

# Prácticas Remotas sobre Laboratorios Físicos y Virtuales

Bertogna, Leandro M. - Del Castillo, Rodolfo - López Luro, Francisco - Zanellato, Claudio R.  
*Departamento de Informática y Estadística, Universidad Nacional del Comahue,  
Buenos Aires 1400, Neuquén, Argentina*  
{mlbertog, rolo, fglopezl, czanella}@uncoma.edu.ar

**Resumen:** En la actualidad debido a la complejidad de acceso y diversidad en los distintos tipos de recursos involucrados, los entornos de capacitación a distancia tienen una deficiencia en cuanto a la realización de prácticas de laboratorio en forma remota. En este trabajo se intenta plantear un marco de trabajo para la definición y utilización remota de laboratorios físicos y virtuales. Esto abarca: la creación de plantillas de trabajo de los laboratorios basadas en sus correspondientes entornos, un sistema para el control, administración y seguimiento de las distintas prácticas y sus asistentes, así como también la posibilidad de incorporar métodos de evaluación para los distintos niveles de enseñanza. Hasta el momento se ha definido y desarrollado un prototipo sobre laboratorios con dispositivos de interconexión de redes de computadoras, pero su definición podría aplicarse a un diverso conjunto de laboratorios.

## 1. Introducción

Con los avances de la tecnología en las distintas áreas del conocimiento y la posibilidad de intercambiar información mediante internet, rápidamente surge la necesidad de brindar capacitación a distancia. En un principio este tipo de capacitación otorgaba material en forma estática; un alumno que deseaba realizar un curso sobre internet se subscribía al mismo y descargaba de la red el material de estudio, para luego rendir una evaluación. Con la evolución de las herramientas de presentación y el aumento de la velocidad en las redes, al material de estudio se le otorgó un mayor dinamismo, pero éste consistía en animaciones, grupos de consulta o simuladores para distintos dispositivos. El desafío que se nos plantea, no es solo tecnológico sino también didáctico, continuar evolucionando incorporando a la capacitación a distancia la práctica de laboratorio.

Ciertos dispositivos, equipos y computadoras sofisticadas, requieren la presencia física del alumno en el laboratorio para su utilización y aprendizaje, así como también la presencia de los tutores para evacuar consultas de alumnos y configurar los equipos necesarios para la realización de los ejercicios. Esta tarea acarrea gastos innecesarios en tiempo y dinero para ambas partes, además de la subutilización de los recursos del laboratorio, ya que generalmente la ventana de tiempo en la que están disponibles no alcanza a cubrir las necesidades de aprendizaje.

La solución que se propone es la creación de un framework que delimite una estructura para cubrir tres aspectos básicos del acceso a laboratorios en forma remota: un módulo de ejercicios para los alumnos, donde se pueden seleccionar los laboratorios, se realizan los ejercicios y se encuentran los detalles particulares de cada práctica, el módulo para la creación de plantillas de laboratorios, para los docentes y el tercer y último módulo, el de administración, que relaciona los laboratorios con los recursos reales o virtuales y gestiona su administración.

Actualmente, se está desarrollando un prototipo del módulo de alumnos y parte del módulo servidor. Es posible visualizar los laboratorios y operar a través de un navegador de internet con soporte java, éste se conecta con un servidor que provee los recursos y seguridad necesarios para poder realizar la práctica con los diversos dispositivos.

En la siguiente sección se realizará un análisis de los trabajos realizados sobre el tema, y en las secciones subsiguientes analizaremos más en detalle nuestra propuesta, describiendo los módulos de framework y analizando los detalles de implementación del prototipo.

## 2. Características de los laboratorios remotos y virtuales

En [1] se define como laboratorio virtual al acceso remoto por internet pudiendo interactuar a distancia y permitiendo realizar tareas que normalmente se desarrollarían en forma local, como se puede observar en trabajos como [2] la mayoría de estos solucionan problemas puntuales, creando una herramienta virtual para realizar experimentos en el laboratorio o [3] donde se comparte el acceso a muchas personas al laboratorio real de forma remota pero solo se puede realizar una sesión por vez y todas ellas participan de la misma. A éstos los llamamos entornos restringidos, los alumnos solo se limitan a ingresar la información solicitada y los dispositivos ya tienen las respuestas armadas con anterioridad, este tipo de entorno limita la experimentación y creatividad del alumno, además de hace engorrosa la generación de nuevos experimentos.

El enfoque que planteamos tiene puntos en común a los de [4][5] donde se establecen tres etapas, la primera de desarrollo del entorno, la segunda de generación de los recursos que pueden ser virtuales, remotos o una combinación de ambos y la última basada en la segunda etapa, planear y desarrollar un conjunto de experimentos. Otros trabajos basados en aspectos similares son [6][7] el primero de ellos tiene como ejemplo el acceso remoto para la instalación y configuración de sistemas operativos Linux y redes de computadoras pero no contemplan el uso de herramientas de uso libre y el desarrollo está centrado en el alumno, además es poco dinámico en el entorno administrativo, el segundo es un laboratorio para la configuración de redes de computadoras, como el anterior se centra en el alumno y mejora la incorporación de recursos en la red manteniendo un servidor que guarda archivos de configuración para ser cargados en los dispositivos por medio del protocolo TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*).

Nuestra propuesta busca mantener alguna de las ideas básicas como por ejemplo el dinamismo al momento de la creación y configuración de recursos y una complejidad aceptable para la gestión de los laboratorios, todo esto en un marco que fácilmente se pueda aplicar a una amplia gama de laboratorios.

## 3. Aspectos del framework

La estructura general del framework se puede ver en la Figura 1. Básicamente consta de un servidor de internet, un servidor LDAP [8] y servidores de recursos. Una de las posibles formas de uso para acceder a los recursos de un laboratorio podría ser la siguiente: el alumno accede a la página Web del servidor de laboratorios, se autentica vía https y selecciona un laboratorio en donde realizar los ejercicios. Usamos un servidor LDAP para almacenar la información personal de los alumnos así como sus claves de acceso, también en dicho directorio se almacena una agenda con los horarios en los que cada alumno puede acceder a determinados laboratorios y las configuraciones detalladas de cada laboratorio disponible, previamente creadas por el administrador con el módulo de diseño. A la hora de autenticar un alumno se verifican además de la clave de acceso, otros aspectos, como el horario y la disponibilidad de los recursos para dicho alumno. Todas estas tareas están a cargo del servidor de laboratorios, si todo se ha dado en forma satisfactoria para la realización de la práctica, éste se comunica con los distintos servidores de recursos por medio de una conexión segura (SSH) y ejecuta scripts de configuración para permitir el acceso, pudiendo haber varios puntos de acceso para un mismo recurso para ese usuario.

Siendo que la seguridad es un aspecto fundamental, todos los accesos a los recursos se realizan con una clave generada de manera aleatoria para ser usada solo durante la sesión en la que el alumno está trabajando y luego de un tiempo límite (la cuota de tiempo del alumno para ese laboratorio) se da de baja en los distintos servidores. La razón de este enfoque se basa en que no quedarán claves de acceso a los recursos conocidas y disponibles luego de la práctica, haciendo imposible que el alumno vuelva a utilizar los recursos en forma indebida.

Toda la información sobre el acceso a los recursos del laboratorio es provista al cliente en un archivo XML [9], la cual es usada para acceder a los recursos mediante los distintos protocolos.

Existe una clara separación en el framework, entre el cliente, las descripciones genéricas de los recursos, la forma en que se implementan los aspectos de seguridad y el mecanismo real de acceso a

un recurso en particular, el único aspecto que restringe las partes es el de los protocolos de comunicación. Esto facilita la generalidad del marco de trabajo.

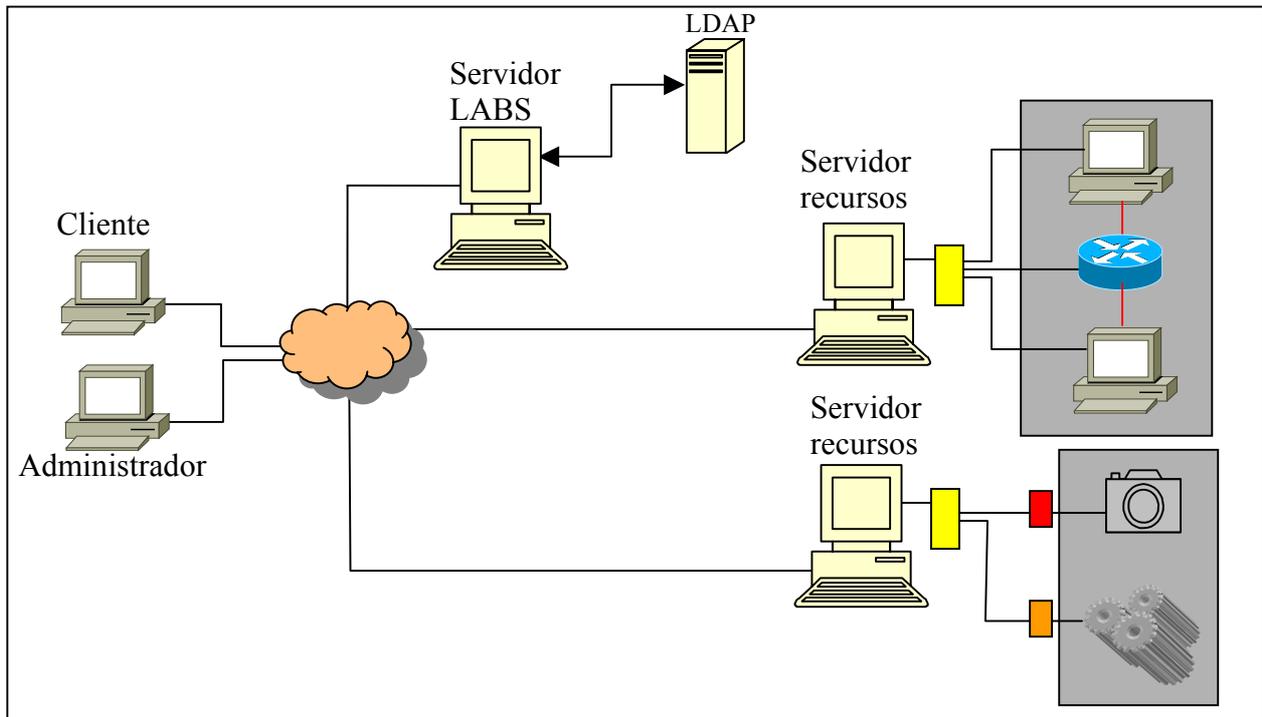


FIGURA 1

#### 4. Prototipo

En la primera etapa del proyecto, desarrollamos un prototipo para un laboratorio con dispositivos de interconexión de redes y computadoras que funcionan como servidores, para realizar prácticas de configuración y prueba con diversos escenarios que simulan el funcionamiento de redes locales, redes de larga distancia e interconexión de las mismas.

Existe un servidor que provee el acceso a los laboratorios, sus descripciones y enlaces a los distintos recursos, además de controlar el acceso de los usuarios. Otro que oficia como representante y está conectado a los recursos reales por medio de puertos seriales (dispositivos y computadoras). Ambos funcionan con un sistema operativo Linux.

Las prácticas de los alumnos son llevadas a cabo usando las facilidades de un navegador Web estándar con soporte para Java. Mediante el acceso a la página Web del servidor de laboratorios y luego de la autenticación del usuario en el servidor, se muestra una lista de las prácticas y materiales disponibles para este alumno. Una vez elegido el laboratorio, se delega el control a un applet Java que sirve como interfaz del laboratorio, mostrando todos los recursos disponibles y las consignas de la práctica. Buscamos un alto grado de generalidad e independencia entre la aplicación Java que maneja el laboratorio y los recursos a los que puede acceder el usuario. Esto se logra proveyendo una descripción genérica de cada recurso y las operaciones permitidas en un lenguaje general como XML; luego la aplicación cliente puede decidir para ejecutar cada una de las operaciones disponibles sobre un recurso si usará facilidades nativas del sistema operativo o un programa descargado del servidor. Por ejemplo: en un cliente Linux, tendremos disponible un cliente SSH para acceder a un servidor, mientras que en Windows es probable que no haya tal aplicación y haga falta descargar un cliente SSH en Java del servidor de laboratorios para proveer el acceso al recurso. En general se tendrán soluciones específicas provistas para el acceso a recursos especiales e intentaremos rehusar el software ya instalado en la máquina del cliente para el resto de los recursos que estén soportados.

Creemos que este enfoque tiene como ventaja no alejar al usuario de las aplicaciones que esta acostumbrado a usar en su ambiente de trabajo, además de proveer facilidades de acceso a recursos no comunes como aplicaciones multimedia. Se puede ver que el grado de generalidad de los recursos es amplio, pudiendo ser no solo de carácter específico como dispositivos de red con acceso restringido sino también documentos en formatos estándar como PDF, HTML u otros de acceso público y simultáneo.

Así mismo, se plantea la necesidad de una herramienta para la generación de laboratorios y prácticas en general, que permita diseñar los laboratorios como en las herramientas CAD, con paletas de objetos y editores de propiedades de dichos objetos según la aplicación o área en particular. Estos diseños luego serán exportados como documentos XML que contendrán toda la información necesaria para el acceso a un laboratorio. En nuestro prototipo se está experimentando con el diseño de una topología de red con los distintos dispositivos y sus interconexiones, estableciendo que operaciones están permitidas en cada recurso, y cargando determinados valores para dispositivos como direcciones IP o mascarar y dejando otros sin configurar para que sean modificados por el alumno cuando realiza la práctica.

Un ejemplo de esta aplicación se puede ver en la figura 2, en ella se puede ver como el usuario puede seleccionar desde el gráfico el recurso al que desea, y acceder a él a través de una consola SSH implementada en Java.

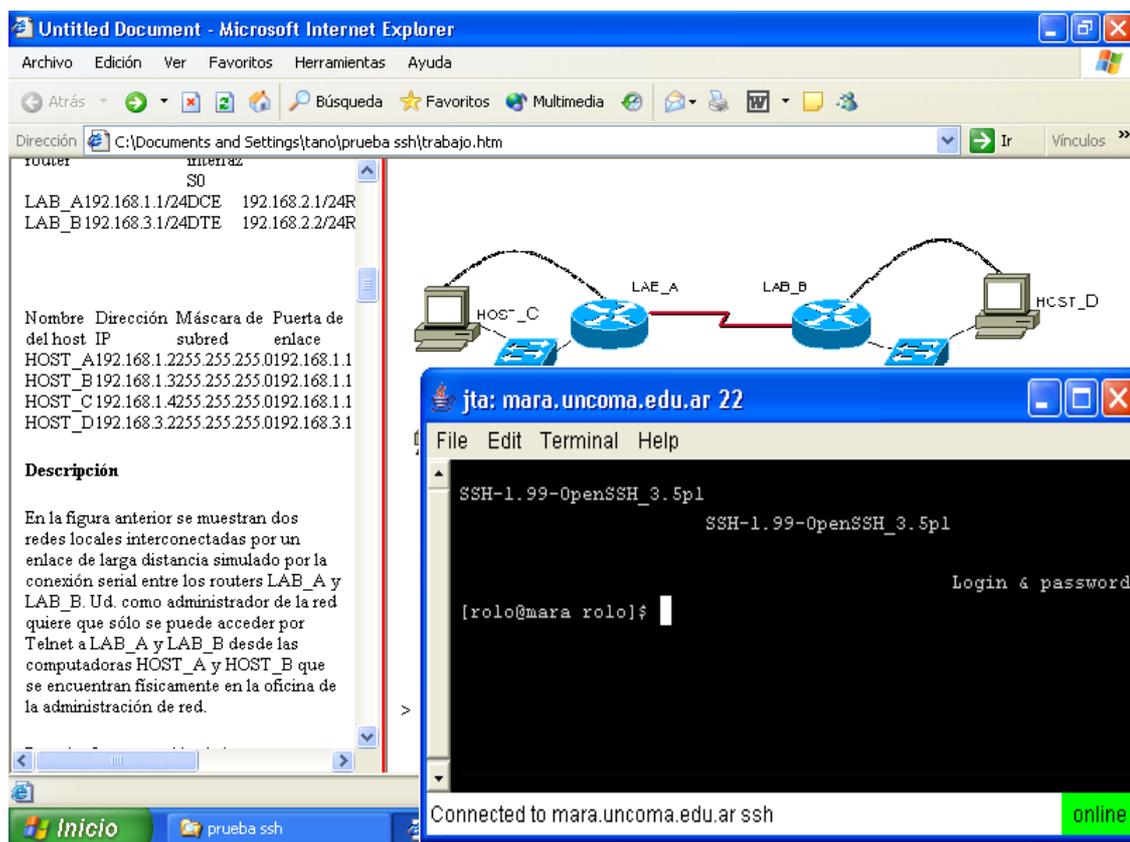


FIGURA 2

## 5. Trabajo futuro

Como se ha planteado en este trabajo para la creación de laboratorios remotos existe una gran complejidad tanto a nivel tecnológico como didáctico, nuestro desafío es encontrar una propuesta lo suficientemente general para abarcar distintos tipos de problemáticas brindando una solución satisfactoria a cada uno de estos aspectos.

Un caso práctico en el que estamos trabajando es el prototipo para una laboratorio remoto de redes con recursos virtuales y físicos, este nos sirve en dos aspectos fundamentales, el primero es poder aplicar y probar conceptos del framework y el siguiente es lograr contar con una herramienta útil para la puesta en producción de cursos que puedan formar integralmente a los alumnos que deseen capacitarse. Este trabajo esta en sus inicios, nos hemos centrado en la práctica de los alumnos restando aun definiciones e implementaciones para las áreas de administración y creación dinámica de laboratorios.

## 6. Referencias

- [1] Di Stefano, A., Fazzino, F., Lo Bello, L. and Mirabella, O.: "Virtual Lab: a Java Application for Distance Learning". Proceedings of 6th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation 1997.
- [2] Overstreet, J. W. and A. Tzes. "An Internet Based Real-Time Control Engineering Laboratory", IEEE Control System Magazine 1999.
- [3] C. C. Ko, B. M. Chen, J. Chen, Y. Zhuang, and K. C. Tan, "Development of a web-based laboratory for control experiments on a coupled tank apparatus", IEEE Transactions in Education, Vol. 44, No. 1, pp. 76-86, 2001.
- [4] Y. Lee, W. Ma, D.H.C. Du, and J. Schnepf, "Creating a Virtual Network Laboratory," University of Minnesota Supercomputing Institute Research Report UMSI 99/59, 1999.
- [5] Bing Duan, Keck-Voon Ling and Habib Mir M. Hosseini, "Developing a Framework for Online Laboratory Learning Objects ", Proceedings of WSEAS ICECS and WSEAS E-Activities 2003, Vol, 5, pp. 467-157, Sentosa, Singapore, 2003.
- [6] A. BERQIA, A. DIOP, J. HARMS, "A Virtual Laboratory for Practical exercises", in International Conference on Engineering Education ICEE 2002, Manchester, GB, August 19-20, 2002.
- [7] COELHO, Paulo and Raúl Oliveira, "Arquitectura do laboratório remoto e-Cassiopeia". In proceedings of CRC'2001, Covilhã, November, 2001.
- [8] OpenLDAP, <http://www.openldap.com>
- [9] Extensible Markup Language (XML), <http://www.w3.org/XML/>