



Laboratorios virtuales para el aprendizaje en ingeniería civil a distancia

Virtual laboratories for civil engineering Distance learning

Autores:

Ing. Carol E. Arévalo Daza. MSc.
carolad@umng.edu.co

Ing. Lenin Alexander Bulla Cruz. MSc.
leninb@umng.edu.co

Fecha de presentación: Octubre de 2007
Fecha de aceptación: Diciembre de 2007

RESUMEN

Una vez creado el Grupo de investigación ICDIST, perteneciente al Programa de Ingeniería Civil del Instituto de Educación a Distancia de la UMNG, se identificó la necesidad de establecer una línea de investigación en creación de modelos de simulación interactiva, para la aplicación en el aprendizaje de Ingeniería Civil a distancia. En busca de los objetivos del Grupo, se presentó el proyecto de investigación "**Laboratorio virtual para ensayos de compresión de núcleos de concreto**" en la convocatoria interna de proyectos de investigación de la Universidad, para el año 2008, en conjunto con el Grupo GAV de Ingeniería Mecatrónica. Con este proyecto se pretende dar un primer paso hacia la realización, a distancia, de prácticas de laboratorio en Ingeniería Civil.

Palabras claves: Ingeniería Civil, laboratorios virtuales, educación a distancia, investigación.

ABSTRACT

*Once created the research Group ICDIST, inside to the Civil Engineering Program of the UMNG Distance Learning Institute, it was established an investigation line in creation of models of interactive simulation for application in learning of Civil Engineering. Seeking the objectives of the Group, the research project "**Virtual Laboratory for compression tests of concrete samples**" was presented in the University internal call of investigation*



projects for 2008, altogether with the GAV Group of Mechatronics Engineering. This project is a first step towards the accomplishment of laboratory practices distance in Civil Engineering.

Key words: *Civil Engineering, Virtual Laboratories, Distance Learning, Research.*

CUERPO DEL TRABAJO

La resistencia a la compresión, obtenida en el ensayo de núcleos de concreto (Figura 1), es fundamental en el diseño de estructuras y aunque la esencia de la prueba es simple, el desplazamiento de los estudiantes del Programa a distancia a las instalaciones de la Universidad para realizarla es, en ocasiones, una de las causas de deserción. Es por esta razón que se busca implementar un laboratorio que prevenga dicha situación.



Figura 1. Prensa computarizada para ensayos de compresión.

El proyecto de investigación consiste en el planteamiento, desarrollo e implementación de un laboratorio virtual, para realizar ensayos de compresión de núcleos de concreto. Por medio de este producto, se pretende la creación de un entorno de simulación virtual de los equipos de laboratorio reales utilizados en el proceso,

como la prensa hidráulica destinada para estos ensayos en la Universidad. El laboratorio debe ser accesible por un gran número de estudiantes, en especial, del Programa de Ingeniería Civil a distancia. El principal objetivo del Proyecto es que el control de un proceso que sucede en tiempo real, conduzca al estudiante a razonar



antes, durante y después de los procedimientos y a la vez le permita implementar prácticas virtuales de laboratorio, en un entorno interactivo que induzca a analizar el ensayo, comprender e ingresar variables de entrada, identificar las posibles causas de error, interpretar, analizar, procesar y aplicar los resultados.

El planteamiento y desarrollo del Proyecto requiere la investigación y perfeccionamiento de una metodología propia para la elaboración del material didáctico complementario del ensayo, su integración multimedial interactiva y un periodo de prueba antes de ser lanzado, oficialmente. Estos procesos estarán bajo estricto control de calidad para poder garantizar que el material educativo será de alta calidad y que contribuya a la formación de los estudiantes de Ingeniería, mediante la coordinación de labores entre los docentes de los Programas de Ingeniería Mecatrónica y Civil y el personal de los Laboratorios de Ingeniería.

Otro de los propósitos del Proyecto es la implementación del uso de Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTICs) por parte de estudiantes y docentes, mediante la realización de actividades normalizadas dentro de la estructura curricular del Programa de Ingeniería Civil, haciéndolas didácticas y formativas para la construcción del conocimiento. De acuerdo con los objetivos planteados por el Programa y el Instituto de Educación a Distancia, se espera que con la puesta en marcha de los primeros laboratorios, disminuya gradualmente la realización de

ensayos presenciales, en las asignaturas donde sea factible, por medio de laboratorios virtuales, como una opción a los estudiantes que se les dificulta o les es imposible asistir a sesiones en la sede central de la Universidad.

La resistencia a la compresión simple es un ensayo básico de la resistencia de materiales y en el área de los concretos es primordial para verificar si la resistencia de diseño es similar o cercana a la resistencia obtenida en obra. De esta forma, el ensayo de compresión complementa a las asignaturas de Materiales, Mecánica de Sólidos, Análisis y Diseño de Estructuras y Tecnología del Concreto, llevando a los estudiantes de la teoría a la comprobación práctica de sus cálculos. Las propiedades del concreto, en especial su resistencia a la compresión, dependen de la dosificación de los elementos que lo componen y de la inclusión de aditivos que pueden mejorar dichas propiedades en el tiempo. De acuerdo con lo anterior, se plantea en el Proyecto la realización de una investigación del modelo matemático del proceso de ensayo a compresión y de las composiciones de concreto existentes, con el fin de elaborar un laboratorio virtual basado en un software que permita la simulación del proceso y de los equipos necesarios para su realización, con el propósito de que el estudiante realice el experimento y visualice los resultados para su análisis.

Se proyecta que el acceso al software de simulación se restringirá a usuarios autorizados, con un horario preestablecido por medio de un sistema de información



que permita administrar el acceso y uso del laboratorio virtual. Posteriormente, se realizará una propuesta pedagógica acerca de la utilización de las NTICs, como apoyo a los programas de educación a distancia, con el fin de brindar un aporte investigativo que permita lograr eficiencia en la educación mediante laboratorios virtuales.

El crecimiento significativo del número de estudiantes del Programa de Ingeniería Civil de la UMNG (238 estudiantes activos a enero 31 de 2008), hace necesario descentralizar actividades que pueden ser realizadas también a distancia. Actualmente, las prácticas en laboratorios se realizan de forma presencial, lo que implica desplazamientos hasta las instalaciones de la Universidad en Bogotá. Para solucionar inconvenientes en la educación a distancia, actualmente, se tiene una tendencia hacia la virtualidad y los programas educativos en línea, mediante los cuales se ha logrado establecer una enseñanza similar a la presencial. Durante los últimos años, debido a la evolución de las TICs se ha logrado incorporar no sólo la teoría sino también la práctica en la educación a distancia y un ejemplo de esto son los llamados laboratorios virtuales, los cuales son software especializado que permiten la simulación del entorno de un laboratorio tradicional [3], [4], [5].

A nivel mundial se han implementado varios laboratorios virtuales en diversas instituciones. En la Universidad Nacional Experimental del Táchira y en la Universidad de Los Andes, Táchira

(Venezuela), se ha desarrollado un laboratorio de control de procesos que permite regular el nivel de fluido que contiene un tanque [3]. En la Universidad de Alicante (España) se ha realizado un laboratorio virtual para robótica en el cual se pueden realizar simulaciones de algoritmos de visión artificial y movimiento de un manipulador industrial [5]. También se han desarrollado en otras Universidades laboratorios virtuales en el área de la Ingeniería Civil. Por ejemplo, en la Universidad del Valle (Colombia), actualmente se está realizando un Laboratorio Remoto de Estructuras e Ingeniería Sísmica y Dinámica Estructural, que permitirá realizar ensayos de vibración libre, armónica y aleatoria (sismos) en estructuras pequeñas [6]. En el MIT (Instituto Tecnológico de Massachussets) se han desarrollado módulos en línea que por medio de simulaciones permiten el aprendizaje de las áreas de Mecánica de Sólidos y Diseño Estructural [7].

Dado lo anterior, el Proyecto pretende dar respuesta al interrogante ¿cómo ofrecer a los estudiantes de Ingeniería Civil a distancia la posibilidad de realizar ensayos de compresión simple en núcleos de concreto como complemento a su formación, sin desplazarse hasta el laboratorio?. La respuesta es: mediante el diseño y elaboración de un laboratorio virtual operado a través de Internet.

En condiciones normales, en estos ensayos se planea la ejecución de tres pruebas de compresión para núcleos que tengan siete, catorce y veintiocho días de haber sido



tomados o fabricados, con el fin de estudiar el comportamiento de la resistencia en función del tiempo. Por lo tanto, para el caso de los estudiantes presenciales, se considera que la realización de tres ensayos sobre tres núcleos de un mismo concreto y cada uno con diferente tiempo de toma de muestra, es suficiente para comprender los principios del mismo, proyectar la utilidad de sus resultados y redactar un informe completo de laboratorio. El software debe permitir la selección de uno o varios núcleos de concreto con una determinada composición, ubicarlos en una prensa hidráulica virtual, proceder a la aplicación de carga hasta la falla, procesar y suministrar en forma numérica y gráfica los resultados generados durante el proceso, para su posterior análisis.

LABORATORIOS VIRTUALES

Los laboratorios virtuales tienen su inicio en la década de 1980, en Estados Unidos y el Reino Unido. El objetivo de éstos es el de integrar computadores con dispositivos destinados a la realización de experimentos científicos en tiempo real, permitiendo a los estudiantes adquirir los datos, compartirlos y procesarlos, de acuerdo con la actividad de investigación en desarrollo.

Una práctica de laboratorio presentada y soportada en un entorno virtual, debe ser entendida como un proceso de simulación que extrae del medio real la esencia de un fenómeno determinado. Una vez capturado el fundamento de dicho fenómeno, se habrá creado un modelo diseñado para imitar su comportamiento natural. El éxito de un

laboratorio virtual depende directamente de su dinamismo y de la interactividad con los usuarios y, por tal razón, mediante los laboratorios y prácticas presenciales se logra un alto grado de aprehensión de los contenidos teóricos.

El desarrollo, implementación y ejecución de laboratorios virtuales presenta múltiples ventajas frente a las prácticas reales, más aún al tener en cuenta que la gran mayoría de los ensayos realizados en Ingeniería Civil son de tipo destructivo; ya que una vez analizada la muestra, ésta es inservible para la realización de un nuevo ensayo. Bajo un entorno virtual, es posible realizar un ensayo cuantas veces sea necesario, sin incurrir en mayores costos de personal y materiales. De igual forma, el carácter desescolarizado y descentralizado de las prácticas virtuales hace de éstas una opción a considerar como un amplio campo de investigación y una útil herramienta en la educación a distancia.

CUBRIMIENTO POBLACIONAL

Actualmente, de los 238 estudiantes activos en el Programa, 129 residen en Bogotá y 109 en otras poblaciones del País, incluso dos estudiantes se encuentran en el exterior. Esto significa que aproximadamente el 46% de la población estudiantil se vería beneficiada, en el sentido de no tener que desplazarse desde sus ciudades de residencia hasta las instalaciones de la Universidad en Bogotá. Para la mayoría de ellos, cuya situación laboral les impide asistir en forma



presencial a las prácticas, se verán favorecidos con la implementación de los laboratorios virtuales.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Actualmente, el Programa consta de 60 asignaturas de las cuales 13 tienen prácticas de laboratorio (ver Tabla 1). El total de las prácticas por asignatura y semestre es:

SEMESTRE	ASIGNATURA	NO. DE PRÁCTICAS
2	Física – Mecánica	13
2	Química	7
3	Física – Calor y Ondas	14
4	Topografía	7
4	Física – Electricidad y Magnetismo	14
4	Materiales de Ingeniería	13
5	Fotogrametría – Fotointerpretación	4
5	Mecánica de Sólidos	4
5	Mecánica de Suelos	14
6	Hidráulica I	5
7	Hidráulica II	6
8	Ingeniería Ambiental	14
8	Pavimentos	11
No. TOTAL DE PRÁCTICAS		126

Tabla 1. Prácticas de laboratorio del Programa de Ingeniería Civil en la UMNG.



De acuerdo con la tabla anterior, es claro que el componente práctico del Programa es alto y justifica la implementación de nuevas herramientas que permitan desarrollar las actividades fundamentales y complementarias de cada área de la Ingeniería de forma, cada vez, más descentralizada. Cabe anotar que se listaron las asignaturas con prácticas de laboratorio que se realizan en la sede central de la Universidad y que en otras asignaturas se realizan prácticas de campo y/o salidas a terreno, que pueden ser realizadas en cualquier parte del país.

INFRAESTRUCTURA ACTUAL

La UMNG, actualmente, cuenta con toda la infraestructura física para la realización de las prácticas de forma presencial, dentro de ésta se destacan:

- Laboratorios de Física.
- Laboratorio de Química.
- Gabinete de Topografía.
- Sala de Fotogrametría.
- Laboratorio de Concretos y Agregados.
- Laboratorio de Pavimentos.
- Laboratorio de Resistencia de Materiales.
- Laboratorio de Mecánica de Suelos.
- Laboratorio de Calidad de Aguas.
- Laboratorio de Hidráulica.

En el montaje de laboratorios remotos es soporte fundamental la adaptación de los laboratorios existentes para la entrada de los estudiantes desde el acceso remoto. En

el caso de los laboratorios virtuales el punto de partida para la creación de los programas de simulación, son los datos obtenidos de las prácticas reales, que en este caso se realizan a diario en las instalaciones de la Universidad y que son efectuadas por los estudiantes presenciales.

CONCLUSIONES

El desarrollo de este producto representa un software de propiedad de la Universidad, por medio del cual se busca aportar una herramienta de experimentación y previsión en el campo del concreto, así como también innovar y mejorar la calidad de la educación a distancia en la Universidad.

El estudio de los resultados obtenidos por el uso del laboratorio virtual en la educación a distancia, permitirá adquirir mayor conocimiento sobre el impacto de su empleo en la satisfacción educacional de los estudiantes, generando conocimiento en cuanto a la metodología más eficiente a implementar para este tipo de laboratorios en la enseñanza a distancia. Los futuros beneficios que traerán estas herramientas educacionales a los diferentes programas de la Universidad, tanto a distancia como presenciales, se verán reflejados en el incremento de la calidad de los mismos.

Es de esperar que los proyectos, de este tipo, beneficien tanto a los estudiantes de la Universidad como a la misma Institución, debido a que contribuirá al descenso del índice de deserción.



El laboratorio virtual contribuirá a la investigación del comportamiento de muestras de diferentes tipos de concreto, sometidas a determinadas condiciones de presión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Candelas F.A., Torres, F., Gil, P., Ortiz, F., Puente, S., Pomares, J. (2004). Laboratorio virtual remoto para robótica y evaluación de su impacto en la docencia. Revista Iberoamericana de automática e informática industrial, Vol. 1, Num. 2.

[2] Casallas, R., Chacón, R., Posso, F. (2005). Desarrollo básico de un Laboratorio Virtual de Control de Procesos basado en Internet. Acción pedagógica, N° 14, pp. 58-65.

[3] Domínguez, M., Reguera, P., Fuertes, J.J. (2005). Laboratorio remoto para la

enseñanza de la automática en la Universidad de León. (España). Revista Iberoamericana de automática e informática industrial, Vol. 2, Núm. 2, pp. 36-45, ISSN: 1697-7912.

[4] Fandos, M., Jiménez, J.M., Gonzáles, A.P. Estrategias didácticas en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Acción pedagógica, Vol. 11, No. 1, pp. 28-39.

[5] Tzafestas, C.S., Palaiologou, N., Alifragis, M. (2006). Virtual and Remote Robotic Laboratory: Comparative Experimental Evaluation. IEEE Transactions on education, Vol. 49, Núm. 3.

[6] http://eicg.univalle.edu.co/G-7/proyecto_remotos.html.

[7] <http://icampus.mit.edu/projects/ActiveLearningCEE.shtml>.

PERFIL ACADÉMICO DE LOS AUTORES

Carol E. Arévalo Daza. Ingeniera Civil egresada de la Universidad de la Salle y Magíster en Ingeniería Civil – Estructuras de la Universidad de Los Andes. Profesionalmente, se ha desempeñado en el campo del concreto, en el sector privado y en la docencia universitaria. Actualmente, se desempeña como Docente de planta de la UMNG, en el área de Estructuras, Materiales y laboratorios; así como coordinadora de estudiantes en el Programa de Ingeniería Civil del Instituto de Educación a Distancia (INSEDI). Dirección postal: Carrera 11 No. 101-80, Bogotá (Colombia).



Lenin Alexander Bulla Cruz. Ingeniero Civil de la UMNG, Magíster en Ingeniería Civil - Infraestructura Vial de la Universidad de los Andes, Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones de la Universidad Politécnica de Madrid. Estudiante de Especialización en Tránsito, Diseño y Seguridad Vial de la Universidad Nacional de Colombia. Profesionalmente, se ha desempeñado como consultor en Ingeniería de Tránsito y Geotecnia; así como docente de Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concretos. Actualmente, se desempeña como socio - gerente de una empresa privada y docente de cátedra de la UMNG. Dirección postal: Carrera 11 No. 101-80, Bogotá (Colombia).