

## Laboratorio remoto en un EVEA, para la enseñanza y el aprendizaje de la programación de microcontroladores.

Miguel Revuelta<sup>1</sup>, Stella M. Massa<sup>1</sup>, Rodolfo Bertone<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

<sup>1</sup>(7600) Juan B. Justo 4302 +54-0223-4816600

<sup>2</sup> (1900) Calle 50 y 120 +54-0221-4277270

<sup>1</sup>{mrevuelta, smassa}@fi.mdp.edu.ar, <sup>2</sup>pbertone@lidi.info.unlp.edu.ar

### Resumen

En este paper se describe y fundamenta la implementación de un trabajo de laboratorio en forma remota sobre un objeto de existencia real mediante un conjunto de actividades desarrolladas en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA).

Un laboratorio que integra recursos de e-learning con instrumentos tangibles o reales (tradicionalmente usados en las prácticas presenciales), se denomina en términos generales Laboratorio Remoto (LR) [1].

Específicamente esta iniciativa permitirá a los alumnos del curso Introducción a Sistemas Embebidos Basados en Arduino (ISEBA) acceder de manera no presencial a una plataforma de desarrollo y en la misma programar un circuito que contiene un microcontrolador, con un algoritmo de su autoría y verificar en tiempo real si la aplicación realiza la tarea esperada.

El conocimiento adquirido en esta experiencia, constituirá un aporte significativo para la planificación y ejecución de otras propuestas educativas basadas en la realización de prácticas de LR, pues ésta investigación, que principalmente está

relacionada con el estudio del fortalecimiento del aprendizaje, incluye además el estudio de la problemática para la implementación de un LR en un entorno educativo.

**Palabras clave:** EVEA, Laboratorio remoto, Laboratorio real remoto.

### Contexto

La investigación descrita en este trabajo es parte de una tesis de maestría en Tecnología Informática Aplicada en Educación, de la Universidad Nacional de La Plata.

Todas las actividades previstas para el desarrollo de la misma, se llevarán a cabo dentro del contexto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP).

El EVEA seleccionado es el entorno Moodle que hace posible esta aplicación, es administrado y mantenido por el grupo GIDI (Grupo de Ingeniería en Desarrollos Informáticos) de dicha Facultad.

La tesis se desarrolla en el marco del proyecto de investigación en la especialidad de Tecnología Educativa Aplicada a la Educación de la UNMDP, que se desarrolla en la Facultad de Ingeniería, deno-

minado: “**Recursos Educativos Abiertos e Intervenciones de Gestión, Diseño e Implementación**”, que tiene como uno de sus objetivos específicos desarrollar experiencias piloto de implementación de secuencias didácticas con Recursos Educativos Abiertos.

## Introducción

Esta propuesta se materializa a través de la creación del curso ISEBA en el EVEA de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP. La misma, además de constituir el tema de tesis para la maestría ya mencionada, tiene la relevancia adicional de dar una respuesta a la solicitud de los alumnos del ciclo superior de la carrera de Ingeniería Electrónica que requieren la actualización de su formación curricular en vista de que la misma no incluye ninguna asignatura de programación de microcontroladores en lenguaje de alto nivel.

Este curso brinda una respuesta inicial al problema planteado y se implementa con carácter optativo en la modalidad semipresencial.

Se eligió Arduino porque es una plataforma de desarrollo de hardware de código abierto que está basado en una placa con un microcontrolador y un entorno de programación en lenguaje Wiring (basado en lenguaje C).

El microcontrolador es un dispositivo electrónico originalmente en blanco (se comporta como una pequeña computadora integrada en una única pastilla de silicio sin ningún programa), es decir no puede efectuar ninguna tarea, porque para ello es necesario programarle previamente una aplicación. En este caso, el Sistema Embebido lo constituye el microcontrolador al que se le ha programado un algoritmo.

Los Sistemas Embebidos basados en microcontroladores están dispersos en todos los ambientes posibles de la vida cotidiana, por ejemplo en muchos sistemas de un automotor (inyección de combustible, frenado ABS, airbag, etc.), en electrodomésticos de uso diario, heladeras cafeteras planchas, cámaras, reproductores, etc.

Esta técnica de diseño es tan difundida, que puede afirmarse que una persona en promedio interactúa con más de 100 sistemas implementados con microcontroladores [2].

Resulta evidente que el laboratorio presencial no está disponible para el alumno más que en un acotado periodo de tiempo. Por ese motivo, no hay “espacio físico” (disponibilidad de laboratorio, horas cátedra, etc.) para agregar nuevas actividades presenciales y se dificulta coordinar una repetición de un laboratorio ya efectuado.

Esta situación describe una realidad que no permite flexibilidad en la realización de la tarea de laboratorio, no solo para el caso de ser necesaria una repetición sino también para el caso de pretender agregar otras actividades.

Para poder llevar a cabo las prácticas de laboratorio, se optó por implementar de algunas de las mismas de manera remota. Así se creó un “espacio virtual”, es decir integrar recursos del e-learning con instrumentos virtuales interactivos [1].

La realización de un laboratorio remoto (LR) implica una actividad no presencial, es decir, la misma se efectúa mediante algún tipo de control a distancia, lo que también se suele denominar como teleoperación.

Coincidimos con Culzoni et al. [3], en que para entender el contexto de realización de un LR es conveniente pensar el mismo en dos partes:

Por un lado, hay un conjunto de materiales, dispositivos, programas e instru-

mentos que están en un “lugar físico”, instalados y/o conectados a una computadora que los integra. La misma podrá o no estar incluida en un entorno virtual de enseñanza aprendizaje, pero indefectiblemente deberá tener acceso a Internet. Además, conectada a la PC hay una cámara web que registra y emite en tiempo real las imágenes de lo que acontece en el laboratorio.

La otra parte es el operador remoto que está ubicado en un lugar distante, y que mediante una computadora conectada a Internet establece una conexión con la computadora del “lugar físico”.

Esta conexión le permite acceder a la realización del laboratorio, ayudado por la visualización de la evolución de la experiencia mediante las imágenes emitidas desde el sitio de realización.

La puesta en marcha de este laboratorio pretende ser un complemento enriquecedor para el aprendizaje y al efectuarse en forma remota, independiza al alumno de la utilización del laboratorio presencial con horarios preestablecidos y poco espacio disponible.

Puede ocurrir que implementar un laboratorio a control remoto resulte fácil pero con una estructura del tipo servidor cliente (o escritorio remoto), donde el servidor es la computadora que está relacionada con el laboratorio y el cliente es la computadora remota que utiliza el alumno para interactuar con la realización del trabajo, pero este esquema muchas veces no resulta integrable a una plataforma educativa.

Esta, al resultar una aplicación aislada pierde totalmente la gestión e integración que puede brindar un entorno de aprendizaje.

Esta práctica transforma al LR en un hecho puntual y privado, perdiéndose toda la información que permitiría su evaluación y reformulación.

En este aspecto podemos mencionar una característica importante de nuestra propuesta, y es que la misma se implementará en un EVEA.

En este caso se utiliza la Plataforma Educativa Moodle que permite incluir un LR mediante un nuevo módulo o plugin que se denomina: “Block: Remote Labs for Moodle” [4].

En lo que respecta al diseño y funcionamiento del laboratorio remoto, tal como afirman Gil-García et al. [5] hay que evitar la incertidumbre o el desánimo en el que puede caer el alumno al momento de operar de manera remota al mismo.

Las posibles causas de ese fenómeno se pueden deber a:

- El acceso a la plataforma es lento, la dinámica de la práctica se hace engorrosa, los comandos tardan mucho en hacerse efectivos, etc.
- El entorno es confuso, faltan consignas.
- El proyecto no funciona y no se puede determinar a que se debe, una alternativa siempre posible es una falla propia del laboratorio y no del trabajo del alumno.
- No está claro el objetivo que se debe cumplir.

Estos y otros aspectos que surgen del estudio de propuestas similares, constituirán el punto de partida para esta implementación del LR. Dado que la misma implica no sólo el desarrollo de secuencias didácticas que favorezcan el aprendizaje de aplicaciones con microcontroladores a través de la realización de un LR, sino que también plantea la resolución de cuestiones tecnológicas como la implementación del módulo en un EVEA.

### Líneas de Investigación

- Actualización del software del EVEA y gestión del mismo.

- Implementación de un Aula extendida en un EVEA.
- Diseño pedagógico del Laboratorio Remoto.

## Resultados y Objetivos

Los objetivos específicos planteados para este trabajo de investigación son los siguientes:

- Describir y documentar la implantación de un Módulo de Software sobre un EVEA, que permita la realización de un LR.
- Diseñar una propuesta didáctica para la realización de un LR de aplicaciones de microcontroladores.
- Evaluar la propuesta pedagógica, tanto desde el aspecto del fortalecimiento del aprendizaje de microcontroladores como del recurso tecnológico desarrollado.

Siguiendo la línea de los objetivos planteados, en la actualidad se ha desarrollado el software para la implantación del módulo que permite realizar el LR en la plataforma Moodle. Se ha originado una revisión de la versión de la plataforma Moodle y modificaciones sobre el módulo propiamente dicho.

La versión original del mismo utiliza Java y actualmente no cuenta con los certificados necesarios para interactuar con el mismo. Esta ocurrencia derivó en una modificación importante tanto en la plataforma educativa como en el módulo mismo.

La misma se realizó en base a código abierto prescindiendo de Java, lo que ya es una importante consecuencia favorable en la aplicación futura de este módulo

para la generalización de los LR en EVEAs.

Las pruebas preliminares anticipan un acceso ágil y sin inconvenientes a la realización del LR y generaron expectativas favorables en los alumnos que participaron de la misma.

## Formación de recursos humanos

En el marco del proyecto de investigación mencionado anteriormente se encuentran en desarrollo, tres tesis de posgrado correspondientes a la Maestría en Tecnología Informática Aplicada en Educación de la Universidad Nacional de La Plata y una tesis del Doctorado en Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Rosario.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Andújar Márquez, J., Sanguino, M. (2010). Diseño de laboratorios virtuales y/o remotos. Un caso práctico. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, 7(1). Disponible en <http://www.elsevierciencia.es> Recuperado el 4 de marzo de 2013.
- [2] Galeano, G. (2009). Programación de Sistemas Embebidos. México D.F.: Alfaomega.
- [3] Culzoni, C., Kofman, H., Lucero, P., Monje, R. (2009). Propuesta de Utilización de Internet para Laboratorios Remotos en la Enseñanza de Circuitos Eléctricos en Carreras de Ingeniería. Anales del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. San Rafael, Mendoza.
- [4] Sáenz, J. (2010). Moodle Labs, Block: Remote Labs for Moodle [Programa computacional]. Recuperado de Sourceforge,

servidor web de proyectos open source. Disponible en: <http://remote-labs.sourceforge.net>. Recuperado el 2 de febrero de 2013.

[5] Gil Garcia, J., Quesada, J., Sainz, J., Aguado, L., Aledo, A., Sanchez, J. (2010). Evaluación del Uso de Laboratorios Remotos en el aprendizaje de Microcontroladores. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España. Disponible en: <http://espacio.uned.es:8080/fedora/get/taee:congreso-2010-1037/S06A04.pdf> . Recuperado el 11 de marzo de 2013.