

# Un enfoque integrado para las prácticas de laboratorio en la educación a distancia

María Isabel Masanet, Eduardo Zavalla, Arnoldo Fernández

Instituto de Automática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina

## Resumen

En la actualidad diversas instituciones usan las plataformas de gestión de aprendizaje con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje, y en este contexto, la sustitución de las prácticas de laboratorio presenciales por sesiones de experimentación remota es una necesidad cada vez más requerida en las instituciones educativas que dictan sus asignaturas a distancia. Sin embargo, las plataformas de gestión de aprendizaje virtual carecen de los recursos necesarios para integrar efectivamente la posibilidad de experimentación remota con el acceso convencional a los contenidos académicos. En este trabajo se presenta el desarrollo de un servicio integrado con la plataforma Moodle, que permite al alumno realizar las experimentaciones prácticas a través de un laboratorio remoto, brindando también todas las posibilidades requeridas por los docentes tanto para la gestión de los recursos del laboratorio como para su articulación con los contenidos académicos y las evaluaciones.

*Palabras clave:* Plataforma de gestión de aprendizaje, Objeto de aprendizaje, Laboratorio remoto.

## 1. Introducción

Es conocido que dentro de la enseñanza existen áreas del conocimiento como la electrónica, la robótica y la automática, en las cuales se presentan situaciones problemáticas que únicamente se llegan a comprender mediante la realización extensiva de actividades prácticas de experimentación en el laboratorio.

En aquellos casos en que el desarrollo de las prácticas experimentales tienen lugar en forma presencial, se presenta la desventaja de que el alumno debe

trasladarse al lugar donde se encuentra el laboratorio. Adicionalmente, los laboratorios generalmente no cuentan con los recursos físicos y humanos suficientes para atender a la totalidad de los alumnos de un curso, lo cual limita la cantidad y calidad de la experimentación. Finalmente, otra desventaja de este tipo de laboratorio es que el uso intensivo del mismo requiere una gran inversión económica en mantenimiento preventivo y mayormente correctivo, lo cual suele ser imposible de realizar.

Estas desventajas enumeradas, propias de los laboratorios presenciales, hizo que se buscaran alternativas que trataran de solucionar estas deficiencias, y éstas se han dado gracias al desarrollo que las tecnologías basadas en Internet han tenido en los últimos años, posibilitando la sustitución de un laboratorio clásico por sesiones de experimentación virtual y/o remota. Así surgieron los laboratorios basados en la web (WebLab) [2], los cuales permiten al alumno *observar* el comportamiento de un fenómeno, sin necesidad de asistir al laboratorio.

### 1.1. WebLab

Los WebLabs se dividen en dos categorías en función de la naturaleza del sistema con el que operan. Es así que aparecen los conceptos de *laboratorio virtual* y *laboratorio remoto*.

En el primero, la interfaz de usuario de la experimentación trabaja contra una simulación del proceso. El empleo de simulaciones para reforzar la enseñanza es, en ocasiones, un camino apropiado y muy utilizado, pero no puede llegar a reemplazar completamente la experimentación sobre plantas físicas reales, puesto que una simulación es tan buena como lo es el modelo, y siendo éste una representación simplificada de un sistema real, no puede reproducir todos los aspectos del proceso.

En el segundo, el alumno, desde una ubicación remota a través de una interfaz web vía Internet, accede al

proceso desarrollado sobre una planta real, interactuando con el mismo de forma tal de cambiar los parámetros de control, ejecutar experimentos alternativos, observar los resultados obtenidos y eventualmente descargarlos a través de la web.

El uso de los laboratorios remotos reporta numerosas ventajas al proceso de enseñanza-aprendizaje, entre las que es posible mencionar:

- Alimenta la motivación del alumno, ya que se pueden llevar a cabo prácticas más pedagógicas y atractivas, posibilitando el desarrollo de un nuevo enfoque para la solución de problemas reales.
- Existen pocas restricciones de acceso a los laboratorios, tanto en horarios como en número de veces; siendo así factible alcanzar una densidad de ocupación más elevada con un número menor de plantas físicas.
- Se puede evitar el mal uso de los equipos y así alargar notablemente la vida útil de los mismos, centrando ahora la inversión económica en la adquisición de equipamiento, y no en el mantenimiento, como sucede en el laboratorio convencional.

Se puede concluir en que el laboratorio remoto es el más conveniente para que el alumno reafirme sus conocimientos teóricos, dado que trabaja sobre sistemas reales, sin embargo es necesario realizar un profundo análisis complementario con el fin de determinar si el alumno lo va a aplicar útilmente y si verdaderamente le va a servir para fortalecer lo que aprenda [1], si bien este análisis es otra materia de estudio.

## 1.2. Integración LMS y WebLab

Desde hace tiempo distintas instituciones educativas están trabajando con sistemas de gestión de aprendizaje (Learning Management System, LMS) para dictar asignaturas a distancia y para usar los recursos de la web como apoyo a la docencia presencial. Estos sistemas facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero como se mencionó anteriormente, existen áreas del conocimiento que en este proceso deben incluir las prácticas experimentales en los laboratorios; y los LMS no contemplan este aspecto.

Para incorporar los laboratorios remotos a un sistema de gestión de aprendizaje, éste debe proveer un servicio o recurso que permita la administración de los laboratorios, la gestión de horarios de los laboratorios por parte del docente como así también del alumno y el uso de laboratorio. Ya que las plataformas de gestión de aprendizaje no proveen este servicio, en la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) se ha buscado dar solución a este problema. Para ello se ha desarrollado un servicio compuesto por dos

subsistemas, uno que permite la completa gestión de los recursos de los laboratorios y plantas disponibles, y otro que proporciona el acceso e interacción con el laboratorio. El primer subsistema ya se ha concluido, y es el que aquí se describe.

Con el auxilio de este servicio, los docentes brindarán a sus alumnos el acceso a los laboratorios remotos desde la misma plataforma en la que acceden a los conocimientos teóricos, y realizar así las prácticas de laboratorios necesarias, logrando de este modo una integración no-traumática en el uso de ambos recursos académicos. Del mismo modo, los docentes podrán restringir la realización de las prácticas a la revisión de los conocimientos y la aprobación de las evaluaciones que consideren necesarias para llevar a cabo la práctica de laboratorio, potenciando así el alcance pedagógico de esta tarea.

## 2. SCORM

SCORM es un estándar de paquetes de objetos de aprendizaje reutilizables que tiene como característica la facilidad de ser interpretado por diferentes plataformas virtuales de enseñanza-aprendizaje.

### 2.1. Objetos de Aprendizaje

Los Objetos de Aprendizaje (OA) son unidades de aprendizaje contenidas en un soporte digital. Existen varias interpretaciones sobre qué cosas debe contener un OA, pero numerosos creadores de OA con marcada experiencia acuerdan en aceptar que un OA es una unidad de aprendizaje completamente autocontenida, es decir que no basta que disponga solo de los contenidos académicos a enseñar, sino que también debe contener un glosario, autoevaluaciones y todo otro material necesario para garantizar que el alumno ha aprendido completamente el tema presentado en el OA. Todo este material se empaqueta en un único archivo comprimido (que respeta el estándar de compresión ZIP), al que se le agrega un manifiesto, que es un documento donde queda reflejado el contenido y el orden o secuencia que se debe seguir en el OA para lograr los conocimientos. El contenido del manifiesto SCORM es, por lo tanto, un conjunto de metadatos.

### 2.2. Los OAs y las prácticas

El servicio desarrollado tiene una marcada relación con los OA diseñados para la apropiación de los contenidos académicos, ya que de esta forma el docente determina cuáles contenidos deben ser efectivamente aprendidos previo a la ejecución de la práctica, así como también definir si la aprobación de una autoevaluación de los conocimientos es necesaria para el acceso efectivo al laboratorio. Para ello

deberán construirse objetos de aprendizaje SCORM con contenidos temáticos adecuados, y que posibiliten la secuencia del aprendizaje, guiando al alumno hacia la adquisición de la competencia requerida. Luego de que el alumno recorra la secuencia de contenidos planteada en el objeto SCORM, se le permitirá el acceso al laboratorio si ha dado cumplimiento a los requisitos impuestos por el docente. Dada la flexibilidad de SCORM, es también completamente posible que se diseñe un OA que permita el acceso a una práctica remota sin ningún tipo de requisito previo. En definitiva, la decisión final es del docente.

### 3. Subsistema “Gestión de laboratorios remotos”

Debido a que el sistema LMS en uso en la UNSJ es Moodle, y que el mismo es actualmente uno de los LMS más difundido y utilizados en todo el mundo, se decidió implementar el sistema de gestión de laboratorios remotos como un bloque adicional a esta plataforma, dejándose para un futuro inmediato la decisión de integrar también el sistema de uso dentro de Moodle o utilizar alguna otra alternativa. Dentro de las ventajas ofrecidas por Moodle se tiene que dicha plataforma es de código abierto basada en módulos, lo que permite conocer su estructura de servicios para modificar los existentes o crear nuevos; y además es capaz de aceptar objetos de aprendizaje elaborados en estándares tales como SCORM e IMS.

#### 3.1. Análisis

El primer análisis realizado consistió en la evaluación estructural y de requerimientos presentes en los laboratorios convencionales, y a partir de este estudio se llegó a la siguiente caracterización de los elementos que participan en un laboratorio:

- Un laboratorio está formado por una o más plantas experimentales.
- Una planta puede estar asignada a más de una asignatura en distintos horarios.
- Una franja horaria se asocia a una o más prácticas de un mismo curso.
- Un curso puede tener franjas horarias asignadas a una o más plantas de un mismo laboratorio o de laboratorios distintos.
- Cada franja horaria asignada a una planta da origen a uno o más turnos.
- La reserva de un turno se asocia a un usuario y a una práctica que previamente fue asignada al horario al que pertenece el turno.

En la enumeración anterior debe entenderse como *curso* a la asignatura tomada por un grupo de alumnos, como *franja horaria* al período de tiempo válido para realizar una o más instancias de práctica, como *turno* al período de tiempo válido para que un alumno ejecute la práctica, como *laboratorio* al espacio virtual que reúne un conjunto de plantas físicas agrupadas según alguna característica común de las mismas y como *planta* precisamente al dispositivo físico sobre el cual tiene lugar la ejecución de la práctica. Es entonces que, de forma general, el módulo a diseñar deberá proveer diferentes niveles de acceso (para el administrador del sitio, el profesor y el alumno) y deberá permitir la administración de los laboratorios, de sus respectivas plantas experimentales, de los horarios asignados a cada curso para el uso de las plantas, la gestión de las reservas de turnos para realizar prácticas; la emisión de informes de reservas y la administración del acceso a la planta.

Dada la naturaleza abierta del código fuente de Moodle, se analizaron diversos bloques estándar y no estándar con el objeto de encontrar algún punto de partida ya existente para el desarrollo del subsistema de gestión. Desafortunadamente, ningún bloque entre los disponibles contaba con la orientación requerida hacia la administración de laboratorios, aunque se encontró un bloque orientado a la reserva de salas para reuniones. Este bloque se denomina MRBS 1.2.5 (Meeting Room Booking System) y es un bloque no estándar de Moodle.

El análisis de MRBS mostró que permite la reserva de salas, ofrece tres niveles de acceso para los usuarios, funciona en el contexto del sitio y presenta períodos de tiempo fijo para todos los días en los horarios de reserva. Estas dos últimas características constituían una limitación para el bloque de gestión de laboratorios que se pretendía desarrollar. Luego del análisis el bloque MRBS se decidió desarrollar un nuevo módulo, que reutilice algunas de las funcionalidades provistas por el bloque MRBS, adapte otras y construya todos los nuevos componentes necesarios para ajustarse al modelo estructural antes enunciado. Este nuevo bloque fue llamado **ReLab**, por **Reserva de Laboratorio**, ya que este sería el uso más común que le darían los alumnos.

#### 3.2. Desarrollo del bloque ReLab

ReLab fue desarrollado a través de un proceso iterativo e incremental, en el cual se iteraron las etapas de Requisitos, Diseño, Implementación y Prueba, hasta obtener un bloque con las funcionalidades requeridas. En el desarrollo del nuevo bloque, y quizás yendo un poco en contra de la mayoría de los bloques de Moodle, se usó el Paradigma de la Orientación a Objetos (POO). Todas las etapas del POO fueron modeladas y representadas mediante UML (Unified Modelling Language), a fin de proporcionar un modelo

capaz de ser entendido por cualquier analista/desarrollador del mundo. De igual manera, y con el objetivo de uniformar la nomenclatura entre los desarrolladores, el diseño hace uso intensivo de los Design Patterns (patrones de diseño), tales como:

- Patrón de arquitectura en Capas (Layers), se aplicó con el fin de organizar la estructura del sistema en un conjunto de capas cohesivas separadas con responsabilidades distintas y relacionadas.
- Patrones GRASP (General Responsibility Assignment Software Patterns) con el objetivo de asignar correctamente las responsabilidades y así obtener un diseño más claro, con alta cohesión y bajo acoplamiento, y clases reutilizables que mantienen el encapsulamiento.
- Patrones GoF (Gang of Four), de este amplio conjunto de patrones se aplicó el Singleton, la Fachada y el Método plantilla.
- Patrones para Persistencia de Objetos - Patrones Brown: para desarrollar un servicio que permita establecer el mapeo objeto – registro, ya que la aplicación es orientada a objetos y la base de datos es relacional.

### 3.3. Implementación de ReLab

Durante el desarrollo de ReLab se han seguido los lineamientos establecidos en los documentos “Manual de Estilo de Código” y “Manual de estilo de la interfaz” de MoodleDocs[3], con el fin de integrar el bloque a la plataforma sin presentar particularidades que los distinguan del resto de los bloques que la componen. Esto es particularmente importante, ya que ReLab puede mimetizarse sin problemas con cualquier diseño de interfaz implementado para la instancia de Moodle en la cual se ejecuta.

De acuerdo a las recomendaciones impartidas en la documentación de Moodle, la implementación del subsistema involucró las siguientes tareas:

- Definición de la clase *block\_relab*, ya que en Moodle un bloque es una instancia de una clase, por lo cual fue necesario definir la clase para el nuevo bloque, la cual debe heredar de la clase *block\_base* provista por la plataforma.
- Definición de las capacidades, para dar la posibilidad de establecer los distintos permisos requeridos.
- Implementación de la Configuración global: para establecer a cada uno de los parámetros globales un valor, el cual es común a todas las instancias del bloque.
- Implementación de la Configuración de instancia: permite asignar un valor a cada parámetro de

instancia, el cual puede variar entre distintas instancias del bloque.

- Implementación de la interfaz web; esto involucra el desarrollo en PHP orientado a objetos de las distintas páginas que permiten la administración de los laboratorios y la gestión de los horarios.

### 3.4. Instalación del bloque

Por diseño y respetando la normativa dispuesta por la documentación de Moodle, la instalación de ReLab en esta plataforma se lleva a cabo como un bloque no estándar de la misma, que básicamente consiste en descomprimir un archivo tipo ZIP en el directorio blocks del website de Moodle, respetando la estructura de subcarpetas establecida en dicho archivo. El directorio definido para el bloque contiene los siguientes subdirectorios:

- *db*: contiene el archivo para generar las tablas del bloque, que son incluidas en la base de datos de Moodle.
- *lang*: contiene las carpetas *es\_utf8* y *en\_utf8* con las palabras reducidas en inglés y su traducción en español e inglés respectivamente. Además cada una de las carpetas anteriores posee una carpeta *help* con el archivo de ayuda. Esta estructura es acorde a las reglas establecidas en el manual de estilo de código de Moodle.
- *web*: contiene los archivos con la implementación requerida para administrar los laboratorios, plantas, horarios y reservas. Además posee la carpeta *class* con los archivos que implementan las clases usadas.

### 3.5. Acceso al bloque

Para que los usuarios puedan acceder a ReLab, no basta con dar de alta el bloque en Moodle, sino que además se deben definir nuevos roles, tarea ésta que debe ser realizada por el administrador de la plataforma en la página principal de la misma, creando roles a los cuales le asignará las capacidades definidas en el bloque. Debe tenerse en cuenta que esta tarea es de capital importancia, por cuanto define la seguridad del subsistema en cuanto a la administración de los laboratorios y todos los recursos expuestos. Las capacidades disponibles en el bloque son:

- *block/relab:editrelab*: permite al usuario ver todas las reservas del curso, y gestionar las propias. Es capacidad adecuada para los alumnos.
- *block/relab:admincourserelab*: habilita al usuario para administrar laboratorios, plantas, horarios y reservas. En el caso de los horarios puede visualizar los horarios registrados desde cualquier curso, limitándose a realizar altas, bajas y

modificaciones sobre las franjas horarias registradas para el curso en el cual posee esta capacidad. Para las reservas, puede generarlas para cualquier usuario registrado en el curso, como así también darles de baja. Es la capacidad adecuada para los profesores o encargados de prácticas.

- *block/relab:administerrelab*: tiene acceso libre a todas las funcionalidades. El administrador de Moodle adquiere esta capacidad a pesar de que no se le asigne.
- Luego de esta definición preliminar de roles, será necesario asignarlos a aquellos usuarios que utilicen el sistema, tarea que se realiza desde la interfaz principal del curso. Finalmente, se incluirá el bloque en la página del curso, el cual presentará un aspecto como el que muestra la Figura 1.



Figura 1 – Aspecto del bloque ReLab

Como puede apreciarse en la Figura 1, el cuerpo del bloque consiste en dos vínculos: el primero permite ingresar a la página que administra los recursos de los laboratorios, mientras que el segundo es el acceso para utilizar el laboratorio. Ambos vínculos presentan una interfaz web con un encabezado y pie común, lo que permite que a partir de cualquier vínculo, se pueda llegar a la administración de los recursos y la gestión de las reservas.

La Figura 2 muestra la pantalla principal que ve cualquier usuario registrado cuando ingresa. En este caso la imagen muestra la pantalla correspondiente para una fecha con horarios registrados para una planta determinada.



Figura 2 – Pantalla principal

La Figura 3, muestra la pantalla de administración, a la cual solo tienen acceso los usuarios con permiso de

administrador, ya sea del sitio o del curso. En ella se pueden apreciar los laboratorios registrados, y junto a cada uno de ellos la opción para editarlo, eliminarlo o agregar uno nuevo. Además, muestra las plantas registradas para el laboratorio que se encuentre seleccionado, y junto a cada una de ellas las opciones para editar sus datos, eliminarlos o acceder a los horarios de la misma y agregar una planta nueva.

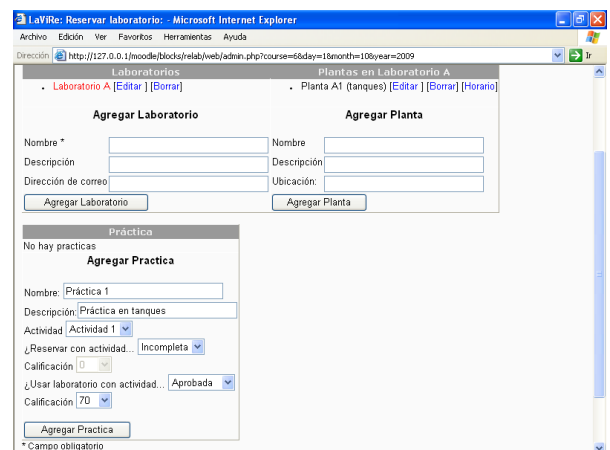


Figura 3 – Pantalla de Administración

La Figura 4 muestra la pantalla de administración para los horarios, también en modo Administrador. En esta pantalla se provee un link que permite consultar todos los horarios en los cuales la planta está asignada a algún curso, con las opciones para borrarlo (Borrar), editarlo (Editar) y agregar un nuevo horario. En este caso la interfaz lista las actividades SCORM registradas en el curso para que el horario se asigne a alguna de ellas.

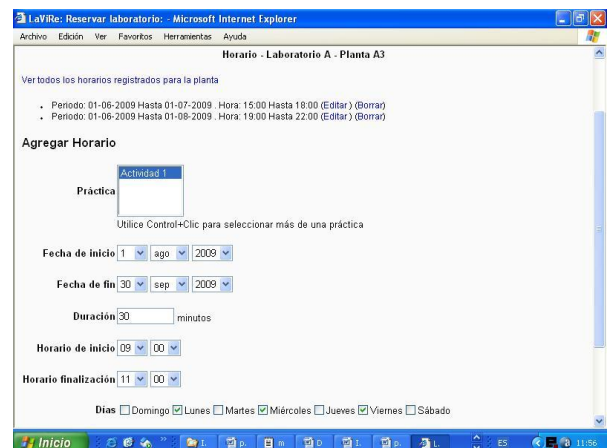


Figura 4 – Pantalla de administración de horarios

### 3.6. Testing de ReLab

Considerando el ambiente en el que se va a ejecutar ReLab y el soporte ofrecido por Moodle para el Testing, se decidió basar el mismo en el concepto de

Pruebas Unitarias (Unit Testing) debido que permitiría la detección temprana de los errores a lo largo de cada iteración.

Para llevar a cabo este tipo de pruebas en aplicaciones escritas en PHP, se puede optar por alguno de los siguientes frameworks: PHPUnit o SimpleTest. Ambos frameworks están formados por un conjunto de clases PHP, y permiten desarrollar casos de prueba cuya ejecución y comprobación se realiza de manera automatizada. En el caso de ReLab se eligió SimpleTest, ya que el propio Moodle lo incluye entre sus librerías.

Para cada una de las clases a testear se definieron los respectivos casos de prueba, se creó la suite de prueba correspondiente, se ejecutó y se observaron los resultados. Cuando un caso de prueba presentaba fallos y/o excepciones, se buscaba el origen del problema, se analizaba, se hacían las modificaciones correspondientes, y se ejecutaba nuevamente la suite de prueba. Este proceso se repitió hasta que todos los casos de prueba produjeron una ejecución exitosa en cada una de las iteraciones del proceso.

## 4. Trabajo Futuro

Se encuentra en pleno desarrollo el subsistema de Uso del Laboratorio y su correspondiente integración con el bloque ReLab. Ya que si bien desde ReLab se evalúan las condiciones requeridas (fecha y hora de la reserva y cumplimiento de la secuencia SCORM) para hacer uso del laboratorio, y luego se permite el acceso al mismo, no se debe olvidar que se está trabajando con páginas web, y la dirección de una de éstas se puede conocer con solo mirar la barra de direcciones del navegador. Por ello es necesario que el propio subsistema de uso identifique al usuario y las condiciones de utilización. La próxima etapa en el desarrollo de ReLab será entregar al subsistema de Uso del Laboratorio toda la información necesaria, por medio del acceso a la información generada en el bloque de reservas.

## Conclusiones

Como resultado se ha desarrollado un subsistema para la **Gestión de Prácticas de Laboratorios Remotos** para la plataforma Moodle, bajo la filosofía del software libre, a fin de dotar a ese entorno del soporte de laboratorios virtuales y remotos del que carece, y permitir su uso irrestricto a quien así lo requiera.

Además, este diseño es un producto eficiente, simple de instalar, mantener y utilizar, por lo que se puede asegurar que será una solución aceptable para las

diversas problemáticas que se presentan en el ámbito de Universidad Nacional de San Juan.

Teniendo en cuenta la utilidad mostrada por este bloque, es que se pretende enviarlo a los desarrolladores de Moodle para su evaluación e inclusión en la plataforma o para su disponibilidad como bloque no estándar.

## Referencias

- [1] SINC, Servicio de información y Noticias Científicas, Entrevista a Javier García Zubía (2008) <http://www.plataformasinc.es/index.php/esl>
- [2] N. Duro, H. Vargas, R. Dormido, S. Dormido, J. Sánchez, El sistema de tres tanques: un laboratorio virtual y remoto usando Easy Java Simulations, Universidad Nacional de Educación a Distancia - Madrid, 2005.
- [3] Página de Moodle, [www.moodle.org](http://www.moodle.org)

*Dirección de Contacto del Autor/es:*

**Lic. María Isabel Masanet Yañez**

Instituto de Automática  
Avda. Libertador San Martín 1109 – O - CP: J5400ARL  
San Juan  
Argentina  
e-mail: mamasanet@hotmail.com

**Mg. Ing. Eduardo Zavalla**

Instituto de Automática  
Avda. Libertador San Martín 1109 – O- CP: J5400ARL  
San Juan  
Argentina  
e-mail: ezavalla@inaut.unsj.edu.ar

**Mg. Ing. Arnoldo Fernández**

Instituto de Automática  
Avda. Libertador San Martín 1109 – O- CP: J5400ARL  
San Juan  
Argentina  
e-mail: arnoldo@unsj.edu.ar