetos de un laboratorio básico de destilación desde un brazo remoto y apoye el proceso de enseñanza de la destilación?

En el presente artículo se describe un contexto general de los laboratorios virtuales, la descripción de la solución, la metodología que se siguió y los resultados y conclusiones.

2. los laboratorios virtuales

2.1. Reseña histórica

Debido a la necesidad de crear sistemas de apoyo al estudiante para que realice 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 nuevas tecnologías de la información y la comunicación y a la adopción de prácticas pedagógicas y didácticas recientes, surgen los laboratorios virtuales como un elemento de apoyo para el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

En el enfoque de hoy día en materia de educación, en que 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, cuando inició su uso. La primera aproximación a los laboratorios virtuales aparece en 1984, cuando surge el concepto de instrumento virtual y sus características se determinaron de acuerdo con los fundamentos de programación [6].

Durante los años posteriores se lanzaron distintas propuestas para laboratorios, entre ellas la de un laboratorio de control de sistemas en 1991 en la Universidad de Bucknell en EEUU, 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 (España). 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), 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

2.2. Concepto

Un laboratorio virtual es un programa de simulación [4], o también podemos definirlo como plantea el Grupo de Innovación 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”.

Los componentes que debe tener un laboratorio virtual según Johnston y Agawal [5] son:

- * Control remoto y monitorización de los experimentos (instrument control, ‘instrumento de control’; instrument monitoring, ‘instrumento de monitorización’; user interface and same control software, ‘interfaz de usuario y software de control’).
- * Comunicaciones multimedia entre los investigadores (video, audio y herramientas de software).

- * Administrador de recursos: tiene la responsabilidad de monitorear el estado de los recursos y arbitrar en el momento que se utilicen al mismo tiempo.

- * 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 video.

2.3. Importancia

El uso de laboratorios virtuales representa una oportunidad para el docente de estimular al alumno con tecnología educativa, la responsabilidad de aprender por sí mismo y transferir su aprendizaje al mundo real; también implica 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 alumnos 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 [3].

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.

3. Descripción de la solución

El laboratorio virtual que se ha diseñado y que se encuentra en proceso de desarrollo para apoyar el proceso de enseñanza de la destilación química está conformado por tres componentes básicos: un dispositivo de interacción (traje, guante, casco u otro componente que permita realizar los movimientos del usuario), un dispositivo de captura de movimiento (dispositivo electrónico que recibe las señales –movimientos– del usuario y las transmite al computador) y una interfaz de software (mundo virtual) que contiene un escenario en tercera dimensión con los elementos del mundo real simulado, que son manipulados con las señales recibidas desde el dispositivo de captura de movimiento. Adicionalmente, la interfaz de software (mundo virtual) incorpora en su funcionamiento un modelo pedagógico y didáctico que facilite el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante.

El dispositivo de interacción, conformado por un brazo que realiza los movimientos que van a ser detectados por el dispositivo de captura de movimiento.

El dispositivo de captura de movimiento, conformado por dispositivos que detecten y capturen los movimientos del brazo y los envíen a una interfaz electrónica encargada de recibir los datos y enviarlos al computador.

La interfaz de software (mundo virtual), conformada por los elementos básicos de un laboratorio de destilación en un escenario de tres dimensiones, los cuales son manipulados de acuerdo con los datos suministrados por el dispositivo de captura de movimiento. La interfaz se está desarrollando mediante integración de software para construcción de mundos virtuales en tercera dimensión (como VRML, X3D y Blender), programas de captura de señales, programas con procedimientos especiales y agentes inteligentes (desarrollados en lenguaje de programación Java), que permitan brindar un ambiente interactivo a los usuarios. Adicionalmente, la interfaz tiene un enfoque constructivista y un componente didáctico basado en la resolución de problemas.

4. Metodología

El desarrollo del proyecto implica la combinación de varias metodologías: una para el desarrollo del proceso de investigación (tabla 1), una para realizar un dispositivo de interacción (brazo) (tabla 2), otra para el diseño y desarrollo de una interfaz de software que refleje un mundo virtual de un laboratorio básico de destilación apoyado en el modelo didáctico de resolución de problemas (tabla 4).

Inicialmente se definió e integró en la tabla 1 el proceso de investigación que se aplicará, a partir de los modelos de procesos de investigación planteados [8, 9, 10, 11].

Tabla 1. Metodología de investigación

Etapas	Descripción
Definición del tema	Se determina con claridad y precisión el área o campo de trabajo del problema de investigación.
Planteamiento del problema	Se especifica en detalle y con precisión la problemática. Se determinan los límites de la investigación.
Definición de los objetivos	Se definen los objetivos teniendo en cuenta los resultados concretos, el alcance y los resultados.
Definición de la justificación	Se determinan las motivaciones que llevan al desarrollo del proyecto.
Desarrollo del marco de referencia	Se tiene en cuenta el conocimiento previamente construido, que hace parte de la estructura teórica ya existente y de experiencias obtenidas en el mundo.
Definición del diseño metodológico	La investigación se lleva a cabo en tres fases. La primera consiste en la construcción del dispositivo de interacción (brazo). En la segunda se construye el dispositivo de captura de movimiento. En la tercera se realiza la interfaz de software que contiene el mundo virtual del laboratorio básico de destilación.

El desarrollo del dispositivo de interacción (brazo), se realizará siguiendo las etapas que se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Metodología del dispositivo de interacción

Etapas	Descripción
Planeación y organización	Se define qué se va a hacer, la lista de actividades, el equipo de trabajo, los artefactos que constituyen el dispositivo y las herramientas requeridas.
Requerimientos	Se fijan las diferentes características que debe cumplir el dispositivo.
Análisis	Se analizan los requerimientos fijados en la anterior etapa y se construye un modelo que determine cuáles son los componentes esenciales del dispositivo y cómo deben operar, determinando la estructura física y la tecnología a usar.
Diseño del dispositivo	Se realiza la elaboración de bosquejos, propuestas de diseño estructural y de funcionamiento, diseño general del brazo, diseño de la parte sensorica.
Desarrollo y construcción	Se efectúa la implementación del brazo, la parte sensorica, el acondicionamiento de la señal y la transmisión de la señal.
Pruebas	Se realizan las pruebas individuales y de captura del dispositivo.

El dispositivo de captura de movimiento se llevará a cabo siguiendo las etapas definidas en la tabla 3.

Tabla 3. Metodología del dispositivo de captura

Etapas	Descripción
Requerimientos	Se definen los requerimientos del dispositivo de captura de movimiento teniendo en cuenta las exigencias del software y del sistema en general.
Análisis	Teniendo en cuenta los requerimientos, se establecen los dispositivos a usar y las características que poseen.
Diseño	Se efectúa diseño y simulación del sistema de captura.
Implementación	Realización del montaje del dispositivo.
Pruebas	Adecuación y pruebas de adquisición de señales.

La metodología para el diseño y desarrollo de la interfaz de software que contenga el mundo virtual de un laboratorio de destilación básico seguirá la metodología RUP a partir de los modelos [12, 13, 14, 15].

Tabla 4. Metodología del mundo virtual

Etapas	Descripción
Modelamiento del negocio	Se definen los principales procesos que se van a realizar en el laboratorio, para lo cual se diseñan diagramas de procesos, el modelo de dominio y un glosario de términos.
Requerimientos	Se determinan los requerimientos de laboratorio virtual, para lo cual se realizan el listado inicial de casos de usos, la depuración de estos, su modelo y los documentos de cada caso de uso.
Análisis	Se define la vista conceptual del laboratorio virtual, 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.
Diseño	Se determina la vista de programación del laboratorio virtual, para lo cual se realizan las tablas CRC a fin de establecer las responsabilidades de los objetos, el modelo de interfaz, el modelo lógico, el modelo físico y el diccionario de datos.
Implementación	Se realiza la programación de los diferentes sistemas que conforman el laboratorio virtual, para lo cual se llevan a cabo los diagramas de despliegue, paquetes y componentes y el código de cada uno de los subsistemas.
Pruebas	En esta etapa se efectúan las pruebas de integración y de sistema de cada uno de los sistemas que conforman el laboratorio virtual.

5. Resultados

Los desarrollos obtenidos en la realización del proyecto brindaron la posibilidad de obtener los conocimientos necesarios para la implementación de nuevos laboratorios virtuales, la creación de mundos virtuales, el diseño y desarrollo de dispositivos de captura de movimiento basado en sensores móviles y cámaras, así como la implementación de aplicaciones de telepresencia que pueden ser utilizadas de manera genérica para construir soluciones en el sector educativo, de salud, entretenimiento, industrial, etc.

El proyecto ha permitido establecer mecanismos que permitan incorporar el modelo didáctico de resolución de problemas dentro del funcionamiento del mundo virtual, lo que ha facilitado el uso del dispositivo por los estudiantes.

La construcción del laboratorio y la conformación de un equipo de trabajo por personas de diferentes profesiones (ingenieros de sistemas, ingenieros electrónicos, diseñadores, pedagogos, profesores y estudiantes de la asignatura de química), que han obrado de manera organizada y han permitido el planteamiento de nuevos proyectos, vistos desde diferentes perspectivas.

6. Conclusiones

El diseño y desarrollo de laboratorios virtuales orientados a la educación 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 en el laboratorio virtual deben estar integradas a la programación que maneja el profes-

or 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 electrónicos, diseñadores, pedagogos y expertos de la materia, que permitan abordar la construcción del laboratorio desde diferentes perspectivas.

Bibliografía

- [1] Mora, W., García, A. *La resolución de problemas: una línea prioritaria de investigación en la enseñanza de las ciencias*. En: Línea de investigación en docencia de la química, Proyecto Curricular de Licenciatura en Química, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2004, pp. 15-17.
- [2] Guevara, J., García, A., Cruz, C., Sánchez, A. *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 – UDQuim*. En: Current Developments in Technology-Assisted Education. Ponencias del Current Developments in Technology-Assisted Education. Sevilla, España. 2006.
- [3] Martí, J. y Martí, A. *Laboratorios virtuales en educación*. Disponible en: <http://fbio.uh.cu/educacion_distancia/laboratorios_virtuales/> (20 de julio de 2008).
- [4] Goldberg, K., et al. *The Mercury project – Robotic tele-excavation*. Beyond the Web: Excavating the real world via mosaic. International WWW Conference. Chicago. 1994.

- [5] Johnston, W., and Agawal, D. *The virtual laboratory: Using networks to enable widely distributed collaborative science*. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California. 1995.
- [6] Rodrigo, V., and Ferrando, M. *Virtual instrumentation: First step towards a virtual laboratory*. IEEE International workshop on virtual and intelligent measurement systems. Annapolis, Maryland. 2000.
- [7] Universidad Politécnica de Valencia. Portal de nuevas tecnologías para el aprendizaje activo. Consultado 15 sep. 2008. Disponible en: <http://didas.disca.upv.es:8080/portal_recursos/folder_acciones/folder_accion5/definicion/antecedentes/document_view>
- [8] Méndez, C. *Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación*. 3ª ed. McGraw-Hill. Bogotá. 2001.
- [9] Lerma, H. *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. 2ª ed. Ecoe Ediciones. Bogotá. 2005.
- [10] Tamayo, M. *El proceso de la investigación científica*. 4ª ed. Editorial Limusa. México. 2005.
- [11] Cerda, H. *Los elementos de la investigación*. 2ª reimpression. El Búho. Bogotá. 2000.
- [12] Jacobson, I., Booch, G. y Rumbaugh, J. *El proceso unificado de desarrollo de software*. 1ª ed. Addison Wesley. España. 2001.
- [13] Weitzenfeld, A. *Ingeniería de software orientada a objetos con UML, Java e Internet*. Thomson. México. 2005.
- [14] Scharch, S. *Ingeniería de software clásica y orientada a objetos*. 6ª ed. McGraw-Hill. México. 2006.
- [15] Scharch, S. *Análisis y diseño orientado a objetos con UML y el proceso unificado*. McGraw-Hill. México. 2005.