



DISEÑO DE LABORATORIOS UBICUOS 24/7 PARA APRENDIZAJE DE ROBÓTICA



Rina Familia

Dra. Ing. en Computación
Universidad Autónoma de Santo Domingo
rina.familia@gmail.com

RESUMEN

Una de las características fundamentales del quehacer educativo en las carreras de ingeniería, es el gran número de horas de los laboratorios que se imparten en las mismas, así como el trabajo cooperativo que deben llevar a cabo los estudiantes en dichos laboratorios. Para el caso de universidades altamente masificadas y de escasos recursos como lo son las instituciones universitarias de la República Dominicana, el acceso a los laboratorios es todavía más crítico y penoso.

Por consiguiente, la propuesta de este trabajo va dirigida a la creación de un **Laboratorio Ubicuo** (virtual y de acceso remoto) para la enseñanza/aprendizaje en la asignatura “**Accionamiento Eléctrico**”, que vaya más allá de la simple utilización vía Internet de herramientas para la simulación y emulación de equipos, hasta la posibilidad de activación y monitoreo remoto de dichos equipos y de la estructura física donde estén alojados, y su uso de manera compartida y colaborativa entre los estudiantes.



INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) es una institución académica que ronda las doscientas mil personas, compuesta por profesores, estudiantes y empleados, lo que la convierte en la academia de educación superior de mayor impacto en la sociedad dominicana. De esa cantidad, solamente los estudiantes sobrepasan los 170 mil, los profesores son unos 2,800 y más de 2,300 empleados, datos que la convierten en la institución de educación superior más importante y masificada de la República Dominicana.

La cantidad de estudiantes se divide en 98,000 en la Sede y 72,000 en los trece centros regionales dispersos en toda la geografía nacional. Existen carreras que se imparten tanto en la Sede como en los Centros Regionales, pero hay algunas que sólo se imparten en la Sede Principal. Los programadores docentes siempre han tratado de que las asignaturas de las carreras sean impartidas por profesores locales, pero hay asignaturas que por su naturaleza práctica y dado que sólo existen los laboratorios en la Sede, los estudiantes de los centros regionales que las cursan, se ven obligados a viajar a la Capital (Santo Domingo) para tomarlas; hay otras en donde los profesores de la sede se ven obligados a viajar a los centros regionales, incurriendo la institución en gastos de dietas y viáticos.

Otra problemática de la institución es la necesidad de reducir la tasa de retiro de asignaturas y la disminución de la tasa de deserción,. Otros indicadores académicos como la baja tasa de egreso, la necesidad de incrementar la tasa de aprobación de un 77% a un 85%, y las limitaciones presupuestarias para la creación de aulas y laboratorios, pues se espera a corto plazo reducir la tasa de estudiantes por sección de 60 a 30 estudiantes, han llevado a los planificadores universitarios a proponer una política de descentralización y de construcción de nuevas aulas en la sede y en los centros regionales, que aunque representa una significativa mejora de la infraestructura física, dista de satisfacer la vertiginosa demanda que la sociedad reclama. Probablemente la inversión en sistemas computacionales, cuyos computadores tienen acceso a Internet haya sido la más significativa entre las inversiones de la universidad, pues la misma impulsa una mejora en la calidad de la docencia basadas en el empleo de tecnologías de información y comunicación para la enseñanza/aprendizaje en la academia de educación superior; aunque todavía las



reformas estatutarias no contemplen la modalidad de educación a distancia, como una opción válida en la academia.

En el caso particular de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, en la cual la autora se desempeña como profesora, una de las características fundamentales del quehacer docente en las carreras de ingeniería adscritas a la misma, sobre todo en las ingenierías Mecánica, Eléctrica y Electrónica, es el gran número de horas de los laboratorios que se imparten en estas disciplinas, así como el trabajo cooperativo que deben llevar a cabo los estudiantes en dichos laboratorios. Y peor aún, en el caso de una universidad altamente masificada y de recursos limitados como lo es la UASD, el acceso a los laboratorios es todavía más difícil y traumático, tanto por la obsolescencia tecnológica de los mismos, como por la cantidad de estudiantes por secciones que deben acceder en un momento dado a sus instalaciones.

El caso más crítico es el de la asignatura “**ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO**”, en la cual se debe introducir a los estudiantes al manejo de tecnologías altamente sofisticadas como la Robótica y la Mecatrónica, integradas a sofisticados sistemas de automatización industrial, lo cual enfrenta a los profesores, a las autoridades departamentales y a los planificadores universitarios con las limitantes anteriormente descritas.

De ahí que la propuesta de este trabajo va dirigida a justificar la creación de entornos virtuales y de acceso remoto para la enseñanza/aprendizaje para la asignatura Accionamiento Eléctrico, que vayan más allá de la simple utilización vía Internet de herramientas para la simulación y emulación de equipos, hasta la posibilidad de activación y monitoreo remoto de dichos equipos y de la estructura física donde estén alojados (laboratorios), y su uso de manera compartida y colaborativa entre los estudiantes, e incluso entre universidades.

Si lográramos lo propuesto anteriormente, se haría factible una disminución sustancial de la cantidad de estudiantes por laboratorio, se haría posible el acceso a tecnologías de punta, así como un alivio de la carga económica, tanto para la UASD como para los costos de transporte de los estudiantes y otras facilidades de optimización de tiempo.



EL PROBLEMA

CONTEXTO

La asignatura que hemos seleccionado para los fines de este análisis, **“Accionamiento Eléctrico”**, se imparte a los estudiantes de décimo semestre de la Carrera de Ingeniería Electromecánica Mención Eléctrica, teniendo como meta el desarrollo de habilidades que involucren la aplicación e integración de elementos mecánicos, eléctricos-electrónicos y fluidos, unidos todos ellos con los autómatas programables para operar y controlar diferentes tipos de sistemas industriales de forma autónoma.

El grado de dificultad de la carrera y las habilidades a desarrollar en la asignatura, inducen a que las actividades que se les propongan a los alumnos (en su mayoría entre 20 y 24 años) estén dirigidas a desarrollar su capacidad de investigación, análisis y síntesis para la resolución de problemas industriales que involucren la conversión de sistemas y procesos mecanizados a automatizados. Cada sección de clases tiene un promedio de 50 estudiantes, lo cual se debe a que se imparte en una sección única donde se concentran los estudiantes, que representan una cantidad muy pequeña (apenas un 10%) de los que inician la carrera.

Hasta la fecha, dicha asignatura sólo se imparte a nivel teórico con un tiempo de desarrollo de tres horas semanales durante un semestre (constituido por 16 semanas). No hay parte práctica por la inexistencia de laboratorios y la imposibilidad de adecuar los pocos laboratorios que existen (de Electrónica Analógica y Digital, Circuitos y Comunicaciones) para que den cabida también a esta materia. Además, los laboratorios existentes fueron diseñados y configurados en un período histórico (1997) donde todavía no se contemplaba ofrecer en la carrera este tipo de cursos dirigidos a la Automatización Industrial.

Las condiciones en que se imparte esta asignatura son poco apropiadas, pues en un aula donde apenas caben 20 estudiantes se introducen 50, sin recursos audiovisuales, computador, proyector, conexión a Internet. Apenas una pizarra y dadas las limitaciones físicas, sin la posibilidad de agrupar a los estudiantes para que en dicha aula realicen



trabajo cooperativo y colaborativo. De ahí que la metodología de enseñanza sólo se basa en la disertación de la profesora, ejercicios para la casa e investigación documental.

En cuanto al pensum de la carrera, éste no ha sido reformulado y adecuado a las nuevas condiciones y demandas tecnológicas de la sociedad. Sólo se ha revisado el programa de la asignatura en dos ocasiones, la primera en 1999 y la segunda en el 2005, sin cambios sustanciales ni la incorporación de nuevos avances y metodologías de Enseñanza/Aprendizaje.

JUSTIFICACIÓN

Si hemos de ser honestos, la asignatura Accionamiento Eléctrico debería ser eminentemente práctica, dado que es una asignatura de especialización, y una de las últimas que cursan los estudiantes ante de su inminente graduación y paso al mundo laboral.

El programa de una asignatura como ésta debería combinar aspectos teóricos y prácticos de tal modo que los estudiantes adquieran el conocimiento y las habilidades requeridas a través del acceso a laboratorios equipados con Robots, Máquinas de Control Numérico (MCN), Controladores Lógicos Programables (PLC), sensores, todos estos elementos integrados en redes soportadas por protocolos de comunicación apropiados.

La necesidad de experimentar y resolver problemas reales conllevaría a la ejecución de actividades en los laboratorios, que si pudieran hacerse a través de software de simulación, permitirían a los alumnos manejar procedimientos avanzados y tecnologías de punta; además, la posibilidad de practicar en los laboratorios remotamente, le daría acceso a los estudiantes a instalaciones en otras localidades nacionales e internacionales, que se encuentren preparadas para ello.

Tales ideas nos llevan a sostener que el 85% del programa de estudios de “Accionamiento Eléctrico” debería estar orientado, tanto a experimentar en los laboratorios, como a la realización de visitas personalizadas a plantas industriales, a la observación de sistemas en funcionamiento, a la conversión de sistemas mecanizados a automatizados y al diseño e implantación de sistemas; así como al estudio de casos, a exposiciones de



especialistas que le transmitan experiencia a los estudiantes y a la formación de grupos de trabajo para la reflexión y discusión.

DEFINICIÓN

Las metas planteadas en el párrafo anterior podrían lograrse si estas diferentes actividades se integran en un sistema unificado, a través del concepto de **Laboratorio Ubicuo (Virtual y de Acceso Remoto)**, el cual permita a los estudiantes que desde el salón de clases, la oficina o desde su hogar, con una computadora personal con conexión a Internet, puedan acceder a un ambiente completo de aprendizaje con instructores, materiales del curso, y lo más importante, que puedan practicar el manejo de sofisticados equipos a distancia, interactuando con el instructor y con otros estudiantes.

Dicho laboratorio permitiría entre otros aspectos:

- La realización de Aprendizaje sincrónico y asincrónico
- Manejar herramientas colaborativas para realizar tareas en conjunto.
- Impartir múltiples lecciones concurrentes para la transmisión a diferentes grupos.
- Escalabilidad para el acceso a estudiantes dispersos geográficamente.

Los laboratorios remotos accesibles a través de Internet, junto con equipos controlados por computador, ya han demostrado su viabilidad en proyectos como RETWINE (REmoTe Worldwide INstrumEnt)¹ y Lab-on-Web². Por lo que el **Laboratorio Ubicuo (Virtual y de Acceso Remoto)** que proponemos como complemento a las clases presenciales y virtuales para la enseñanza/aprendizaje de la asignatura **Accionamiento Eléctrico**, es materializable. En dicho laboratorio, el estudiante dispondrá de un conjunto de prácticas que incluyan la activación y uso de dispositivos reales y simulados y un conjunto de actividades colaborativas, a todo lo cual podrá acceder a través de un navegador Web.

¹ Gómez, F. J., Cervera M., Martínez J., "A World Wide Web Based Architecture for the Implementation of a Virtual Laboratory". Proceedings of the 26th Euromicro Workshop On Multimedia and Telecommunications., Vol II, Netherland, Sept. 2006, pp. 56-62.

² Fjeldly, T. A., Shur, M.: S., "Electronics Laboratory Experiments Accesible via Internet", LAB-on-the-WEB, Running Real Electronics Experiments vía the Internet, John Wiley & Sons eds., New York (2003).



Lo anterior permitirá que en el terreno docente, se proporcione a los estudiantes de dicha asignatura, todo un entorno virtual que permita también la utilización de equipos reales (ver Figura 1) que el mejor de los casos, sólo se podría hacer a través de simulaciones.

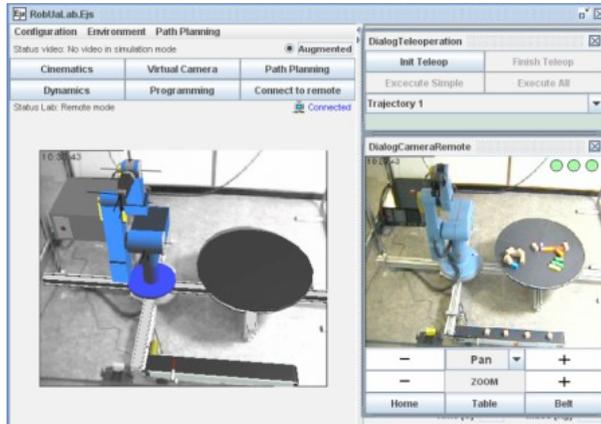


Figura 1: Forma Virtual y Forma en Acceso Remoto de Laboratorios Ubicuos

De ahí que el Proyecto del Laboratorio Ubicuo (Virtual y de Acceso Remoto) para la Asignatura Accionamiento Eléctrico, girará entorno al desarrollo de una aplicación web a través de la cual se ofrecerán sesiones remotas a los equipos de laboratorio. Cada alumno podrá acceder a la aplicación con un límite máximo de sesiones durante cada día y cada vez que se termine la sesión se grabará y borrará toda la actividad realizada para que el equipo esté siempre disponible y en las mismas condiciones para los alumnos que se conecten a continuación, según ilustran las figuras 2, 3 y 4.



Figura 2: Forma de Acceso al Laboratorio Ubicuo

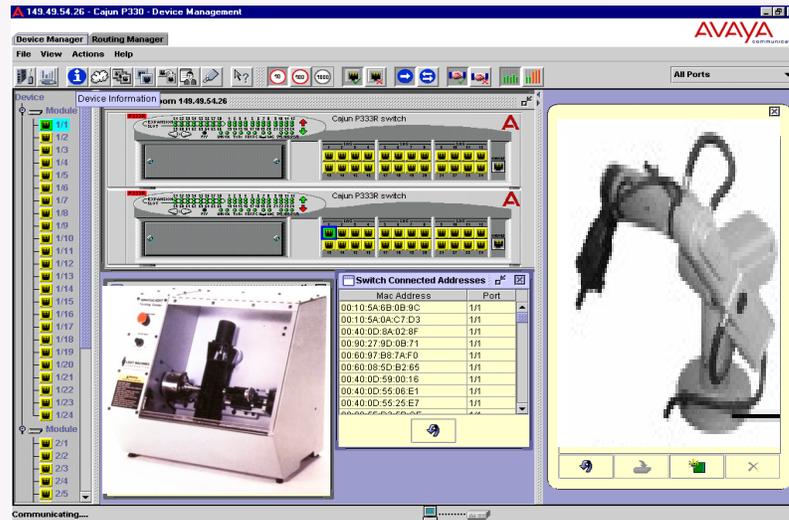


Figura 3: Trabajo Virtual en el Laboratorio



Figura 4: Infraestructura Física para Acceso Remoto

En tal sentido, el objetivo principal será proporcionar un entorno donde los alumnos puedan realizar prácticas basadas en computadoras personales o dispositivos móviles, con independencia para el usuario de:



- La ubicación. Se podrá acceder desde casa, desde sus lugares de trabajo, laboratorio físico, la biblioteca, entre otros.
- Hora y día. Estará disponible continuamente, todos los días y a cualquier hora.
- El tipo de conexión: red cableada, ADSL, cable-modem, red inalámbrica, etc.

PROPUESTA PEDAGÓGICA

La intencionalidad de este proyecto está orientada tanto al desarrollo de un Proyecto Educativo Colaborativo (PEC) concreto, como a la obtención de conclusiones teóricas y soluciones tecnológicas de alto nivel de transferencia.

De ahí que los ejes metodológicos que caracterizan el proyecto del Laboratorio Ubicuo y que definen su marco de referencia incluyan:

Aprendizaje colaborativo: Entendido como el conjunto de estrategias didácticas que, en el marco de las teorías socio-constructivistas, se sostiene fuertemente en la interacción entre los integrantes de un grupo y la organización de la influencia recíproca en función de lograr aprendizajes colectivos e individuales.

Abordaje por proyecto: Organizando las propuestas didácticas en torno a la construcción de un producto concreto, con articulación de los contenidos para la resolución de un determinado problema y estructuración del diseño de actividades.

Construcción colectiva: Concreción de alternativas de producción grupal como instancias de socialización y discusión en las que se pone en juego y reconstruye estructuras cognitivas previas.

La decisión de estructurar la propuesta del laboratorio no es sólo una estrategia didáctica sino también una opción de política educativa y que se constituye a su vez en contenido. El trabajo colaborativo es una forma que adoptan las organizaciones y en la instancia del laboratorio ubicuo que proponemos persigue desarrollar habilidades, actitudes y conocimientos que siendo necesarios para desenvolverse en los ambientes de la industria



moderna, quedan incorporados como herramienta de trabajo para cada estudiante. Con ello también se persigue que en dicho laboratorio se lleve a cabo una evaluación permanente en base al registro de los trabajos a desarrollar colaborativa y cooperativamente.

OBJETIVOS

Entre los objetivos a cumplir con esta propuesta se encuentran los siguientes:

GENERAL

- ❑ Diseñar e implantar un Laboratorio Ubicuo para el aprendizaje cooperativo y colaborativo en la asignatura “Accionamiento Eléctrico” que permita a los estudiantes acceder virtual y remotamente a los equipos que integren al mismo.

ESPECIFICOS

- ❑ Demostrar la necesidad de complementar el trabajo en los laboratorios presenciales, con los de acceso remoto, virtuales y ubicuos.
- ❑ Comparar el comportamiento en la realización de tareas de los estudiantes en los laboratorios presenciales y ubicuos
- ❑ Extraer los principales indicadores de desempeño del trabajo de los estudiantes en laboratorios de enseñanza/aprendizaje de cursos de alta tecnología.
- ❑ Determinar las características mas relevantes del aprendizaje colaborativo en Accionamiento Eléctrico de modo virtual.
- ❑ Demostrar la factibilidad del uso de tecnologías virtuales y de acceso remoto para garantizar el acceso a tecnologías de punta en universidades de países en desarrollo.
- ❑ Relacionar aspectos de la manufactura virtual y de la Teleanufactura (manufactura de acceso remoto) con el aprendizaje colaborativo y virtual de la asignatura.



RESULTADOS ESPERADOS

Como se ha venido sosteniendo, las nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza/aprendizaje pueden optimizar sus resultados y proporcionar una nueva perspectiva tanto en la implementación de nuevas prácticas experimentales de manera ubicua como en la realización de trabajo práctico por parte de los estudiantes en un entorno de aprendizaje también ubicuo.

Si hemos de basarnos en las proyecciones por Centro Regional de la Universidad de los estudiantes a iniciar las carreras de Ingenierías en este año, se hace evidente la necesidad de distribuir recursos, pero a la vez, facilitar el acceso a las prácticas de laboratorio a los estudiantes.

Por lo tanto el resultado más relevante de este proyecto es que los estudiantes puedan tener acceso a través de Internet, a las prácticas de laboratorio y realizarlas desde cualquier sitio, en el campus o fuera de él, a cualquier hora y empleando cualquier dispositivo de computación y/o comunicación: Computador Personal, Teléfono Móvil o PDA (Personal Digital Assistant).

Por otra parte, nada impedirá que los experimentos accesibles en remoto estén distribuidos físicamente entre la sede y los trece (13) centros regionales de la universidad, de tal modo que se aunen los esfuerzos económicos derivados de la compra de material, al compartir el uso de los equipos redundando en un aprovechamiento mucho más eficiente de los recursos disponibles.

Se verá que un laboratorio como el que se propone en este trabajo resultará imprescindible a corto plazo en la carrera, dada la dispersión de la matrícula y los problemas con la administración del espacio físico.



ASPECTOS OPERATIVOS:

TECNOLOGÍAS

Para la materialización de este proyecto se precisará que los alumnos puedan acceder a los equipos del laboratorio desde una página Web y en ella, mediante una aplicación desarrollada en Java y ejecutable desde el Navegador, se pueda acceder a la Interfaz Gráfica o al Instrumento Virtual. Desde esa página el alumno podrá realizar los experimentos y controlar los equipos, pulsando directamente sobre los botones que aparezcan en el gráfico que represente el panel frontal del equipo, como si estuviera operando con el equipo real.

Además, se deberán desarrollar interfaces para los estudiantes de forma que permita a éstos recibir los datos en un formato adecuado, tales como gráficas o tablas. Los datos resultantes podrán guardarse localmente en el computador personal para una posterior manipulación. El ajuste de los datos y la extracción de los parámetros podrán ser realizados por el estudiante usando sus herramientas favoritas.

En cuanto a seguridad, el sistema proporcionará sesiones encriptadas mediante SSL, exactamente la misma que el resto de servicios del portal de la universidad (Espacio en disco, Matriculación a turnos de prácticas, etc.).

En general, los únicos medios requeridos por el estudiante para trabajar con el sistema serán un computador personal conectado a Internet, un navegador web, el software de la máquina virtual de Java, y el software de VRML.

Con respecto al equipamiento (robots, PLC, MCN, sensores) que deberá estar presente en el laboratorio real para las prácticas que involucran acceso remoto, podrían representar una inversión significativa, recuperable a corto plazo. El resto son equipos que ya han sido adquiridos por la universidad.

Entre los equipos que tiene la universidad y que deberán especializarse para el Laboratorio Ubicuo se encuentran tres: el **Servidor de dispositivos**, el **Servidor Web** y el **Servidor de Video**. El primero gestionará los comandos enviados a los equipos y obtendrá



la información sobre su estado actual para permitir una realimentación gráfica en línea (on-line) a los estudiantes. Este servidor también se encargará de validar los comandos enviados a los equipos con una simulación previa a la ejecución, lo que evitará posible daños a los equipos y su entorno. El Servidor Web ofrecerá los servicios de acceso desde Internet al Laboratorio Virtual y controlará el acceso de los usuarios. Además, estará el Servidor de Video que dará la opción de una realimentación de la tele-operación basada en un flujo de vídeo comprimido.

MATERIALES DIDÁCTICOS

La envergadura de este proyecto deja entrever que a las actividades que dará soporte el Laboratorio Ubicuo sostienen la forma de aprendizaje de las nuevas generaciones, que resaltan la importancia del aprender "haciendo". Lo anterior nos lleva a la necesidad de lograr un balance entre contenidos de consumo y contenidos generados por las actividades de los estudiantes. Con los primeros, me refiero a los materiales que, como docentes, producimos o seleccionamos como lecturas obligatorias, sea por proveer el material completo o por redactarlo nosotros *ad hoc* para el curso. Dichos materiales suelen presentarse como unidades didácticas del curso, como INSUMO DIRECTO, y por ello los denomino "materiales de consumo"

Estos materiales son de muy difícil actualización (nadie puede estar creando una guía didáctica nueva en cada edición de un curso o asignatura, entre otras cosas por cuestiones de tiempo y presupuesto). Es por ello que estos materiales es conveniente que cubran los marcos referenciales y los conceptos básicos (que en general no cambian tan rápidamente).

Por contenidos generados por las actividades, me refiero a los materiales o contenidos que se generan durante una actividad didáctica. Pueden ser los que se encuentren en una búsqueda bibliográfica, los que se generen en una investigación en Internet, un webquest, una monografía o un trabajo colaborativo en el que haya que producir un documento o informe. Estos contenidos, son generados cada vez por el grupo de estudiantes, y, por tanto, recogen la "última versión" del estado del arte; son naturalmente actualizados y permiten explotar la característica más importante de las nuevas generaciones... *"aprender haciendo"*.



Ahora bien, un curso que tenga TODOS contenidos de consumo, es inconveniente porque no explota la capacidad de aprender a aprender, es imposible que esté completamente actualizado y difícilmente desarrolle las habilidades de investigación, selección, valoración y creación de contenidos por parte de los estudiantes. En el otro extremo, un curso en el que *todo el contenido deba generarlo el aprendiente*, es percibido como un curso pobre, vacío de contenido y apenas una "guía de actividades", por una parte, y por otra, no asegura un enfoque o marco referencial SÓLIDO y común para el grupo de estudiantes.

Ambos extremos son inconvenientes y el producir un sabio balance entre los contenidos de consumo y los generados por los estudiantes en las actividades, es una habilidad que toma tiempo desarrollar al diseñador instruccional, por lo que esto será un elemento de primer orden a tomar en cuenta en la implementación del Laboratorio Ubicuo, y la elección de las actividades que se asociarán con cada uno de los objetivos del diseño instruccional del curso de Accionamiento Eléctrico.

TUTORÍA

En este apartado se hace importante resaltar que algunos aspectos del laboratorio ubicuo proporcionarán un laboratorio de acceso libre **sin tutor** a través de Internet por lo que se podrá utilizar desde cualquier parte con conexión a la red y a cualquier hora.

Pero por otra parte, la integración de los laboratorios ubicuos dentro del entorno ubicuo de aprendizaje permitirá escenarios en los que cada estudiante deberá resolver ciertas tareas en colaboración con otros, integrando las soluciones parciales que hayan elaborado en otro momento, colaborando en dicha integración y aprovechando en cualquier caso las características del entorno ubicuo para acceder a los recursos de los laboratorios con cualquier dispositivo, en cualquier momento y cualquier lugar.

Es importante resaltar el aspecto en contra que representa el que los latinoamericanos, salvo escasas excepciones, no hemos sido formados para trabajar de manera colaborativa, sumado a nuestra natural "informalidad" en las relaciones, lo cual resulta una tendencia hacia "*priorizar las responsabilidades individuales antes que los compromisos grupales*". Quienes han tenido la oportunidad de compartir experiencias



educativas con sajones (norteamericanos, ingleses, entre otros), han visto con sorpresa que éstos ven *“el compromiso con el grupo como una deuda de honor con el que cumplen antes que cualquier otro compromiso particular”*.

Como solemos dejar las responsabilidades respecto al grupo para más tarde, se complica mucho la actividad colaborativa. De ahí que en el proyecto de laboratorio ubicuo, el papel fundamental de la tutoría estará dirigido a la motivación que brindarán a los estudiantes, a su función de orientarlos e integrarlos al trabajo grupal; así como ayudarle a resolver y/o canalizar sus dudas y problemas. El tutor también jugará un papel fundamental en el proceso de realimentación académica y pedagógica, sobre todo al evaluar los aprendizajes desarrollados por los estudiantes en su integración al grupo.

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA

El control de los experimentos del laboratorio y el material del curso será gestionado por los servidores locales de la universidad. Las actividades se corresponderán con experimentos del laboratorio, simulaciones de procesos, contenidos del curso, etc. Además, deberá existir un Servidor Central, o Servidor Principal, cuyo objetivo será proporcionar información acerca de los experimentos disponibles y verificar las condiciones para dar acceso a los estudiantes a las actividades de los servidores locales de la facultad. El servidor principal centralizará la gestión de los usuarios, la lista de actividades, el calendario de las actividades que puedan realizar los estudiantes y el proceso de añadir o eliminar actividades.

Habrán tres servicios que estarán disponibles en el servidor principal, diferenciados del servicio Web: el servicio de directorio, el servicio de administración de usuarios y el servicio de reservaciones. Además de la estructura distribuida que permitirá que los servicios puedan implementarse en diferentes computadores, existirá un flujo de comunicación con el usuario y los servidores de otros centros regionales de la universidad.

La función de cada servicio será la siguiente:

- El servicio de administración de usuario mantendrá información acerca de los estudiantes y docentes. Además permitirá la creación o eliminación de cuentas, la modificación por parte de un usuario de sus datos o de su perfil.



- El servicio de directorio almacenará información relacionada con el contenido educativo que puede ser accedido por los usuarios registrados. También ofrecerá una lista de las actividades que pueden en un momento dado ser realizadas. Toda esta información se mostrará en una página web accesible a través del servidor web.
- El servicio de reservaciones, el cual mantendrá la información acerca de la disponibilidad de cada una de las actividades proporcionadas por el laboratorio. Así, cuando un usuario desee ejecutar una actividad, deberá previamente realizar una reservación de un período de tiempo, de modo que se asegure acceso exclusivo al equipo a accesarse remotamente durante ese tiempo.

CONCLUSIONES

Ante el mayor número de estudiantes que solicita semestralmente matricularse en la UASD, se genera una creciente demanda de aulas para impartir las nuevas secciones por asignaturas, con limitaciones de presupuestos que limitan las nuevas contrataciones de docentes, en espacios físicos cada día más limitados, con un número de estudiantes por sección que excede las normas mínimas para un aprendizaje presencial, se pronostican deficiencias cada día mayores de aulas y laboratorios en la Universidad Autónoma de Santo Domingo. De ahí que ante la imposibilidad de la creación de nuevas áreas físicas, la contratación de docentes y ante la demanda de la sociedad, el espacio virtual, probablemente sea la solución más adecuada para una universidad altamente masificada como la UASD.

Los laboratorios experimentales resultan imprescindibles en el proceso de aprendizaje de la mayor parte de las disciplinas impartidas en las titulaciones de Ingeniería; tradicionalmente esta enseñanza de tipo práctico se desarrolla en laboratorios presenciales. Sin embargo, las nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza pueden optimizar su funcionamiento y proporcionar una nueva perspectiva tanto en la implementación de nuevas prácticas experimentales de manera ubicua como en la realización de trabajo práctico por parte de los estudiantes en un entorno de aprendizaje también ubicuo.



De ahí que la idea central de este trabajo estuvo encaminada a proponer la creación de un Laboratorio Ubicuo (Virtual y de Acceso Remoto) para la asignatura de Accionamiento Eléctrico del décimo semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica, donde adquiere una importancia de primer orden el acceso a tecnologías de punta en el área de automatización, que las limitaciones presupuestarias de una institución como la UASD no pueden garantizar.

Con todo ello no se pretende la sustitución de las prácticas en laboratorios presenciales, si así se crean en el futuro para la asignatura ya que ahora no existen; sino que se propone el laboratorio ubicuo como un complemento a dichos laboratorios, aportando nuevos experimentos y resolviendo problemas de infraestructura que puedan aparecer en las prácticas in situ, como la congestión de los espacios físicos dedicados a ello o la confección de horarios para el reparto en grupos de los estudiantes.

Para el caso específico de la carrera de Ingeniería Eléctrica, el uso de un **Laboratorio Ubicuo** para la asignatura “Accionamiento Eléctrico” se presenta en el horizonte, como la vía más económica para el desarrollo del aprendizaje, constituyéndose en el cambio que presenta una alternativa diferente a la de ampliar aulas y laboratorios para un mayor número de estudiantes y es una visión más acorde con el desarrollo de la Sociedad de la Información y el Conocimiento.

Así, si en el futuro inmediato se plantea la posibilidad de que el Teletrabajo, la Manufactura Virtual y las labores de mantenimiento remoto (activación/desactivación y monitoreo) de equipos y estructuras, se van a constituir en aspectos rutinarios del ejercicio profesional de los ingenieros eléctricos, las instituciones académicas deben planificar la preparación de sus estudiantes para ese escenario factible a corto y mediano plazo, y que mejor que este Laboratorio Ubicuo para lograr tal fin.



REFERENCIAS

- 1.- Marc J. Rosenberg. "E-Learning: Estrategias para transmitir conocimientos en la era digital". ISBN 958-41-0209-5. McGraw-Hill Interamericana, S.A. (Colombia), 2002.
- 2.- Education (m-ICTE 2003). **Advances in Technology-based Education: Towards a Knowledge-based Society**. ISBN 84-96212-12-2, vol. 3, pp. 1827-1831. Badajoz (España), diciembre 2003.
- 3.- F. Martínez Sánchez, I. M. Solano Fernández. **"El proceso comunicativo en situaciones virtuales"**. Redes de Comunicación en la enseñanza. Las nuevas perspectivas del trabajo cooperativo. Ediciones Paidós Ibérica, S.A. (2003). España. Págs. 15-29.
- 4.- F. A. Candelas, F. Torres, P. Gil, F. G. Ortiz, S. Puente, J. Pomares. **"Evaluación del impacto de los laboratorios virtuales con acceso remoto en el aprendizaje de las prácticas de estudios de ingeniería"**. Proceedings de las XXIV Jornadas de Automática de CEA. ISBN 84-931846-7-5. León, septiembre 2003.
- 5.- S. T. Puente, F. Torres, J. Pomares, F. Ortiz, P. Gil, F. A. Candelas. **"Laboratorio de Simulación y Ejecución Remota para Docencia en Robótica"**. Proceedings del Simposio de Ingeniería Eléctrica, 2001. ISBN 959-250-024-X, Santa Clara (Cuba), mayo 2001.
- 6.- F. Torres, F. Ortiz, F. Candelas, P. Gil, J. Pomares, S. Puente. **"El laboratorio virtual como herramienta en el proceso enseñanza-aprendizaje"**. II Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Investigar Colaborativamente en Docencia Universitaria. ISBN 84-86980-06-2, Alicante (España), febrero 2004.
- 7.- F. Torres, S. T. Puente, J. Pomares, F. A. Candelas, F. G. Ortiz. **"Robolab: Laboratorio virtual de robótica básica a través de Internet"**. Proceedings de las Segundas Jornadas de Trabajo sobre Enseñanza Vía Internet/Web de la Ingeniería de Sistemas y Automática (EIWISA'01). Madrid, abril 2001.
- 8.- A. Inomata, M. Kishi, H. Murakoshi, S. Tojo y K. Ochimizu. **"Evaluation Method of Web-based Learning System"**. Proceedings de ITHET2004, Tokio, Japón, 2004.