

Diseño e implementación del Macrolaboratorio de Formación Conjunta para la enseñanza de control automático. Universidad Nacional de Loja, Ecuador

Design and implementation of the Joint Training Macrolaboratory, for the teaching of automatic control. National University of Loja, Ecuador

Desenho e implementação do Macrolaboratório de Treinamento Conjunto para o ensino de controle automático. Universidade Nacional de Loja, Ecuador

José Leonardo Benavides Maldonado
jose.benavides@unl.edu.ec

Jhon Calderón Sanmartín
jhon.calderon@unl.edu.ec

Vilma Estefanía Salinas Nalvay
stefysn@hotmail.com

Universidad Nacional de Loja, Ecuador

Artículo recibido en mayo de 2018 y publicado en mayo 2019

RESUMEN

Se refieren resultados de una investigación experimental-aplicada en el desarrollo del laboratorio virtual y/o remoto: “Macrolaboratorio de Formación Conjunta”, en la Universidad Nacional de Loja- Ecuador- para vincular a los estudiantes con los de otras universidades de Colombia, Chile y Cuba, con la finalidad de estimar experiencias sobre la temática en la red aprovechando la herramienta y diseñando ambientes educativos de la plataforma de educación virtual o remota Moodle; la estrategia didáctica permite seleccionar y ejecutar prácticas en la enseñanza de la automatización de procesos mineros y petroleros. La observación fue la técnica para evaluar el uso del laboratorio en estudiantes de ingeniería electromecánica y otras carreras. Los resultados señalan un aumento del 50 % en el uso de la misma en las evaluaciones escritas y de 58 % en las prácticas.

Palabras clave: Control automático; educación virtual; Moodle; macrolaboratorio; ambientes educativos; estrategias educativas

ABSTRACT

The results of an experimental-applied research in the development of the virtual and / or remote laboratory are related: "Macrolaboratorio of Joint Training", in the National University of Loja- Ecuador- to link the students with those of other universities of Colombia, Chile and Cuba, in order to take advantage of experiences on the subject in the network, taking advantage of the tool and designing educational environments of the Moodle virtual or remote education platform; The didactic strategy allows to select and execute practices in the teaching of the automation of mining and oil processes. The observation was the technique to evaluate the use of the laboratory in students of electromechanical engineering and other careers. The results indicate a 50% increase in the use of the same in the written evaluations and 58% in the practices.

Key words: Automatic control; virtual education; Moodle; macrolaboratory; educational environments; educational strategies

RESUMO

Os resultados de uma pesquisa aplicada experimentalmente no desenvolvimento do laboratório virtual e / ou remoto estão relacionados: "Macrolaboratorio de Treinamento Conjunto", na Universidade Nacional de Loja-Ecuador - para vincular os alunos aos de outras universidades da Colômbia, Chile e Cuba, a fim de aproveitar as experiências sobre o assunto na rede, aproveitando a ferramenta e projetando ambientes educacionais da plataforma de educação virtual ou remota do Moodle; A estratégia didática permite selecionar e executar práticas no ensino da automação de processos de mineração e petróleo. A observação foi a técnica para avaliar o uso do laboratório em estudantes de engenharia eletromecânica e outras carreiras. Os resultados indicam um aumento de 50% no uso do mesmo nas avaliações escritas e 58% nas práticas.

Palavras chave: Controle automático; educação virtual; Moodle; macrolaboratório; ambientes educativos; estratégias educativas

INTRODUCCIÓN

El laboratorio virtual y/o remoto: "Macrolaboratorio de Formación Conjunta" ha sido empleado en la Universidad Nacional de Loja del Ecuador para la enseñanza del control automático; en el mismo se presentan varias aplicaciones de laboratorios virtuales y remotos enfocados al ámbito pedagógico y didáctico utilizados en muchas

universidades como estrategias alternativas al proceso de enseñanza tradicional. La investigación realizada permite señalar ventajas y desventajas para los estudiantes y docentes que deseen acceder a este sistema considerando los resultados encontrados.

La Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja del Ecuador cuenta con una infraestructura adecuada y la dotación de los equipos necesarios para capacitar y garantizar a sus estudiantes en la realización de actividades de investigación, docencia y extensión en el área de las ciencias y la tecnología; de esta manera forma profesionales con una alta calidad científica, dentro de las cuales se encuentra la trituración de cobre, a través de la molienda y el caso de la destilación, absorción, evaporación, etc., donde se analizan los fenómenos de transferencia de masa y energía que fundamentan este proceso.

En este contexto, el Laboratorio de Formación Conjunta plantea la consecución de la infraestructura física y la dotación de equipos para permitir a los estudiantes emprender en el ámbito científico y formarse como profesionales que puedan desarrollarse en diferentes sectores de la industria, la investigación y la docencia, ya que según señalan Benavides y Alvarado (2017) la ausencia de experiencias prácticas no permite a los estudiantes consolidar los fundamentos teóricos y por tanto no tendrían la pericia suficiente para manejar adecuadamente los equipos involucrados en estos procesos en su vida laboral.

En estos entornos de aprendizaje, no sólo cambia el tiempo y la enseñanza tradicional, sino también el método y las herramientas tecnológicas, porque el enfoque por competencias exige de los docentes diseñar y poner en práctica situaciones didácticas que faciliten aprendizajes relevantes y útiles para la vida. Una de esas competencias, de acuerdo a García (2012) es la transposición didáctica en un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) que permita lograr un aprendizaje significativo. En el diseño de dichos EVA se deben responder varias preguntas: ¿Qué se va a enseñar?, ¿para qué se va a enseñar?, ¿cómo se va a enseñar?, al tener claro las respuestas a estas interrogantes es posible empezar a facilitar la adquisición de los conocimientos a los estudiantes.

En este tipo de mediación, es cada vez más evidente el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en todos los niveles educativos, lo que ha permitido el desarrollo de ambientes de aprendizaje especializados y que ha sido materia de estudio durante los últimos años.

Autores como Duarte (2015) y Espinoza (2008) afirman que es necesario significar el aprendizaje en el “hacer” lo cual ha sido entendido por desarrolladores de equipos educacionales al preparar materiales con distintos tipos de experiencias que fácilmente puedan ser utilizados por los estudiantes en diversas disciplinas de su formación.

Si bien existen diferentes y variados tipos de posibilidades de equipamiento educacional, el alto costo de los equipos de características tecnológicas avanzadas hace difícil su adquisición. Ante ello, experiencias como las realizadas por Otárola, Ostendorff, Wuttke y Vogel (2012) y las de Quintero, Oñate y Arias (2011) incorporan computadores como parte de la configuración para emular procesos y equipos a partir de modelos simulados que ofrecen una alternativa a estas realidades. De esta manera, si se dispone de este tipo de sistemas, normalmente desarrollados para condiciones de laboratorio y no industriales, se hace posible que al terminar sus estudios los estudiantes puedan manejar el equipamiento en la industria que suele diferir bastante de aquellos que utilizó durante su formación.

El uso de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) son una modalidad donde intervienen los estudiantes, profesores, tutores, materiales, recursos tecnológicos, metodologías de enseñanza, maneras de evaluar el conocimiento, etc. En la educación en línea el estudiante puede ir construyendo su conocimiento, hacerse más responsable y crítico, puede participar en foros para interactuar con otros estudiantes, tener acceso a los wikis para construir definiciones, contrastar sus opiniones con otros, acceder a los cuestionarios, tareas, entre otros.

Para llevar a cabo el control de las actividades, Benavides y Alvarado (2017), refieren como otra de las herramientas el uso de la guía del docente, de esta manera se puede contribuir a generar un ambiente de aprendizaje significativo, que luego, a través de la utilización de las diferentes herramientas tecnológicas, se evidencie las habilidades adquiridas en lo cognitivo y lo afectivo, además de poder ponerse en práctica en un contexto definido. De esta manera, el estudiante asume el rol principal y puede tomar decisiones, emprender, relacionar y obtener resultados específicos.

Aplicaciones de laboratorios virtuales y remotos.

Un entorno virtual flexible se adapta a las necesidades de los estudiantes y de los profesores (borrar, ocultar y adaptar las distintas herramientas que ofrece); es intuitivo cuando su interfaz es familiar y presenta una funcionalidad que se reconoce fácilmente; es amigable cuando es fácil de utilizar y ofrecer una navegación clara y homogénea en todas sus páginas.

Un laboratorio remoto, a veces llamado laboratorio controlado vía web o simplemente WebLab permite a los usuarios realizar experimentos a través del uso de Internet. Lo cual según Cruz (2010) se consigue primeramente, en conjunción con posibles animaciones de procesos o fenómenos reales; segundo, porque los estudiantes hacen uso remoto de los equipos reales disponibles en verdaderos laboratorios y en tiempo real. Dentro de este tema se puede destacar el uso de laboratorios virtuales y remotos, que son usados en la formación de profesionales de carreras técnicas o de otras, en las que se utilizan componentes desarrollados para condiciones de laboratorio y no industriales.

Es necesario destacar que generalmente los estudiantes al concluir sus estudios y llegar a la industria se encuentran con equipamientos que suele diferir bastante de los usados durante su formación. De allí que, la utilización de laboratorios virtuales en la enseñanza de control automático, como recurso didáctico permite en los estudiantes mejorar el desarrollo de las competencias básicas experimentales en las áreas de Ingeniería Electromecánica, Sistemas, Geología y Minas de la Universidad Nacional de Loja (UNL).

La diferencia entre el laboratorio que se implementó en la UNL y otros, es primordialmente la línea de investigación en el campo de la minería y las instalaciones de petróleo. El objetivo es aplicar la experiencia de los laboratorios remotos en la investigación, con el fin de compartir equipos complejos entre los diferentes investigadores.

A continuación, se detallan algunos laboratorios y las líneas de investigación para los que fueron desarrollados en otras universidades.

- Existe un Sistema de Laboratorios a Distancia (SLD) desarrollado en la Universidad Central de las Villas (UCLV) en Cuba, que cumple dos papeles importantes: la enseñanza y la investigación en el campo de la ingeniería de control, El rendimiento del sistema se evalúa por las posibilidades y la funcionalidad de la plataforma de laboratorio remoto propuesto (Santana, Ferre, Izaguirre, Aracil, Hernández; 2013).
- La UCLV también ha realizado otras aplicaciones híbridas en control automático, a través de las prácticas de laboratorios remotos en combinación con docencia presencial en la asignatura de Regulación Automática I, de la Universidad Politécnica de Madrid. En este sentido, la Universidad Central Marta Abreu de las Villas de Cuba desarrolló un sistema de Laboratorio a Distancia (SLD). El objetivo en ambas instituciones es combinar adecuadamente las prácticas presenciales y

remotas para la docencia de las asignaturas de control automático (Dormido, 2014).

MÉTODO

Para llevar a cabo la investigación se empleó el método Histórico-lógico, para la revisión bibliográfica y de los modelos de selección y elaboración de los prototipos. El método analítico, permitió separar el todo en partes y analizarlas con detalle en SolidWork. Para el estudio y análisis de los casos particulares se utilizó el método lógico-inductivo en la implementación de plataformas virtuales para la trituración de cobre y columnas de destilación binarias. Se aplicó el método de modelación para desarrollar los modelos matemáticos analíticos de los procesos de trituración y de la columna de destilación binaria, que se presenta en las prácticas de laboratorio.

Para la implementación del módulo de realidad virtual en la UNL, se empleó el método experimental, tomando como modelo la plataforma EVA de la Universidad Nacional de Loja.

Los sujetos en total fueron 54 estudiantes (hombres y mujeres) de los séptimos módulos de Ingeniería en Sistemas del AEIRNNR (Área de Energía las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables). Cabe señalar que en la actualidad el EVA es usado por todos los docentes y estudiantes de la UNL, y que se puede acceder al mismo, desde el siguiente link: <http://eva.unl.edu.ec/login/index.php>, cuya finalidad es colaborar para llevar un registro de tareas, videos, hipervínculos de apoyo en cada materia tanto para docentes como estudiantes, mas no permite desarrollar practicas virtuales y/o remotas de las distintas asignaturas.

Para la realización de la presente investigación, con respecto al uso de la plataforma EVA de la UNL del laboratorio de automatización referido al control virtual de un brazo robótico, se realizaron pruebas de validación sobre su correcto funcionamiento, así como para aplicar la estrategia de control que mejoró el resultado al tratar de controlar la variable de peso a la salida de la trituradora de cobre y de la composición en el destilado, sedimento y presión en el domo de una columna de destilación. El uso de las prácticas de laboratorio como las que se encuentran esta dirección web: <https://mfc.unl.edu.ec/login/index.php>, permitieron obtener registros en línea del uso durante un mes de la plataforma de prueba, controlar los estudiantes que accedieron a las prácticas en los tiempos determinados, así como el tiempo que permanecen en el sitio, para no saturarlo por el ancho de banda.

Para el desarrollo de la plataforma se analizaron los instrumentos de Scolari (2014) quien sugiere que para la evaluación del entorno virtual de aprendizaje se debe conocer la realidad institucional a la que se enfrenta un equipo de técnicos y pedagogos que se encarguen de diseñar material didáctico para la producción de los cursos virtuales, lo que involucra el diseño del curso, la elaboración o selección de contenidos, la tutoría, la evaluación de los aprendizajes, la evaluación del curso, etc. El equipo de profesionales maneja adecuadamente las herramientas, la metodología del aprendizaje electrónico y las condiciones específicas de los estudiantes a los cuales va dirigido.

Tomando en cuenta que la evaluación del aprendizaje en el entorno virtual de aprendizaje es de vital importancia si lo que se busca es el desarrollo del estudiante, se empleó el modelo propuesto por Roig (2014) ya que el mismo abarca en detalle los aspectos a ser considerado un MOOC de calidad. Por otra parte, considerando a Scolari, (2014) en cuanto a la calidad de los MOOC, se consideró los elementos para retroalimentar y permitir el fortalecimiento de una metodología dinámica, aprovechar las bondades y oportunidades de las herramientas informáticas.

Entre las consideraciones a tomar cuenta al evaluar la infraestructura tecnológica, Cardona y Sánchez (2010) señalan:

...la accesibilidad, navegabilidad y usabilidad de la herramienta virtual utilizada como soporte al proceso educativo, las habilidades en el manejo de las TIC por parte de los profesores y los estudiantes es un aspecto necesario que permite evaluar la efectividad de las TIC en educación (Roig, 2014, p 19).

Los contenidos de los cursos MOOC fueron enriquecidos con vídeos, objetos multimedia y un abanico de herramientas de colaboración. La metodología propuesta de este tipo de herramientas se basa fundamentalmente en los principios integradores que rigen los modelos socio-constructivista y conectivista, con énfasis en el papel activo, autónomo y colaborativo del estudiante en la sociedad global; se orienta a crear un conocimiento colectivo, aplicarlo a problemas académicos y profesionales y comunicarlos de forma adecuada, convirtiéndolos en protagonistas de su propio proceso educativo implicándolos en situaciones de aprendizaje abierto, la indagación reflexiva e implica el sustento de la teoría cognitiva (Ruíz, 2016).

Plataforma virtual Macrolaboratorio de Formación Conjunta

Aprovechando la herramienta, se diseñaron los ambientes educativos sobre la plataforma virtual Moodle, a las cuales se puede acceder a través de la dirección url <https://mfc.unl.edu.ec>.

Según Brito (2016), la experiencia de formación humana centrada en el desarrollo coadyuva para que el sujeto sea competente para interpretar una necesidad o desafío de su contexto inmediato y que a la vez sea capaz de aplicar y transferir lo aprendido, para dar solución a estas mismas necesidades o desafíos. Sin embargo, la adquisición de ésta o varias capacidades requieren de una interactividad y mediación constante entre la enseñanza y el aprendizaje.

Desarrollo de prácticas de control automático

El Control Automático es un área transversal para las disciplinas de ingeniería, ya que se necesita tanto diseñar como hacer uso de sistemas que realicen -de forma autónoma- tareas repetitivas y con la mayor precisión posible, desarrollando estos tipos de sistemas. En consecuencia, los Laboratorios de Automatización se utilizan no sólo en carreras en las que el control es un área relevante de su especialidad (Ingenierías Mecatrónica, Mecánica, Electrónica, Química) sino en otras que lo requieren como área de conocimiento para su formación profesional, considerando importante el saber cómo puede ser aplicado.

Debido a la alta demanda de estudiantes que acceden a estos laboratorios y el alto costo de los equipamientos no se cuenta con equipos suficientes para ser utilizados de manera eficiente y a la vez por todos los estudiantes. Por tanto, en los casos que los cursos son numerosos y deben realizar una misma actividad, se tiene que trabajar con grupos pequeños, lo que hace necesario repetir las mismas experiencias varias veces en la semana de manera que todos puedan realizarlas. Esto hace que prácticamente todas las horas de la jornada académica se estén realizando experiencias de laboratorio. Esta situación dificulta que estudiantes puedan realizar prácticas por su cuenta, en sus tiempos de aprendizaje autónomo, para reforzar los aprendizajes adquiridos.

Implementación de los laboratorios virtuales

El Macrolaboratorio de Formación Conjunta tiene como objetivo la implementación de laboratorios virtuales y remotos, que permitan al estudiante

adquirir conocimientos y la experiencia necesaria para un mejor desempeño profesional.

Para la implementación de la estrategia didáctica uso de laboratorios virtuales se consideró las diferentes prácticas que se han realizado en este tipo de laboratorio y que utilizan la herramienta de software libre Moodle, ideal por ser una plataforma educativa. Esta investigación aprovechó esta herramienta para diseñar sus ambientes y utilizó su entorno para montar las prácticas de laboratorio del control automático y establecer interacciones entre los alumnos apoyándose de las facilidades que la misma brinda.

Con la información del entorno virtual Moodle, se preparó la infraestructura de la red y los requisitos necesarios para la correcta instalación, también se consideró la configuración del servidor de correo en Moodle. Los programas instalados: MATLAB[®] y LabVIEW[™] fueron indispensables, para llevar a cabo los procesos de enseñanza y de aprendizaje del taller de Control Automático, con los estudiantes de las diferentes carreras del Área de la Energía las Industrias y de los Recursos Naturales No Renobables. El taller comprendió el estudio teórico-práctico en el tema “Control Automático Asistido por Computadoras”. La distribución del personal estuvo conformado de la siguiente manera:

- El administrador, responsable del Laboratorio de Automatización
- El docente del Taller de Control Automático
- Los docentes, asignados para otros talleres y que también hacen uso del Laboratorio.
- Los estudiantes de las distintas carreras que hacen uso del Laboratorio y del Taller de Control Automático según el horario establecido.

El administrador puede crear un laboratorio ingresando el nombre de éste y dando click en el botón ‘Agregar otro laboratorio’, dicha interfaz fue desarrollada en el 2012 y sirvió como modelo para el desarrollo de las actuales prácticas del Macrolaboratorio de Formación Conjunta. Esto tuvo la finalidad crear una propuesta de Macrolaboratorio de Control Automático orientado a permitir el ingreso de los estudiantes de las cinco (5) universidades (Universidad Central de las Villas, en Cuba, Universidad Nacional de Loja, en Ecuador, Universidad de Talca, Universidad de la Frontera y la Universidad del Bio en Chile), y la colaboración del CEAI_SENA-Regional Valle, Calí-Colombia.

Se crearon grupos para trabajar en forma colaborativa para crear lazos de amistad además de desarrollar actividades conjuntas entre las instituciones involucradas, tanto en la modalidad presencial de estudiantes que están en la institución y que cuentan con el equipo de trabajo como en la remota de los estudiantes que se encuentran en otra institución.

Para acceder a algunas prácticas del Macrolaboratorio de Formación Conjunta de tres universidades: UCLV, UPV, UBB, se utilizó el Sistema de Laboratorios a Distancia (SLD) se debe visitar el sitio web: <http://sldubb.ubiobio.cl/>. La unión de las tres universidades en el Macrolaboratorio, conforma una red cada vez más sólida de enseñanza virtual y remota en el campo del control automático.

El SLD está en la actualidad en el proceso de unirse al sistema de laboratorios virtuales de la UNL, cuyo sitio es el siguiente: www.unl.edu.ec, luego dentro de esta página al reescribir la dirección mfc.unl.edu.ec, parece una ventana que indica que la conexión no es segura. Seguidamente, se debe seleccionar una configuración avanzada, que se debe ubicar al final de la página en el link de acceder a mfc.unl.edu.ec (sitio no seguro).

Todo lo anterior, se logra como parte de los sistemas que cada uno dispone mediante acceso remoto y utilizarlos en los momentos que no se estén empleando en actividades académicas presenciales. La UNL, aporta dos procesos que son novedosos por su fabricación y por lo complejo de los mismos: el de trituración y de destilación de una columna binaria, respectivamente que no han sido considerados por ninguna otra universidad, en laboratorios virtuales y remotos de control automático.

A continuación, la figura 1, muestra el logotipo de la pantalla principal del Macrolaboratorio.



Figura 1. Pantalla principal del Macrolaboratorio

Los usuarios también pueden entrar en una tercera práctica del brazo robótico tipo SCARA desarrollada en el 2012 en la plataforma Moodle.

La siguiente figura muestra una captura de la pantalla para acceder a este servicio.



Figura 2. Prácticas para acceder del Macrolaboratorio de la UNL

Usando la herramienta Moodle de forma más interactiva con la ayuda de la animación del proceso, se diseñaron los ambientes educativos para la destilación de

una mezcla binaria. Así mismo, como en el caso de la trituradora se efectuó un dibujo en SolidWork y luego se importó a MATLAB®/ Simulink. Este proceso se empleó para realizar una animación en 3D que permite a los estudiantes controlar este proceso. Para ello se adicionaron los algoritmos de control que mejoren resultados alcanzados.

Es importante destacar que las universidades cuentan con laboratorios de automatización, cuyos equipamientos se ponen a disposición del Macrolaboratorio. La infraestructura de tecnología de la información del Macrolaboratorio de control automático para un entorno académico, en su fase inicial se implementó de acuerdo a las políticas de la Unidad de Telecomunicaciones e Información (UTI) y documentos de mejores prácticas; los componentes de acuerdo a Benavides y Alvarado (2017) se refieren a: componente de Hardware; componente Software y componente de Conectividad.

Componente de Hardware

La Universidad Nacional de Loja cuenta con la Unidad de Telecomunicaciones e Información la cual se compone de dos Subdirecciones, una de ellas es la Subdirección de Redes y Equipos Informáticos (SREI), desde donde se llevan a cabo métodos y técnicas para mantener la infraestructura de la red 100% activa y funcional para la transmisión de datos, voz y video, así mismo se dan lineamientos para mejorar la conectividad entre los diferentes dispositivos de networking y equipos finales; con la finalidad de garantizar el acceso óptimo y oportuno acceso a los servicios institucionales, Internet comercial y red avanzada académica.

La SREI es responsable de la administración del servidor BLADE que se encuentra en el Centro de Procesamiento de Datos (CDP), en donde la asignación de recursos de hardware (CPU, memoria RAM y almacenamiento) se realiza a través de virtualización.

A continuación, el cuadro 1 resume los requerimientos de hardware de los equipos existentes en el Macrolaboratorio.

Cuadro 1. Características técnicas del servidor ubicado en el CDP.

Descripción	Plataforma Base	CPU	Memoria RAM	Disco Duro
Servidor privado virtual	Blade	1 Intel(R) Xeon(R) 2.53GHz	1GB	i30GB

El equipo de videoconferencia instalado y en funcionamiento permite la transmisión de audio, video y contenido multimedia desde el Macrolaboratorio hacia la plataforma virtual de enseñanza y aprendizaje (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Equipos que conforman el sistema de videoconferencia ubicado en el Macrolaboratorio.

Nombre	Descripción
Equipo videoconferencia VSX 7000	Sistema de videoconferencia de vanguardia para redes IP
Subwoofer y alimentación VSX 7000	Crea un espacio de sonido de alta calidad y proporciona alimentación eléctrica al equipo de videoconferencia VSX 7000
Micrófono VTX 1000	Proporciona una cobertura de 360 grados para la entrada de audio del sistema VSX 7000
Visual Concert VSX	Permite mostrar material procedente de un equipo informático

La implementación del protocolo de capa de aplicación HTTPS permite cifrar la comunicación desde el usuario final hacia la plataforma virtual, para este fin se utilizó el software Let's Encrypt.

Componente de conectividad

El Macrolaboratorio cuenta con cuatro (4) puntos de red categoría 6A para la conexión alámbrica y un punto de acceso inalámbrico, esto permite garantizar la conexión a los servicios institucionales: plataforma virtual, sistema de videoconferencia, telefonía IP e Internet. La conexión desde el rack de telecomunicaciones principal del Macrolaboratorio al CDP se utiliza el medio de transmisión fibra óptica.

La UNL mantiene el contrato No. 676-UNCOP-UNL (2017) para el Servicio de Internet y Red Avanzada, suscrito con la Fundación Consorcio Ecuatoriano para el Desarrollo de Internet Avanzado (RedCEDIA), la cual forma parte de la Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas (RedCLARA), es así que los Centros de Educación Superior que forman parte del Macrolaboratorio de Formación Conjunta (MFC) cuentan con conectividad a la Red Avanzada, a excepción de las instituciones de Cuba; lo cual permite que las comunicaciones entre estas instituciones tenga una capacidad de 1Gbps.

La figura 3, describe el diagrama de conectividad

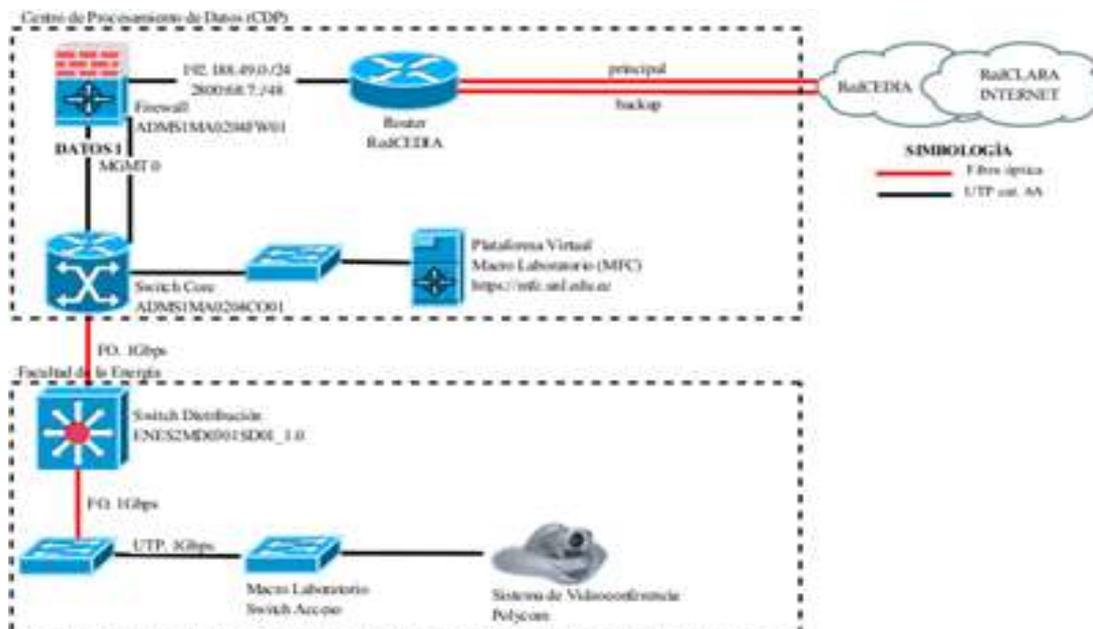


Figura 3. Diagrama de conectividad del Macrolaboratorio de la UNL

A través de los dispositivos de red en las diferentes capas (core, distribución y acceso) se garantiza conectividad entre Macrolaboratorio, plataforma virtual y participantes de los laboratorios virtuales y remotos (Benavides y otros; 2017).

RESULTADOS

Los resultados de las observaciones realizadas sobre el uso de Microlaboratorio por parte de los estudiantes permiten señalar que:

- Es necesario unificar el tipo de actividades pedagógicas en estos laboratorios remotos, de modo que las actividades tengan un periodo de duración definido y resultados de aprendizaje declarados, y que estos sean compartidos por todas las instituciones que participan en este emprendimiento.
- La evaluación de la comprensión de la materia de control automático por parte de los estudiantes, evidenció un aumento en las evaluaciones obtenidas en los parciales escritos en un 50 % y en un 58 % en las prácticas.
- El uso de las metodologías de observación, cualitativa y cuantitativa, ayudó a tabular la información cuando se establecieron interacciones con sus alumnos apoyándose de todas las facilidades, que brinda la plataforma, al realizar las practicas del curso de Control Automático a un total de 60 alumnos durante

tres periodos consecutivos y calificarlas sobre 10 puntos.

- Coordinar horarios de acceso para asegurar que los estudiantes de todas las instituciones puedan efectivamente realizar las tareas que se ejecutan en los laboratorios remotos, pues los laboratorios son reales, y se pueden usar uno a la vez por cada grupo (salvo que pueda haber más de una maqueta en la que puedan realizarse las experiencias).
- Supervisar las actividades que desarrollan los estudiantes en estos laboratorios remotos. Aunque los equipos que están siendo utilizados en los laboratorios remotos tengan sus elementos de protección, esto no siempre es suficiente. Es por esto que es necesario que alguien esté revisando permanentemente que los sistemas se usen correctamente y que estén operativos y funcionando según especificaciones.
- Calificar los procedimientos ejecutados por los estudiantes en los laboratorios remotos. Esto implica que debe existir un docente que revise los procedimientos ejecutados por los estudiantes y califique sus actividades.
- Generar material de apoyo complementario a las actividades. El desarrollo de estas actividades en ambientes colaborativos como el propuesto permite el uso de herramientas como foros, wikis, etc., las que deben ser moderadas por uno o varios profesores responsables de las actividades con una mirada interinstitucional.
- Integrar el saber, el saber hacer y el saber ser incluyendo competencias que permitan el desarrollo de los ejes de un proceso educativo integral, que respondan a las necesidades y realidades del entorno en que se desenvuelve el estudiante. Esto implica que las maquetas deben estar pensadas para el desarrollo adecuado de las competencias declaradas.
- Eliminar el enciclopedismo tradicional de las prácticas educativas al trabajar por competencias. La formación pone énfasis en los resultados del aprendizaje, en el desarrollo de destrezas y habilidades del saber, del saber ser y saber hacer, del vínculo entre la teoría y la práctica.

La plataforma de educación virtual de la UNL es parte de un Macrolaboratorio de Formación Conjunta, pero se diferencia de los laboratorios de las otras universidades e institutos que forman parte de la misma, por el aporte específico en la minería y petróleo, a diferencia de estos que abarcan temas como la Mecatrónica (robótica, inmótica, etc...)

CONCLUSIONES

La implementación del módulo de enseñanza virtual usando plataformas de software libre Moodle en el laboratorio de automatización de la UNL permitió:

- Desarrollar una metodología documental y experimental validada para la docencia, la investigación y la innovación para comprender los procesos de trituración de cobre y de destilación del petróleo. Procesos que también son presentados como prácticas en la plataforma Moodle de la UNL.
- Desarrollar habilidades en el estudiante, al realizar las prácticas en menor tiempo y con mejores resultados, cuando, se emplean dibujos de los procesos de trituración y de destilación binaria realizados en SolidWork y luego exportados a MATLAB®/Simulink, para simular estos procesos con la animación en 3D correspondientes.
- Los Sistemas de Laboratorios a Distancia (SLD) permiten probar diferentes estrategias de control e incluso la programación en C de los controladores con todos los detalles que esto implica, ya que fue mejorada sobre MATLAB®/Simulink y no sobre autómatas, como se ha realizado en otras universidades.
- Al simular los estudiantes MATLAB®/Simulink y no sobre autómatas, el estudiante puede cometer errores, por lo que se sugiere que estas prácticas se repliquen en el resto de las universidades, y los requerimientos serían: estar conectado a una PC en lazo abierto, mediante una tarjeta de adquisición de datos compatible con MATLAB®/Simulink y el Real Time Windows Tarjet, que debe estar instalado en la PC.

REFERENCIAS

- Benavides, L; Alvarado, H., y Paladines, S. (2017). *Diseño y Construcción de una Columna de destilación Binaria, para ser implementada en el laboratorio virtual de la Universidad Nacional de Loja.*, In CIDE (Ed.). Galápagos-Ecuador: V Congreso Internacional de Investigación y Actualización en Ingenierías. <http://doi.org/ISBN 978-9942-759-18-4>
- Benavides, L; Calderón, J; Alvarado, H; Salinas, V; Jácome, L; Valarezo, M., y Concalves da Costa Junior, A. (2017). *Infraestrutura da Tecnologia da Informação do Macrolaboratório de Controle Automático da UNL para um Ambiente Virtual de Aprendizagem.*, In COBENGE (Ed.). Joinville -Brasil: Innovación en Educación / Aprendizaje en Ingeniería. [Documento en línea]. Disponible: http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php
- Brito, J. (2016). *Aprendizaje y Desarrollo. Ecuador.* Universidad San Francisco de Quito
- Cardona, D., y Sánchez, J. (2010). Indicadores Básicos para Evaluar el Proceso de Aprendizaje en Estudiantes de Educación a Distancia en Ambiente e-learning. *Formación Universitaria*, 3(6), 15–32

- Cruz, F. (2010). *Web-LABAI, Laboratorio Remoto de Automatización Industrial*. RIAI *Revista Latinoamericana de Automática e Informática Industrial* 7(1), 101. [http://doi.org/ISSN: 1697-7912](http://doi.org/ISSN:1697-7912)
- Dormido Bencomo, S. (2014). *Laboratorios/Remotos: Una Taxonomía*. RIAI *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 7(1), 5–9. [http://doi.org/ISSN: 1697-7912](http://doi.org/ISSN:1697-7912)
- Duarte, J. (2003). (2015). *Estudio Pedagógico*. 97–113. [Documento en línea].
Disponible:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S07180705200300010007
- Espinoza, J. (2008). *Ambientes de aprendizaje fundamentados en la cognición en la práctica*. Ciudad de México, México. [http://doi.org/ISSN: 0185-3872](http://doi.org/ISSN:0185-3872)
- García, P. (2012). *Enfoque de competencias*. 12-13, 9(4). [Documento en línea].
Disponible: <http://www.redalyc.org/pdf/3735/373546601003.pdf>
- Otárola, A., Ostendorff, S., Wuttke, H., y Vogel, S. (2012). *A grid Concept for reliable, flexible and robust remote engineering laboratories*. In *Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, in Remote (p. 8). 9th International Conference. [http://doi.org/1109/Rev-2012. 6293110](http://doi.org/1109/Rev-2012.6293110)
- Quintero, G., Oñate, J., y Arias, D. (2011). *Instrumentación Electrónica aplicada a prácticas de laboratorio*. (E. U. del Norte., Ed.). Bogotá, Colombia
- Roig, y O. (2014). *“Entornos Virtuales de aprendizaje. Ecuador”*. Quito, Pichincha, Ecuador
- Ruíz, L. (2016). *Entornos Virtuales*. Curso de Entornos Virtuales para la enseñanza. Quito, Pichincha, Ecuador
- Santana, I., Ferre, M., Izaguirre, E., Aracil, R., y Hernández, L. (2013). *Remote laboratories for education and research purposes in automatic control systems*. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 9(1), 547–556
- Scolari, A. (2014). *Entornos Virtuales de Aprendizaje*. Quito, Pichincha, Ecuador