

LABORATORIOS REMOTOS:

APLICACIÓN DE TICS PARA LA MEJORA EDUCATIVA

Algieri, Claudio Gustavo Manuel ; Pagura, Mauricio Roberto ; Álvarez, Raúl Eduardo ; López, Alejandro ; Machado, Ramiro ; Alloatti, Matías ; González, Cristian ; Sznajdleder, Pablo ; Lucioi, Mónica ; Polti, José Luis ; Sevillano, Mauro ; Ferrazzo, Roberto - *Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*

RESUMEN

Son noticia diaria, los raudos avances tecnológicos y su utilización en la vida cotidiana. En el rubro educativo, es de vital importancia concretar la incorporación de las nuevas tecnologías disponibles, para contribuir sin demoras a la mejora continua de los mecanismos de enseñanza.

Persiguiendo este objetivo, venimos trabajando desde el año 2011 en el desarrollo de laboratorios remotos, difundiendo su existencia en eventos nacionales e internacionales. Creemos que a esta finalidad, por varias razones, no se le destinan suficientes recursos, y uno de ellos, obvio y esencial, es el desconocimiento por parte de quienes tienen el poder de decisión para asignar los presupuestos correspondientes. En consonancia con lo expresado anteriormente, nuestro trabajo es difundir la existencia, y promover la utilización de laboratorios remotos, de acuerdo con las prioridades del gobierno argentino [1], y con lo recomendado por la Unesco (aplicación de TICs en Educación) [2,3].

Isaac Asimov había previsto este escenario, y cómo aprovecharlo [4].

El presente artículo muestra las características de los denominados “Laboratorios remotos”, y presenta las experiencias del uso del primer laboratorio remoto de Automatización Industrial de Argentina, utilizado en la asignatura “Automación Industrial” del Dto. de Ingeniería Mecánica de la UTN.BA, mostrando indicadores que reflejan las mejoras obtenidas utilizando un laboratorio remoto.

Los objetivos de este trabajo son: a) difundir la existencia de esta tecnología actualmente disponible en nuestro país; b) alentar la I+d+i sobre laboratorios remotos en el área educativa, especialmente en asignaturas donde sea importante la realización de experiencias individuales con equipos reales por parte de los alumnos; c) promover acuerdos con Universidades argentinas y del exterior (especialmente latinoamericanas); d) proponer la implementación de redes interuniversitarias de laboratorios remotos.

Palabras clave: enseñanza - laboratorios remotos - mejora continua

INTRODUCCIÓN

En primer lugar debemos aclarar el significado de *laboratorio remoto (LR)*: es un laboratorio que cuenta con equipos reales, los cuales pueden controlarse desde una terminal web, al mismo tiempo que se visualiza, a través de una cámara web situada en el mismo laboratorio remoto, el funcionamiento del equipo controlado.

Así, el estudiante puede realizar prácticas con equipos reales desde su casa, un bar, o cualquier otro sitio con acceso a la red internacional (internet).

La Figura 1 presenta la estructura de un LR, donde puede verse que el usuario (cliente) se comunica a través de la internet con el servidor local, atraviesa la intranet, y accede al LR, para controlar un equipo a través de un autómata programable (PLC), al tiempo que visualiza en tiempo real lo que sucede, por medio de una cámara web.

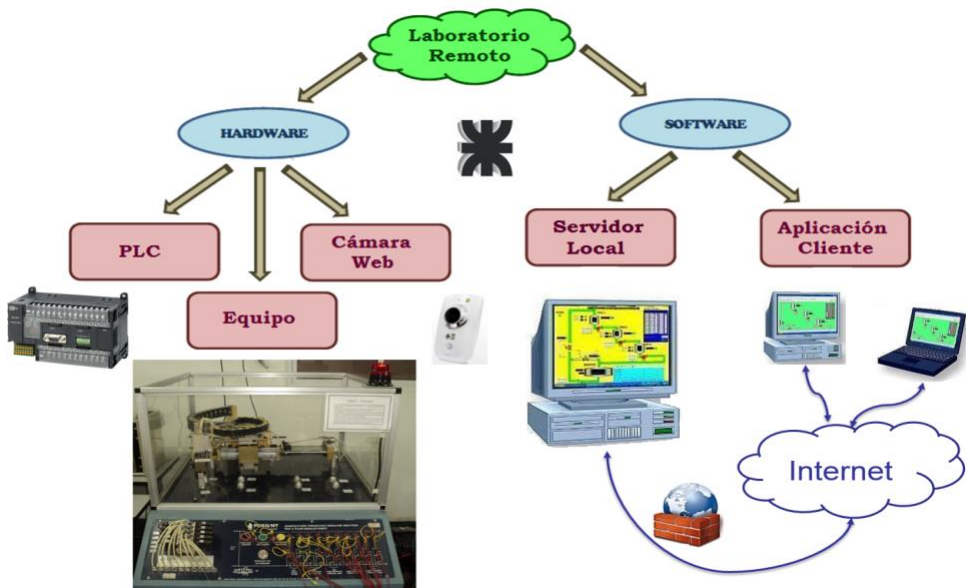


Fig. 1: Estructura de un laboratorio remoto (LR)

La UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) [5] y la Universidad DEUSTO [6], ambas de España, están avanzadas en el desarrollo de LRs.

Por su parte, el experto mundial Anthony Bates (www.tonybates.ca), promueve el uso de laboratorios remotos en la enseñanza.

Bates predice a futuro una integración entre la enseñanza tradicional y vía remota [7], que será la enseñanza del futuro.

Podemos citar también el artículo publicado por la UNESCO [8] "Transforming Education: the power of ICT policies" (2011), producto del estudio de casos en Uruguay, Namibia, Ruanda, Jordania y Singapur.

Ta artículo manifiesta que las TICs son el nuevo recurso para el crecimiento económico, y una poderosa herramienta para la transformación social. Tal artículo reza: "Las TICs pueden tener un efecto transformador en la educación, independientemente de las

condiciones económicas de los países, tanto en sistemas educativos avanzados y costosos, como así también en los sistemas educativos de bajos recursos” “...las TICs son el nuevo recurso para el crecimiento económico y una poderosa herramienta para la transformación social.”

2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

Visto y considerando lo anterior, es que hemos comenzado en 2011 en la Argentina, el proyecto de investigación “Laboratorio remoto de automatización industrial”, cuyo resultado fue la implementación del 1er LR de este tipo en nuestro país, en 2013.

En 2017 finalizamos el 2do proyecto de esta línea de investigación, denominado “Laboratorio multitarea flexible remoto de automatización industrial”, con el objetivo de permitir la realización de prácticas remotas simultáneas (esto implica la posibilidad de que varios alumnos se conecten a varios equipos, realizando las experiencias al mismo tiempo, cada uno con un equipo diferente).

Recientemente, en enero de 2018, iniciamos el proyecto UTN interfacultades “Laboratorio remoto de Física”, que aúna al grupo de Laboratorios Remotos (LR) de UTN Bs. As., al grupo Desarrollo de medios didácticos de Física (DMD), este último con más de 30 años de trayectoria, ambos de la Facultad Regional Buenos Aires, incorporando también el proyecto, a las facultades regionales de Gral. Pacheco (Dto. de Ingeniería en Industria Automotriz - DIIA), y de Concordia, (grupo de Modelado, Simulación y Control – GIMOSIC).

El objetivo es aprovechar la experiencia de los grupos LR y DMD, con la colaboración del GIMOSIC, y del DIIA, para desarrollar experiencias y TPs remotos para la asignatura Física I, perteneciente al primer año de las currículas de todas las carreras de ingeniería, y difundir esta tecnología en las facultades de Concordia y Pacheco.

Así, a través del año lectivo, podrán utilizarse equipos del LR de Física (LRF), según el programa de prácticas requerido. Actualmente hablamos de Física I, pero a futuro podrán incorporarse otras asignaturas de Física, y utilizar el LRF según requerimiento de cada una de las cátedras que desee emplear el mismo.

Pero, ¿qué mejora produce el uso del LR? Veamos pues un caso particular, para analizar y comparar el uso de un laboratorio convencional para prácticas presenciales, con la utilización del LR.

2.1 Estudio de la mejora de la productividad educativa utilizando un Laboratorio Remoto

Para tal fin, debemos primero definir los indicadores que utilizaremos para el estudio comparativo.

Productividad: la Real Academia Española la define como la “relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc. La productividad de la cadena de montaje es de doce televisores por operario y hora” [9].

En consonancia con la definición anterior de productividad, podríamos definir a la *Productividad educativa* como relación entre el conjunto de capacidades adquiridas por los estudiantes, y los recursos empleados para ello, materiales, humanos y de tiempo.

Ahora, definidos los indicadores, estamos en condiciones de plantear un caso para realizar la comparación.



Foto 1: Robot neumático a 5 ejes + autómata programable (PLC)

El caso de estudio planteado es el trabajo práctico (TP) “Programación de un robot controlado por autómata programable”, de la asignatura electiva *Automación Industrial*, perteneciente al cuarto año de la carrera de Ingeniería Mecánica de la FRBA UTN.

La materia *Automación Industrial* es anual y tiene una carga horaria semanal de 3 horas-cátedra.

2.1.1. Sistema de enseñanza convencional

Tiempo asignado al TP: 1 clase presencial en el laboratorio, de 3hs-cát = 2 ¼ horas reloj.

Recursos humanos: 1 Jefe de TP + 1 Ayudante de TP

Recursos materiales: Robot a 5 ejes + autómata programable (PLC) + soft de programación del PLC.

Costo total aprox.= USD 25.500

Cantidad de alumnos del curso: 20

Desarrollo del TP:

1. Análisis del problema planteado
2. Elaboración del programa del autómat
3. Carga del programa en el autómat
4. Puesta en marcha
5. Verificación del correcto funcionamiento y corrección de eventuales errores

Tiempo de realización del TP: 30 minutos

El curso se divide en 4 grupos de 5 alumnos cada uno.

2.1.2. Sistema de enseñanza con laboratorio remoto

Tiempo asignado al TP: 1 turno a distancia utilizando el laboratorio remoto, de 30 minutos de duración.

Recursos humanos: 1 Jefe de TP + 1 Ayudante de TP, que en lugar de dictar la clase presencial, dedican ese tiempo al mantenimiento del laboratorio remoto.

Recursos materiales: Robot a 5 ejes (costo aprox.= USD 23.500) + equipamiento necesario para controlar el robot desde la web: PLC con comunicación ethernet + soft de programación del PLC + soft de control y supervisión de los equipos + PC y software de gestión del laboratorio remoto + cámara web, (costo aprox.=USD 7.500). Costo total aprox. USD 31.000.

Cantidad de alumnos del curso: 20

Desarrollo del TP:

1. Análisis del problema planteado
2. Elaboración del programa del autómat
3. Carga del programa en el autómat
4. Puesta en marcha
5. Verificación del correcto funcionamiento y corrección de eventuales errores

Tiempo de realización del TP: 30 minutos.

A cada alumno se le da para resolver un problema distinto. Esto resulta muy simple pues al existir 8 posiciones diferentes (ver foto 2), solo basta con indicar a cada alumno distintas posiciones a donde debe ir el robot para tomar la esfera y/o distintas posiciones a donde debe trasladarla. Por ej.: de 4 a 8; de 7 a 3; de 7 a 6; de 5 a 2; etc.

Fotos 2 y 3: Vista de las 8 posiciones existentes.



3. DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Análisis comparativo entre el sistema de enseñanza convencional y el sistema de enseñanza con laboratorio remoto

Compararemos en primer lugar los recursos utilizados con ambos sistemas de enseñanza, y en segundo lugar la disponibilidad de cada uno de ellos, para la capacitación de un curso de 20 alumnos. Posteriormente, se estudiará la relación entre los recursos utilizados y la capacitación realizada, es decir, la productividad educativa.

En la tabla comparativa 1, se ven los recursos necesarios. En ambos casos coinciden el tiempo asignado al TP y los recursos humanos empleados, mientras que el monto destinado a recursos materiales difiere, siendo en el caso del sistema con laboratorio remoto un 22% mayor (USD 31.000 contra USD 25.500).

Tabla comparativa 1: Recursos necesarios

Puntos analizados	Laboratorio convencional	Laboratorio Remoto
Recursos materiales	USD 25,500	USD 31,000
Recursos humanos	1 JTP + 1 Ayud	1 JTP + 1 Ayud
Tiempo asignado al TP	30 min	30 min
Cantidad de alumnos	20	20

La tabla comparativa 2 muestra la disponibilidad de uso de los laboratorios por parte de los alumnos para ambos sistemas de enseñanza.

En el laboratorio convencional, es de sólo 2 ¼ hs semanales (supeditada a la presencia docente), en cambio con el laboratorio remoto, la disponibilidad no depende de la presencia docente, siendo entonces las 24hs todos los días, es decir, de 168 horas semanales (7 días x 24 hs/día).

Pero, considerando que el mantenimiento semanal es de 2 ¼ hs., la disponibilidad semanal pasa a ser de 165,75 horas. Por lo anterior, la disponibilidad en cifras, se multiplica por 73.6. Efectivamente: 165,75hs / 2,25hs = 73,6.

Tabla comparativa 2: Disponibilidad diaria y semanal

Puntos analizados	Laboratorio convencional	Laboratorio remoto
Disponibilidad <i>diaria</i> del laboratorio para la realización de TP	3 hs cátedra = 2.25 hs reloj	24 hs reloj Es 10.6 veces la disponibilidad del lab. convencional
Disponibilidad <i>semanal</i> del laboratorio para la realización de TP	3 hs cátedra = 2.25 hs reloj	165.75 hs reloj Es 73.6 veces la disponibilidad del lab. convencional

En la tabla comparativa 3, se ilustra la productividad educativa para ambos tipos de laboratorio.

Mientras, por un lado, los recursos utilizados en el laboratorio remoto son 1,22 veces mayor que en el convencional (31000USD / 25500USD), por otro lado, la capacitación disponible es 73 veces mayor en el laboratorio remoto. Esto da como consecuencia valores de productividad (en hs/miles de usd), de 0,088 para el laboratorio convencional, y de 5,411 para el laboratorio remoto. Esto significa que la productividad usando el laboratorio remoto se multiplica por 61.

Tabla comparativa 3: Productividad Educativa

Puntos analizado	Laboratorio convencional	Laboratorio remoto
Recursos utilizado	USD 25,500	USD 31,000
Capacitación disponible semanal	2,25 hs reloj	165.75 hs reloj
Productividad educativa = capacitación disponible / recursos utilizados (hs/1000usd)	0,088	5,411 (se multiplica por 61)

Ahora, supongamos que ya se cuenta con el equipamiento, que en este caso particular sería el robot. Si se deseara duplicar la disponibilidad de equipos, nótese que duplicando el equipamiento convencional, se obtendría una disponibilidad igual al doble de la convencional. En cambio, adicionando al sistema convencional, el equipamiento para el laboratorio remoto, lo que implica una inversión menor a duplicar los equipos, se obtiene una disponibilidad multiplicada por 61.

Esto clarifica suficientemente que la inversión en laboratorios remotos es muchísimo más conveniente para mejorar la productividad educativa, que la que se obtiene adicionando equipos similares al laboratorio convencional.

Finalmente, por todo lo expuesto, queda demostrado que la productividad educativa aumenta muchísimo más invirtiendo en el sistema de enseñanza con laboratorio remoto.

4. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS A FUTURO

4.1. Conclusiones

- ✓ Es posible mejorar la productividad educativa a través de la implementación de

laboratorios remotos.

- ✓ Un laboratorio remoto permite disponibilidad de casi 24hs al día para realizar prácticas desde cualquier sitio que disponga de acceso a la internet, y en el momento en que uno lo desee.

4.2. Propuestas a futuro

La cooperación con otras Instituciones (Universidades u otras casas de estudio) proponiendo la creación de una red de laboratorios remotos, de modo que todas tengan acceso a los mismos, mientras que cada institución desarrolla un solo laboratorio remoto, es una propuesta que creemos permitirá por un lado una mayor difusión de este tipo de laboratorios, y por otro lado una reducción de costos operativos, ya que cada Universidad desarrollará un solo weblab, poniéndolo a disposición de las otras, pero podrá utilizar los weblabs de todos los organismos que intervengan en el acuerdo.

La Educación, como la conocemos hoy, mutará rápidamente en los próximos años, incorporando cada vez más la enseñanza a distancia, la cual incluirá para las prácticas el uso de laboratorios remotos.

Entendemos que el face to face con el docente, la clase presencial, resulta importantísima e insoslayable, no reemplazable (así lo expresó Asimov, ver video [4]). Sin embargo, deberíamos complementar las metodologías actuales de enseñanza, con otras que empleen las nuevas TICs, y esto debería constituirse en un proceso continuo de mejora. Por ello llamamos a todas las casas de estudio que estén interesadas, a formar una red de laboratorios remotos, y a los gobiernos central, provincial y municipal, a acompañarnos en este emprendimiento. Creemos que cuanto mayor número de desarrollos de LRs concretemos, más velozmente mejoraremos la enseñanza en las cátedras universitarias, y también en las instituciones de nivel primario y secundario.

REFERENCIAS

- [1] Argentina - Plan Estratégico Nacional 2016-2021 - Ministerio de Educación y Deportes de la Nación
https://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj0heCynPzUAhUGhZAKHcpED_0QFgg_MAA&url=http%3A%2F%2Fwww.educacion.gob.ar%2Fdata_storage%2Ffile%2Fdocuments%2Fargentina-ensena-y-aprende-plan-estrategico-nacional-58af35bfa3d00.pdf&usg=AFQjCNGxXQCHxorqals1Bj2MGCLtFgAlQ
- [2] Enfoques estratégicos sobre las TICs en Educación en América Latina y el Caribe (2014) <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002232/223251s.pdf>
- [3] Las TICs en Educación (2019) <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/>

- [4] Fragmento de la entrevista realizada por Bill Moyers a Isaac Asimov (1988), donde Asimov predice el uso de las TICs en Educación, sus características y ventajas.
<https://www.youtube.com/watch?v=Bvahe0urZsg&feature=youtu.be&t=68>
- [5] S. Dormido, J. Sánchez, F. Morilla.(2000) “Laboratorios virtuales y remotos para la práctica a distancia de la Automática”, Conferencia plenaria, XXI Jornadas de Automática, Universidad de Sevilla, ISBN: 84-669-3163-6 (CDROM), Sevilla,, ilustra acabadamente sobre el uso de laboratorios virtuales y remotos para la enseñanza de Control automático.
- [6] J. GARCÍA ZUBÍA, D. LÓPEZ DE IPIÑA, U. HERNÁNDEZ JAYO, P. ORDUÑA, I. TRUEBA-(2006)“Evolución del weblab de la Universidad de Deusto” -Dpto. Arquitectura de Computadores, Automática y Electrónica Industrial. Universidad de Deusto. Bilbao , ilustra sobre el uso del weblab, su evolución y los resultados de su aplicación en las asignaturas: “Lógica programable” y de “Diseño electrónico” del 3er y 5to año, respectivamente, de la carrera de Ingeniería en Automática y Electrónica.
<http://e-spacio.uned.es:8080/fedora/get/taee:congreso-2006-1129/SD109.pdf>
<http://blog.catedratelefonica.deusto.es/weblab-deusto-laboratorios-remotos/>
- [7] Predicciones de Tony Bates (2014) <http://cent.uji.es/octeto/node/4396>).
- [8] Transforming education: the power of ICT policies (2011)
<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002118/211842e.pdf>
- [9] Definición de productividad – Diccionario de la Real Academia Española
http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=productividad.