

# Innovando Prácticas de Enseñanza y de Evaluación de Aprendizajes con Empleo de Laboratorio Remoto

Federico Lerro, Susana Marchisio, Claudio Merendino

Grupo de Investigación en Educación Mediada por Tecnologías en Ciencias e Ingeniería (GIEMTeCI)

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario

Rosario, Argentina

[flerro2@yahoo.com.ar](mailto:flerro2@yahoo.com.ar), [timbucorreo@gmail.com](mailto:timbucorreo@gmail.com), [claudiomerendino@hotmail.com](mailto:claudiomerendino@hotmail.com)

**Abstract**—En la sociedad del conocimiento, la Ingeniería se vincula a la tecnología de un modo especial, integrando un entramado sociotécnico complejo que incluye a los ingenieros en calidad de agentes y a las tecnologías como objetos de desarrollo y herramientas con las que operan, implicando en ello la puesta en acción de competencias tecnológicas y sociales. En el desarrollo de tales competencias, es conocido el papel de la formación experimental. El trabajo focaliza en la integración curricular del Laboratorio Remoto de Física Electrónica, en dos momentos diferentes del proceso educativo, con objetivos de aprendizaje y de evaluación.

**Keywords**— *formación experimental, TIC, laboratorios remotos, integración curricular.*

## I. INTRODUCCIÓN

Resulta básico reconocer que la práctica de la Ingeniería es mucho más que el desarrollo de un ejercicio técnico. En ella se ponen en juego la confluencia de saberes como productos de procesos de investigación e innovación en ciencia y tecnología; la misma involucra la búsqueda de soluciones a problemas complejos, diseño creativo; exploración de alternativas; desarrollo de procedimientos, modelización, trabajo en equipos; empleo de redes; fluidez en la comunicación y la fundamentación de ideas. Se trata además de una profesión con un rol indelegable en el desarrollo sostenible; con intervención de condicionantes éticos, ambientales, sociales, técnicos.

Estos aspectos, marcados como necesidades de formación son además el sustento de un reclamo reiterado de educación tecnológica superior de calidad expresado por organismos públicos, asociaciones profesionales y agencias de acreditación en todo el mundo.

En el marco de un planteamiento didáctico asentado en el desarrollo de competencias, dichas necesidades, concretadas en saberes, no se conciben como un conocimiento a alcanzar inerte o descontextualizado. Las estrategias formativas a desarrollar han de constituirse en motor de aprendizajes profundos, movilizándolo en forma integrada y funcional, llegando a la producción de una actuación eficaz. Es claro que estos saberes deben ir construyéndose a lo largo del plan de estudios. Asumiendo la singularidad de la estructura

cognitiva de cada estudiante y sus diferencias personales, los equipos docentes en cada asignatura deberán entonces proponer estrategias y recursos didácticos variados, para asegurar su concreción.

En relación con ello, no cabe duda que el aula, como micro contexto, es el espacio privilegiado en el que se expresa la acción didáctica, enmarcando toda una serie de condiciones que afectan el proceso pedagógico, en su dimensión relacional y tecnológica, favoreciendo o inhibiendo el desarrollo de determinados procesos necesarios para la construcción de esos aprendizajes profundos y complejos que permitirán el alcance de los objetivos de formación buscados.

Con referencia a las condiciones didácticas propiciadoras de diferentes tipos de aprendizajes [1], entre otros, sostiene que los contextos, según sus características, pueden promover o facilitar aprendizajes más superficiales o más profundos. En ello estarán implicadas dimensiones tales como: el tipo de actividad que los métodos de enseñanza y de evaluación implementados promueven, las expectativas académicas, el feedback en el proceso de aprendizaje, el clima del aula, entre otros.

A ello se agrega que con Internet, la Web 2.0 y 3.0, las redes y la nube, las nuevas formas de producir, comunicarse, investigar, conocer, trabajar, ubicar a las tecnologías con un rol destacado en los escenarios educativos [2]. De ahí que tiene sentido resignificar el concepto de aula concibiéndolo como un “ambiente de aprendizajes” [3] en el que, integrando lo físico y lo virtual, se provean los mecanismos para el despliegue de una interactividad didáctica [4] significativa. En esta integración de aula presencial y virtual intervienen, en forma directa o mediada: exposiciones y orientaciones personales valiosas; propuestas de actividades simuladas o reales; contenidos teóricos o experimentales; variados recursos y objetos de aprendizaje; intercambios y producciones individuales y conjuntos. En distintos momentos, los mismos son puestos en acción con objetivos de enseñanza o de evaluación. En cualquier caso, es claro que esa integración de procesos, secuencias y situaciones han de promover aprendizajes valiosos. Esto implica, el desarrollo de la autonomía en la resolución de tareas, la resignificación conceptual, la adecuada comprensión, integración y transferencia de conocimientos a

situaciones nuevas, la puesta en práctica de actitudes reflexivas y pro-activas hacia el autocontrol de los propios procesos de aprendizajes.

Este trabajo focaliza en la integración curricular del Laboratorio Remoto de Física Electrónica, en dos momentos diferentes del proceso educativo, con objetivos de aprendizaje y de evaluación. Para una adecuada comprensión de la misma, en el siguiente apartado se describen, en primer lugar, las características de la asignatura y del laboratorio remoto.

## II. DESCRIPCIÓN

### A. La Asignatura como Contexto

El trabajo se enmarca en la asignatura “Física de los dispositivos electrónicos” de la carrera Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional de Rosario, Argentina. La asignatura representa para el estudiante su primer acercamiento a la Electrónica en el ámbito de la Carrera. Su dictado se apoya en un enfoque que considera la naturaleza científica y técnica de los dispositivos electrónicos básicos, vinculando curvas, materiales y artefactos, en ida y vuelta permanente entre la teoría y la práctica. Se busca que el estudiante no sólo comprenda la utilidad de los dispositivos, sino también que aprenda a “construirlos” conceptualmente, a analizar su comportamiento y predecir aplicaciones. Esto plantea la necesidad de tomar contacto con los dispositivos, de ensayarlos y a la vez de elaborar los modelos físico y tecnológico correspondientes.

En lo cognitivo, se prioriza la construcción de aprendizajes, mediante estrategias que buscan favorecer el establecimiento de relaciones conceptuales ordenadas y jerarquizadas, la construcción de modelos, la búsqueda y análisis de la información, el estudio de procesos, la hipotización, el análisis, la síntesis y la integración. Esto es a los fines de facilitar diferentes, pero a la vez convergentes, vías de acceso al conocimiento. Para ello la asignatura cuenta con desarrollo de actividades presenciales en laboratorio tradicional y clases obligatorias; así como de cumplimiento, estudio y evaluación sin asistencia. Para posibilitar esa flexibilidad de dictado se dispone de materiales de estudio variados: módulos escritos, guías de trabajo, simulaciones (applets), sistema hipermedial y laboratorio remoto.

La estrategia básica para el avance en los contenidos es la resolución de actividades entendidas como problemas complejos para el aprendizaje y la evaluación procesual formativa. Esta enfoque se asocia a una forma de enseñar que rescata el uso de la teoría y la práctica como una integración en permanente diálogo reflexivo, la experimentación como exploración a partir de la indagación sobre un marco de teoría, la formulación de hipótesis y la resolución de problemas que, más allá del cálculo, demanden del análisis, la construcción de modelos y la producción de saberes en distintos niveles.

En ese contexto, la experimentación se concibe como una actividad que lleva a que el estudiante, integrando pequeños equipos de trabajo, adquiera competencia en diferentes técnicas de medición, adopte una actitud investigativa, tome contacto con los dispositivos concretos, analice sus propiedades conectándolas con los conceptos trabajados, se familiarice con

curvas características y discuta aplicaciones complementando el análisis científico desde una perspectiva de uso tecnológico.

### B. El Laboratorio Remoto. Sus Características Básicas

La necesidad de sostener el desarrollo de prácticas en laboratorios (implicando interacción con equipos, materiales y fenómenos en situaciones reales) ha motivado que desde la cátedra se haya promovido ya hace unos años, el contar con un laboratorio remoto que se integrara al dictado, facilitando vías adicionales de acceso al conocimiento, en el momento y lugar que el estudiante requiera.

Al igual que los laboratorios virtuales de simulaciones, los laboratorios remotos están basados en Web. La mayor diferencia entre ambos es que en un “laboratorio remoto” se opera sobre procesos reales, requiere equipos físicos que realizan los ensayos localmente, pero en los que el usuario accede en forma remota a través de una interfaz que está implementada mediante software. Este tipo de desarrollos permite la realización a distancia de prácticas experimentales, reales y posibilita a las instituciones el compartir recursos costosos en el marco de dictados de asignaturas con propósitos de e-learning. Un antecedente relevante es el VISIR [5]. Este laboratorio remoto, difundido internacionalmente, permite al estudiante montar un circuito electrónico analógico básico en todas sus partes, conectar los dispositivos de medida y alimentación y ajustar todo el conjunto para completar el experimento; y todo ello a través de una aplicación web [6].

A los efectos de este trabajo, nos focalizamos en el Laboratorio Remoto de Física Electrónica [7]. El mismo surgió en el año 2007 como proyecto final de la carrera de Ingeniería Electrónica de dos alumnos de la Universidad Nacional de Rosario [8]. Este laboratorio contaba en sus inicios con la posibilidad de desarrollar ensayos sobre dispositivos semiconductores de manera de obtener automáticamente las curvas Volt-Ampere del dispositivo. En años subsiguientes, a partir del uso curricular con estudiantes de grado de Ingeniería, atendiendo a apreciaciones y sugerencias, se agregaron más dispositivos y se ofreció la posibilidad de modificar, a voluntad del usuario, distintas opciones de ensayo.

El sistema Laboratorio Remoto está realizado 100% en interface web, requiriéndose sólo de un navegador web para su funcionamiento, sin necesidad de instalar plug-in adicionales. El mismo corre perfectamente en PC (Windows, Linux, MacOs) y en dispositivos móviles (Android, Windows Phone, iOS). Por otra parte, se lo ha integrado a Sistemas de Gestión de Aprendizajes (SGA), y a redes sociales o laboratorios de otras universidades.

Más allá de dichas integraciones, los estudiantes pueden acceder al mismo directamente, sin pasar por otros recursos, mediante un nombre de usuario y contraseña. Los resultados de cada ensayo se almacenan en el servidor del Laboratorio, permitiendo que cualquier estudiante pueda volver a ver los suyos en cualquier momento.

En las Figuras 1 y 2 puede observarse, a modo de ejemplo, la interface de este laboratorio, a los efectos de seleccionar ensayos y visualizar resultados, respectivamente.

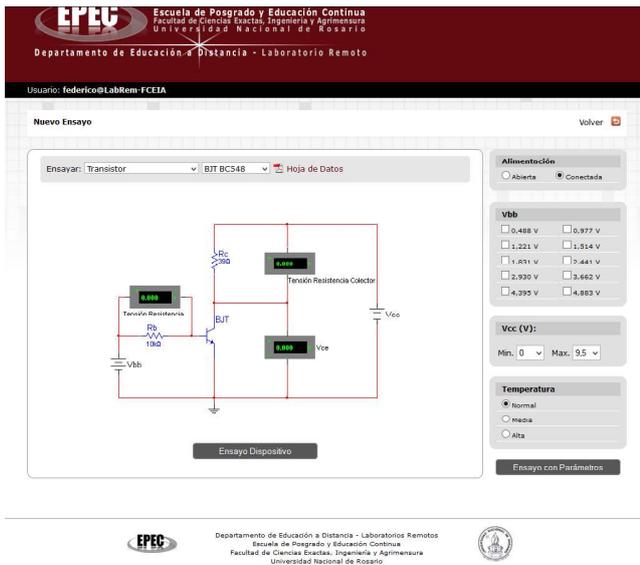


Fig. 1. Selección de ensayo a realizar. En este caso medición de parámetros V-I de un transistor bijuntura.

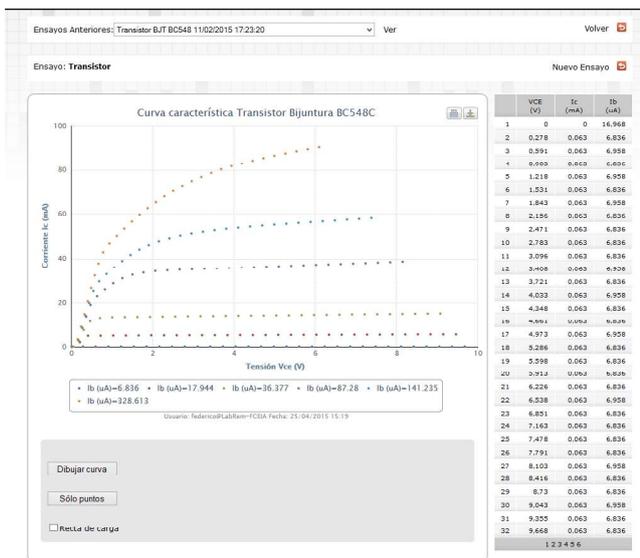


Fig. 2. Visualización de resultados.

Como se observa en la Figura 2, los resultados de cada experimento se presentan al usuario en forma de tabla y en forma gráfica interactiva. Estos resultados son fácilmente exportables para posterior análisis a Excel o en formato HTML. El sistema permite acceder a más de un usuario, pero para realizar los ensayos utiliza cola de trabajo, poniendo a los demás usuarios en espera. Como los tiempos de ensayo son menores a un minuto, no se hacen necesarios sistemas de planificación más avanzados.

Desde una perspectiva educativa, coincidimos con [9] en que lo conveniente es facilitar a los estudiantes el acceso y la

realización de las prácticas experimentales con laboratorio remoto, en el mismo espacio virtual en el que se accede a los materiales de estudio y se sostienen los intercambios comunicativos didácticos. De esta motivación, surgió la vinculación con el SGA e-educativa [10]. En esta integración, el laboratorio ocupa el rol de un módulo de actividades del sistema, permitiendo al docente solicitar actividades dentro del aula virtual. Las actividades solicitadas son realizadas en el laboratorio remoto y sus resultados son devueltos a la SGA [11].

La aceptación de los estudiantes, recogida en encuestas de opinión, incentivó el desarrollo de nuevas posibilidades, tanto para facilitar la gestión del mismo como para ampliar el número de usuarios, habilitando compartirlo con otras instituciones. Una de ellas fue la Universidad de Deusto (Bilbao, España), que dispone de una vasta cantidad de laboratorios de desarrollo propio y de libre disponibilidad, como también un sistema de gestión de los mismos [12], ampliamente difundido en Europa. Con la integración de ambos sistemas de Laboratorios [13], se posibilitó que los estudiantes de la UNR tengan acceso a nuevos ensayos y experimentos; a la vez que el Laboratorio Remoto de Física Electrónica esté disponible para todos los que accedan a WebLab Deusto. Esta vinculación posibilita, tanto en uno como en otro sentido, el acceso a los sistemas de otras instituciones, creando redes completas de colaboración interuniversitaria (federación) [14].

Asimismo, a los fines de proveer a los estudiantes un modo de acceso que resulte adecuado a sus hábitos, se integró el sistema de gestión de nuestro laboratorio a redes sociales (Facebook y Twitter). El ingreso a través del usuario y clave personales de redes sociales es hoy el mayormente empleado por los estudiantes [15].

### C. Integración del Laboratorio Remoto en el Currículum

Se implementaron dos modos diferentes de integración del laboratorio remoto en el currículum de la asignatura [16]:

- Como recurso para la realización de actividades de aprendizaje
- Como herramienta para la evaluación

Las unidades curriculares en las que los estudiantes emplean el laboratorio remoto son las correspondientes a: diodos de juntura p-n y transistores bipolares. El primero de los temas es básico para la comprensión del comportamiento de los diferentes diodos semiconductores, y necesario para un estudio fundamentado de los procesos físicos que explican el comportamiento de prácticamente todos los dispositivos semiconductores. El segundo de los temas es de fundamental importancia en tanto requiere de la comprensión de los procesos electrónicos que se evidencian al considerar estructuras complejas que incluyen junturas en interacción.

### D. El Laboratorio Remoto como Recurso en la Realización de Actividades de Aprendizaje

El tema Junturas o Uniones ocupa dos unidades didácticas. En este caso, el empleo del laboratorio remoto se llevó a cabo en el marco de dos actividades de aprendizaje del tipo

problemas abiertos. Una vez presentado el tema por el docente con el acompañamiento de gráficos, animaciones y simulaciones (applets de libre acceso en Internet) [17]. Luego se lleva a cabo un acercamiento al recurso por los estudiantes. El mismo consistió de:

- Una explicación sobre las diferencias medulares existentes entre lo que significa operar con este “laboratorio real” de acceso remoto mediante conexión a Internet y con las simulaciones que los estudiantes emplean frecuentemente. Al respecto, se destacaron los aspectos diferenciadores en relación con las características constructivas básicas, la naturaleza de la información a la que se accede en cada caso y la interpretación que ha de hacerse de la misma por el usuario. Por otra parte, los estudiantes observaron varios ensayos de prueba frente al equipamiento a los fines de poder visualizar, ante cada solicitud del operador, el encendido del indicador luminoso vinculado al elemento que se estaba ensayando.
- Un recorrido de reconocimiento de pantallas, recursos, posibles solicitudes y operatividad. Para ello, además de una breve explicación general, se suministró a cada estudiante un usuario y contraseña individuales.

Luego de tomar un primer contacto con el laboratorio remoto y una vez finalizada la primera unidad correspondiente al tema Diodos de Juntura p-n, se solicitó a los estudiantes la resolución de las actividades que se transcriben a continuación:

- A) Estudiar el comportamiento de distintas junturas (diodos rectificadores de silicio y de germanio, diodo zener, unión base emisor y unión base colector del transistor bipolar y diodo led) e inferir sobre sus características constructivas
- B) Obtener parámetros característicos de todas las junturas P-N posibles de ser ensayadas en el laboratorio remoto, y explicar desde la perspectiva de los procesos físicos involucrados

Se pidió a los estudiantes que realicen los ensayos de los dispositivos en forma individual, pero que analicen los resultados y comuniquen los mismos al profesor en un informe grupal (en equipos de no más de dos integrantes). El tiempo disponible para el envío del informe al docente fue de dos semanas; en acuerdo con el tiempo estipulado para el dictado del tema en la asignatura.

Los estudiantes encararon la resolución de las actividades acompañados con sus materiales de estudio.

La siguiente es una de las secuencias más frecuentes que reúne las acciones que los estudiantes realizaron en pos de la resolución de las actividades, interactuando con el laboratorio remoto. La misma ha sido reconstruida a partir de la observación directa (tiempo en el aula con la presencia del profesor) y el análisis de informes grupales entregados a los profesores sobre las actividades resueltas.

Tipo de secuencia: individual

Acciones preparatorias de los estudiantes:

1. Recorren pantallas y ensayan en forma azarosa los dispositivos del laboratorio remoto,
2. Leen las actividades
3. Seleccionan el ensayo a realizar.
  - Buscando resolver A):
4. Obtienen tabla y curva completa de: a) diodo led infrarrojo; b) diodo de silicio 1N4736A, c) transistores bipolares en modo directo e inverso con conexión abierta
5. Se enfocan en el estudio de ruptura y arranque. Determinan los valores de ambas tensiones a partir de la curva completa.
6. Realizan ensayo en polarización inversa. Seleccionan ensayo.
7. Obtienen tablas y curvas para polarización inversa
8. Realizan ensayos en polarización directa en todos los casos posibles.
9. Inferen sobre las características constructivas. Concluyen sobre los niveles de dopajes en cada dispositivo ensayado a partir de los valores de la tensión de ruptura. Concluyen sobre el material a partir de los valores de la tensión de arranque.
  - Buscando resolver B):
1. Ensayan las P-N junturas en forma completa, en directa y en inversa, según resulte posible. Eligen: a) base emisor del transistor bipolar (ensayo del transistor BC548 conexión de colector abierta); b) base emisor del transistor 2N58; c) diodo led infrarrojo, d) diodo de silicio 1N4736A, e) Juntura p-n del transistor unijuntura 2N2646
2. Enfocan en la observación de la zona de polarización directa.
3. Determinan la tensión de arranque y la ecuación de la curva en cada dispositivo.
4. Algunos calculan un etha para toda la curva. Sin embargo, dado que el valor del etha de una juntura p-n depende del material y del nivel de corriente, deben sectorizar el análisis del etha
5. Eligen los puntos que les permite determinar el etha en cada región de la curva. Grafican y exportan los valores que resultan de cada ensayo a la planilla Excel.
6. Repiten para cada diodo y para las uniones p-n accesibles para la medición. Calculan cada etha.
7. Realizan tabla con los valores obtenidos en cada caso. Comparan los resultados hallados en polarización directa de cada juntura p-n.

Secuencia grupal de un equipo de dos estudiantes:

1. Conversan y acuerdan sobre cuestiones relativas a la presentación de la actividad. Abren el procesador de texto de la PC
2. Retoman los ensayos. Buscan, comparan y discuten los resultados obtenidos individualmente. Escriben mientras intercambian.

3. Revisan el material de estudio. Buscan el tema: “Junturas p-n bajo condiciones de polarización. Componentes de corriente”, de la bibliografía de la cátedra; estudio enfocado desde la perspectiva de la Física de los dispositivos electrónicos.
4. Discuten los resultados experimentales hallados a la luz de los conceptos teóricos.
5. Extraen conclusiones sobre los procesos de difusión y recombinación en las junturas p-n ensayadas.
6. Elaboran el informe correspondiente incluyendo tablas, los gráficos capturados on line extraídos del laboratorio remoto, cálculos, referencias a la bibliografía consultada y conclusiones de los estudios.
7. Envían al profesor.  
Observación: Ocasionalmente consultan la hoja de datos de los dispositivos que brinda el fabricante; si bien esto ocurre en cualquier momento, en su gran mayoría, los estudiantes lo hacen antes del primer ensayo.

#### *E. Integración del Laboratorio Remoto en la Evaluación de Aprendizajes*

La organización de las prácticas de laboratorio tradicional en la asignatura contempla la realización simultánea por varios grupos de alumnos, cada uno integrado en general por una media de tres alumnos, que abordan el experimento según lo requerido en una guía, que se realiza bajo la supervisión del profesor. Finalizada la clase de laboratorio cada grupo confecciona un informe para su evaluación. Estas tareas que se realizan en forma grupal, valiosas en sí mismas, dificultan al profesor el determinar las competencias que ha logrado cada estudiante al no poder determinar el grado de participación individual en cada experimento ni en la confección del informe.

Por otro lado, es frecuente que este tipo de enseñanza tradicional se vea afectado por factores que degradan los resultados educativos, los cuales ya fueron identificados por [18] y mencionados por [19]. En el caso de la asignatura, durante la etapa de experimentación, los tiempos que se emplean en el conexionado necesario para medir y realizar el ensayo y a superar las dificultades propias de la manipulación experimental, acordes al desarrollo de determinadas competencias que se requiere desarrolle el grupo durante la experiencia y la confección del respectivo informe, limita en muchos casos las posibilidades de profundizar en el análisis de los resultados.

Mientras, el profesor a cargo del laboratorio tiene que evaluar las competencias logradas sin el tiempo suficiente para hacerlo en forma individual, por lo que muchas veces la evaluación que deviene de esa actividad experimental del estudiante se ve distorsionada.

De ello surge el diseño del segundo modo de integración curricular del laboratorio remoto en la asignatura, complementando el trabajo experimental tradicional.

El laboratorio remoto permite al profesor, en forma sencilla, retomar las condiciones de ensayo en una instancia de

evaluación individual; el profesor valora los conocimientos operacionales y las capacidades de análisis que ha alcanzado el estudiante mediante: la realización de nuevos ensayos, la extracción de nuevos parámetros o la obtención de nuevas relaciones entre estos, promoviendo la reflexión y, por ende, la profundización de lo originalmente solicitado en el experimento. En un contexto de evaluación, lo anterior es el disparador de nuevas intervenciones del profesor y del estudiante, transformando la experiencia en una nueva oportunidad de aprendizaje.

#### III. RESULTADOS OBTENIDOS Y PROBLEMAS ENCONTRADOS

Se han reportado dos modos de incorporación del laboratorio remoto al currículum de la asignatura: a) con objetivos de aprendizaje en la unidad didáctica correspondiente al estudio de los diodos de juntura p-n y b) de evaluación de aprendizajes a posteriori de la realización de actividades experimentales en el laboratorio tradicional.

En relación con el primer modo de integración, es posible afirmar que todos los estudiantes han realizado en forma individual los ensayos requeridos para poder resolver las actividades solicitadas. Las mismas han supuesto la formulación de hipótesis y la realización de explicaciones, consideradas científicamente correctas. Se considera que los estudiantes no sólo se han visto favorecidos con el desarrollo de la competencia técnica correspondiente a la correcta realización de una medición remota, sino que, además, han tomado decisiones que hablan del ejercicio de la autonomía planificando y tomando decisiones sobre la propia actividad experimental, la construcción y puesta en acción de saberes relevantes en situaciones concretas de un modo reflexivo, la comunicación de resultados experimentales y la redacción de informes científicos.

El laboratorio remoto ha resultado además de gran utilidad al equipo de profesores como complemento del laboratorio tradicional, en la evaluación de competencias propias del trabajo experimental tradicional. La evaluación de aprendizajes da cuenta de la ejecución por parte de los estudiantes de procesos y acciones, atribuibles, a nuestro juicio, a una adecuada complementación de ambos recursos, destacándose en general, por parte de los estudiantes un adecuado desarrollo de:

- La observación, la interpretación y el análisis de resultados de mediciones;
- La deducción y el establecimiento de relaciones entre los comportamientos prácticos observables en diferentes condiciones experimentales y los argumentos científico-tecnológicos, en acuerdo con teorías sostenidas por la ciencia y tecnología de los materiales semiconductores
- La obtención de parámetros con miras al análisis científico

Por otra parte, todos los estudiantes se mostraron predispuestos favorablemente con el empleo del mismo. Es más, algunos avanzaron en la realización de ensayos no solicitados y opinaron sobre el diseño del laboratorio remoto así como sobre su uso desde una perspectiva didáctica. En

relación con ello, cabe destacar que si bien el Laboratorio Remoto de Física Electrónica ha sido incorporado en cursos regulares desde 2009, el equipo de profesores de la asignatura ha estado desde el momento inicial del diseño del prototipo en contacto con el mismo. Desde entonces se han llevado a cabo evaluaciones consecutivas año a año relativas a la utilización curricular. Desde 2007, más de 270 estudiantes de ingeniería electrónica han utilizado este laboratorio remoto en distintos momentos, opinando en calidad de expertos (estudiantes avanzados de la carrera) o de aprendices cubriendo contenidos de la asignatura. La base de datos del sistema de gestión del propio laboratorio reporta más de 4000 ensayos remotos realizados satisfactoriamente. Al cabo de ello podemos decir que el laboratorio remoto ha proporcionado la oportunidad de explorar nuevas metodologías de enseñanza que hacen uso de esta tecnología en contextos reales. Al respecto, se destaca que los estudiantes han tomado decisiones que muestran ejercicio de autonomía en la selección de los ensayos requeridos, la planificación y la resolución de problemas que se presentan no triviales. Asimismo, han construido y puesto en práctica el conocimiento reflexivo relevante en situaciones concretas, han comunicado resultados experimentales a compañeros y profesores, y han escrito informes científicos.

Es sabido que el conocimiento didáctico sobre el uso de estos laboratorios en la enseñanza, en un contexto de permanente innovación tecnológica, requiere del seguimiento y evaluación de experiencias y de resultados de investigaciones. Es por ello que en todas las oportunidades, respondiendo al interés en contar con resultados que permitan orientar investigaciones educativas más rigurosas, se ha solicitado a los estudiantes la realización de informes no estructurados, en los que se vuelquen libremente opiniones, valoraciones, comentarios, sugerencias personales o grupales, que apunten a la mejora del diseño y a un mejor uso del mismo.

Del análisis de los mismos, se han comunicado resultados en otras oportunidades [15] [20], dando cuenta de las preferencias, los usos y la aceptación del laboratorio remoto por los estudiantes, a través de ricos juicios valorativos tanto en relación con la plataforma laboratorio como con los ensayos y las actividades solicitadas.

Por último, se destaca la importancia que reviste el poder profundizar en este tipo de evaluaciones e investigaciones, incorporando opiniones de expertos, investigadores, desarrolladores, profesores y estudiantes de otros países y contextos, más familiarizados con este tipo de recursos.

#### REFERENCIAS

- [1] Díaz Barriga Arceo, Frida; 2003. "Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo". *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa* 5. pp.105-117. <http://www.redalyc.org/pdf/155/15550207.pdf>
- [2] S. Concari. "Tecnologías emergentes. Cuáles usamos". *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 8, No. 3, Sept. 2014, pp594-503 [http://www.lajpe.org/sep14/13\\_LAJPE\\_899\\_Sonia\\_Concari.pdf](http://www.lajpe.org/sep14/13_LAJPE_899_Sonia_Concari.pdf)
- [3] Marchisio, S. 2003. Tecnología, educación y nuevos 'ambientes de aprendizajes' una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente, *Revista RUEDA* (5), 10-19
- [4] Coll, C., Colomina, R., Onrubia J., Rochera, M.J. (1995). Actividad conjunta y habla: Una aproximación a los mecanismos de influencia educativa. In Fernández Berrocal, P. Melero Zabal, M.A, Coll, C (Ed.) *La interacción social en contextos educativos* (pp.193-326). Madrid: Editor Siglo XXI de España
- [5] Gustavsson, I., Zackrisson, J., Håkansson, L., Claesson, I., Lagö, T.L., (2007). The VISIR project – an Open Source Software Initiative for Distributed Online Laboratories", in Proceedings of Remote Engineering & Virtual Instrumentation Conference (REV), Porto, Portugal <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:836913/FULLTEXT01.pdf>
- [6] J. García-Zubia, I. Gustavsson, U. Hernández-Jayo, P. Orduña, I. Angulo, and J. Ruiz de Garibay, "El proyecto VISIR en la Universidad de Deusto: laboratorio remoto para electrónica básica" actas del IX Congreso de Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (TAEE) ISBN:978-84-96737-67-9 Madrid, Abril 2010
- [7] Laboratorio Remoto de Física Electrónica <http://labremf4a.fceia.unr.edu.ar/>
- [8] Lerro, F., & Protano, M. (2007). Web-based Remote Semiconductors Devices Testing Laboratory. *International Journal of Online Engineering*, 3(3), 1-4. <http://online-journals.org/i-joe/article/view/432>
- [9] García-Zubia, J., Hernandez, U., Angulo, I., Orduña, P., & Irurzun, J. (2009). "Acceptance, usability and usefulness of weblab-deusto from the students point of view". *International Journal of Online Engineering*, 5. <http://dx.doi.org/10.3991/ijoe.v5i1.817>
- [10] E.ducativa.com. Sitio <http://www.educativa.com/>
- [11] F. Lerro, S. Marchisio, S. Martini, H. Massacesi, E. Perretta, A. Giménez, N. Aimetti y J. Oshiro. "Performing Real Experiments from a Remote Learning Management System". *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, February 2014. Volume: 9 Issue: 1. pp: 1-5. [Digital Object Identifier: 10.1109/RITA.2014.2302052](https://doi.org/10.1109/RITA.2014.2302052).
- [12] Weblab Deusto. Sitio <http://weblab.deusto.es/website/>
- [13] Lerro, F., Orduña, P., Marchisio, S., García-Zubia, J. (2013). "Development of a Remote Laboratory Management System and Integration with Social Networks". *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (IJES)* Vol 2, No 3 pp33-37. <http://online-journals.org/index.php/i-jes/article/view/3821>
- [14] Orduña, P.; Lerro, F.; Bailey, P.; Marchisio, S.; De Long, K.; Perreta, E.; Dziabenko, O.; Angulo, I.; Lopez-de-Ipina, D.; García-Zubia, J., (2013). "Exploring complex remote laboratory ecosystems through interoperable federation chains," *Global Engineering Education Conference. IEEE. EDUCON* 2013. pp.1200,1208 <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6530259&isnumber=6530074>
- [15] F. Lerro & S. Marchisio (2015) "Preferences and uses of a remote lab from the students' viewpoint", *International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, 2015. Sept. 2015. pp. 854 – 857. Italia [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=7318139&url=html%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D7318139](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=7318139&url=html%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D7318139)
- [16] Lerro, F., Marchisio, S., Perretta E., Plano, M., Protano, M. Using the Remote Lab of Electronics Physics Laboratory to Support Teaching and Learning (2012) in García Zubia, J y Alves, G. (ed.). *Using Remote Labs in Education: Two Little Ducks in Remote Experimentation* ISBN 978-84-9830-335-3.
- [17] Wie, C.R., (1998). The Semiconductor Applet Service. <http://jas.eng.buffalo.edu/>
- [18] Jiménez, L.M., Reinoso, O., Puerto, R., Azorín, J.M. Laboratorios remotos para las prácticas de ingeniería de sistemas y automática en la Universidad Miguel Hernández. (Alicante) España, 2003
- [19] Saire, A. & Gómez, H., (2008). Distance learning environment in industrial automation using remotes laboratories, *Investigación Aplicada e Innovación* 2(2), 109-116. Accesible desde [http://app.tecsup.edu.pe/file/sga/documentos/revistali/li\\_4/7.pdf](http://app.tecsup.edu.pe/file/sga/documentos/revistali/li_4/7.pdf)
- [20] Lerro, F.; Marchisio, S.; Plano, M.; Protano, M.; Von Pamel, O. 2008. "A remote lab like a didactic resource in the teaching of the physics of electronic devices". *Proceedings 11th International Conference on Interactive Computer aided Learning*; September 24 – 26, 2008. Villach.