

Posibilidades didácticas del “Laboratorio remoto de Física Electrónica”. Resultados de una primera evaluación en uso con estudiantes

Federico Lerro, Susana Marchisio, Oscar Von Pamel

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

flerro2@yahoo.com.ar, smarch@fceia.unr.edu.ar, vonpamel@fceia.unr.edu.ar

Resumen

Se presentan resultados de un estudio exploratorio llevado a cabo con la participación de alumnos, cuyo objetivo fue examinar la potencialidad didáctica del laboratorio remoto de desarrollo propio, llamado “Laboratorio Remoto de Física Electrónica”- <http://labremf4.fceia.unr.edu.ar/>. Este laboratorio remoto permite, entre otros, ensayar diferentes tipos de diodos y transistores. Específicamente se solicitó a estudiantes de Ingeniería Electrónica que cursan Física IV, el empleo del laboratorio remoto para la realización de las siguientes actividades: a) estudiar el comportamiento de distintas junturas e inferir sobre sus características constructivas y b) obtener parámetros de los dispositivos en distintas condiciones de ensayo, y explicar los comportamientos observados desde la perspectiva de los procesos físicos. Los estudiantes elaboraron además informes a partir de una evaluación personal del laboratorio remoto.

Palabras claves: Laboratorio remoto, desarrollo propio, estudio exploratorio, posibilidades didácticas, dispositivos electrónicos

Introducción

La inclusión de la experimentación real a distancia mediante el empleo de laboratorios remotos en el campo de la formación de ingenieros no es nueva. Un trabajo de revisión [1] que incluyó el análisis de 42 publicaciones entre 1997 y 2007, revela la existencia de

laboratorios remotos en distintos lugares del mundo diseñados para la enseñanza de contenidos en diferentes campos disciplinares de la Ingeniería; entre ellos, destacan la Electrónica, la Robótica, la Automática y la Física como los campos que cuentan con mayor número de desarrollos. Los autores del mismo trabajo [1] señalan además la insuficiencia de propuestas didácticas con laboratorios remotos sustentadas en lo educativo desde una concepción constructivista del aprendizaje. Mientras que, en otro trabajo en el que se reporta empleo y evaluación de un laboratorio remoto desde la perspectiva de los alumnos [2] se señala que pocos autores focalizan en el análisis de la potencialidad de los laboratorios remotos como recurso en el marco de estrategias promotoras de aprendizajes.

Acordando con ello y con el sustento de lo arriba expuesto para la formación en el campo de las ingenierías, cabe preguntarse: ¿Qué implica afirmar que un laboratorio remoto, - así como cualquier otra tecnología -, es una “herramienta didáctica”? Se afirma que un laboratorio remoto tiene “utilidad didáctica”; pero ¿a los fines de la construcción de qué aprendizajes, o para el desarrollo de qué competencias? ¿Qué procesos cognitivos puede favorecer su uso en un contexto de enseñanza? ¿Hace falta que se den condiciones para que el laboratorio remoto se constituya en una herramienta o recurso didáctico? ¿Cuáles?

Este trabajo reporta resultados de un estudio exploratorio llevado a cabo con la participación de alumnos, cuyo objetivo fue examinar la potencialidad didáctica del laboratorio remoto de desarrollo propio, llamado “Laboratorio Remoto de Física

Electrónica”, para la formación básica de futuros ingenieros de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) en el área de los dispositivos electrónicos. Las condiciones en las que se llevó a cabo el estudio fueron: a) dictado experimental que incluyó el uso del laboratorio remoto por estudiantes en el espacio curricular de la asignatura Física IV, carrera Ingeniería Electrónica (UNR) en temas Juntas y transistor BJT, b) resolución autónoma por estudiantes de actividades de aprendizaje con empleo del laboratorio remoto y c) realización de informes de evaluación sobre el laboratorio remoto también realizados por los estudiantes

Este trabajo se organiza de la siguiente manera. En primer lugar, se indaga acerca de la “utilidad didáctica” del laboratorio remoto; se analizan los objetivos de la formación de ingenieros y se describe el escenario en el que se desarrolla el estudio. Luego se puntualizan las características constructivas del laboratorio remoto empleado, destacando aquellas que, a priori, resaltan como más valiosas desde una perspectiva didáctica. A posteriori se presentan los resultados del análisis de los informes de evaluación realizados por los estudiantes que emplearon el laboratorio remoto en el dictado experimental y por último se describen las mejoras que ya han sido realizadas al laboratorio remoto y se discuten los resultados del estudio.

Buscando razones didácticas a la incorporación del laboratorio remoto

Las nuevas tecnologías, el aumento exponencial del conocimiento, las modificaciones en la organización del trabajo, el continuo cambio social, la internacionalización de la práctica profesional, son algunas de las características de esta sociedad del conocimiento, que plantea nuevas necesidades formativas a las instituciones universitarias. Como es sabido, las mismas son además el sustento de un reclamo reiterado de formación de calidad expresado por

organismos públicos, asociaciones profesionales y agencias de acreditación en todo el mundo.

Con referencia a ello se destacan como necesidades: el desarrollo de habilidades para la búsqueda y selección de información; de procesos mentales que le permitan al graduado el uso crítico y creativo de la misma a los efectos de definir, encarar y resolver problemas en los que hay incertidumbre en los datos o simplemente se desconocen; el desarrollo de competencias para visualizar lo global como un todo, como un sistema complejo integrado y relacionado, pero que al mismo tiempo permita ver, analizar y/o derivar lo específico. Se remite a un perfil de ingeniero que, casi con independencia de su especialidad, formule, desarrolle y use modelos; exponga y fundamente sus ideas; haya adquirido autonomía cognitiva para la exploración de alternativas y procedimientos; para la operación de distintas variables; para la toma de decisiones responsables y éticas tanto en contextos de incertidumbre como de urgencias laborales; pero a la vez, haya logrado plena comprensión y aceptación de una forma de trabajo en colaboración, sintiéndose parte de un equipo, para lo cual le será necesario haber desarrollado habilidades comunicativas y expresivas tanto en su relación con las personas como con los objetos (tecnologías y recursos, en general) con los que opera. Todo ello a los efectos de diseñar, proyectar, desarrollar, innovar, gestionar, supervisar, dirigir, liderar, con un alto sentido de responsabilidad y ética, sistemas integrados que incluyen personas, materiales, equipos, energía e información en la búsqueda de la calidad, de la disminución de costes, del crecimiento sustentable de la empresa o de la organización a la que pertenece o asiste desde distintos espacios, profesionales o académicos.

Asumidas como ciertas estas necesidades formativas, se hace indispensable centrar la atención sobre las características que ha de asumir la acción didáctica. En relación con ello, no cabe duda que el aula es el espacio

privilegiado en el que la misma se expresa, enmarcando toda una serie de condiciones que afectan el proceso pedagógico, en su dimensión relacional y tecnológica, favoreciendo o inhibiendo el desarrollo de determinadas estrategias, necesarias para el alcance de esos objetivos de formación buscados. Como dice Gimeno [3] tanto la conducta de los alumnos como la de los profesores se explica por estar integrada en un contexto que condiciona los procesos comunicativo–didácticos involucrados.

Al respecto, el “contexto áulico” es concebido como un “ambiente de aprendizajes” [4] de dimensiones dilatadas por el aprovechamiento de la potencialidad para la representación y la comunicación que surge de la integración de medios y recursos, incluso de aquellos que tradicionalmente se han sostenido en espacios educativos no formales o de capacitación laboral. En este ambiente / aula ampliada la acción didáctica se configura como generadora de situaciones [5] que permite la comunidad de prácticas reales y simuladas, directas y mediadas, fundamentadas epistemológica, psicológica, tecnológica y sociológicamente [6] para el establecimiento de una verdadera interactividad educativa [7]. La misma adquiere sentido a los fines de promover en los alumnos, en un proceso idiosincrásico, pero compartido, aprendizajes con un alto grado de significatividad y funcionalidad, tendiendo al logro de la autonomía en la resolución de tareas, en la aplicación de conceptos, en la puesta en práctica de actitudes reflexivas y pro-activas; planificando eficazmente, eligiendo estrategias, evaluando procesos y productos, adquiriendo autocontrol de las propias actividades de aprendizaje.

Es por ello que decir que un laboratorio remoto es un recurso valioso desde una perspectiva didáctica, implica, a juicio de los autores de este trabajo, poder distinguir en él su potencialidad para constituirse en un medio / herramienta útil a la generación de situaciones de aprendizaje que promuevan el desarrollo de esos procesos cognitivos

complejos. ¿Qué puede aportar entonces el laboratorio remoto a la construcción de ese ambiente de aprendizajes? Distintos autores han expresado como ventajas de los laboratorios remotos: la posibilidad de experimentación libre sobre dispositivos reales sin necesidad de estar físicamente en un laboratorio, la flexibilidad del horario para realizar la práctica, el ahorro de tiempo en tareas previas a realizar en un laboratorio tradicional, seguridad y confianza en la experimentación [8]. Otros beneficios destacados en la bibliografía son: la mejora de la disponibilidad de los equipos de laboratorio, el incremento del número de tareas o prácticas de laboratorio, la flexibilidad y amplitud de los horarios disponibles para la experimentación [9], la posibilidad de aprovechar recursos humanos y materiales en los laboratorios tradicionales, la ampliación de la oferta horaria del alumno en su formación y la posibilidad de llevar a cabo experimentos de forma estructurada o incluso más abierta, en la que los estudiantes desarrollan habilidades de resolución de problemas, observación, interpretación y análisis de los resultados, de forma similar a la que los investigadores realizan [10]

Es claro que no todas estas ventajas se dan per se y que mientras algunas ventajas se fundamentan en la mejora de procesos cognitivos, otras, - sin entrar a discutir su validez e importancia -, refieren a aspectos que tienen más que ver con la gestión educativa y tecnológica de las instituciones

Metodología

El dictado experimental para la realización del estudio objeto de comunicación en este trabajo se llevó a cabo en la asignatura Física IV, ubicada en el segundo año segundo semestre de la carrera Ingeniería Electrónica de la UNR. Los temas incluidos en el programa de la asignatura incluyen el estudio de la materia y de su estructura, de diferentes tipos de materiales y del funcionamiento físico de las

junturas y de los dispositivos básicos del mundo electrónico. El enfoque se inicia con el análisis y reestructuración del basamento conceptual hacia un modelo de materia dentro del paradigma cuántico. El estudio de los diferentes materiales hace uso de una caracterización que parte tanto del análisis de su estructura como de sus propiedades eléctricas, ópticas y magnéticas con proyección tecnológica. Así, al análisis de los modos de funcionamiento de los dispositivos y a las consideraciones acerca de su uso se integra permanentemente el sustento conceptual aportado por el estudio de la Ciencia y de la Tecnología de los materiales, estableciendo sus relaciones, a través del desarrollo de formas de pensamiento que dialécticamente, en el avance sobre cada tema, conjuguen construcción y análisis de modelos científicos y tecnológicos.

El diseño didáctico responde a una concepción que, en lo cognitivo, 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. Todo ello a los fines de facilitar diferentes, significativas y convergentes medios de acceso al conocimiento, cubriendo el estudio de dispositivos con diferentes recursos y actividades, desde una doble perspectiva: científica y tecnológica. Para ello la asignatura cuenta con desarrollo de materiales de estudio variados: módulos escritos, simulaciones (applets), sistema multimedia y laboratorio tradicional; cuenta también con un sitio en Internet y una lista electrónica a través de la cual se sostiene la comunicación en forma permanente. El dictado experimental incluye momentos de enseñanza cara a cara y estrategias de e-learning [11].

La estrategia básica empleada para lograr el avance en los contenidos por parte del alumno es la resolución de actividades entendidas

como problemas complejos para el aprendizaje y la evaluación procesual formativa. Este 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 en el laboratorio tradicional se concibe como una actividad que lleva a que el estudiante, realizándola en pequeños equipos de trabajo, adquiera competencias 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 tecnológica.

En el marco del dictado experimental se sostiene en calidad de hipótesis que el laboratorio remoto, integrado en la realización de actividades significativas de resolución de problemas abiertos y complejos, puede colaborar a que los estudiantes de ingeniería desarrollen competencias en:

- La observación, la interpretación y el análisis de resultados de forma similar a la que los investigadores realizan [10].
- La resolución autónoma de tareas, la puesta en práctica de actitudes reflexivas y pro-activas, la planificación, el autocontrol de las actividades de aprendizaje
- La interpretación a los fines de la argumentación acerca del comportamiento de los dispositivos electrónicos básicos en diferentes condiciones experimentales.
- La obtención de parámetros, el análisis y la construcción de modelos tecnológicos
- El ensayo experimental a través de una metodología de trabajo habitual en espacios laborales actuales.

La incorporación del laboratorio remoto en el dictado experimental se dio en el marco de actividades de aprendizaje de resolución individual planteadas a los estudiantes como problemas abiertos cubriendo los temas: junturas y dispositivos de más de una unión. 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, como es el caso de los transistores. Específicamente se solicitó a los alumnos:

- Estudiar el comportamiento de distintas junturas (diodos rectificadores de silicio y de germanio, diodo zener, unión base emisor y unión base colector del BJT, diodo led) e inferir sobre sus características constructivas
- Obtener parámetros característicos de los dispositivos, (a modo de ejemplo, el η en el caso de un diodo; la ganancia de corriente en conexión emisor común, resistencia dinámica de salida, etc. en el caso de un BJT) en distintas condiciones de ensayo (distintas temperaturas), y explicar los comportamientos observados desde la perspectiva de los procesos físicos involucrados

Los enunciados fueron suministrados a los estudiantes luego de tomar un primer contacto con el laboratorio remoto, finalizada la primera unidad correspondiente al tema junturas. El acercamiento inicial al recurso por los estudiantes consistió de:

- Una explicación sobre las diferencias medulares existentes entre este “laboratorio real” de acceso remoto mediante conexión a Internet y el “laboratorio virtual” de simulaciones con el que los estudiantes estaban familiarizados. Al respecto, se destacaron los aspectos diferenciadores en

relación con las características constructivas básicas de cada laboratorio, 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 activo.

- 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 propios.

Los estudiantes resolvieron las actividades propuestas en forma autónoma, fuera del aula. La entrega de los correspondientes informes conteniendo la resolución de las mismas al equipo docente se pautó en dos semanas, en coincidencia con el tiempo dedicado en el programa de la asignatura al tratamiento de cada uno de los temas. Una vez finalizado el dictado experimental se solicitó a los estudiantes la realización de un informe de evaluación del laboratorio remoto que incluyera, en un formato de escritura libre, un análisis de sus prestaciones desde un punto de vista educativo, además de críticas y sugerencias de mejora

El laboratorio remoto

El primer desarrollo del laboratorio remoto [12] fue realizado en el marco de un proyecto final de la carrera Ingeniería Electrónica.

En esa oportunidad, los objetivos a lograr mediante el desarrollo del prototipo fueron:

- Obtener las curvas características de (a) diodo en polarización directa; (b) diodo Zener; (c) Transistor *bijuntura* en conexión emisor común; (d) J-Fet y (e) Fototransistor.
- Ensayar los dispositivos en diferentes polarizaciones
- Obtener algunos parámetros característicos de los dispositivos a partir de los resultados

En cuanto a sus prestaciones, se buscó:

- Ensayo de varios dispositivos en el mismo laboratorio
- Independencia de plataforma de acceso (compatible con distintos exploradores tales como Mozilla, Internet Explorer, Opera)
- Funcionamiento sin el uso de agregados
- Interfaz sencilla, intuitiva, de fácil uso
- Acceso sólo a usuarios registrados a los fines de posibilitar la recuperación por parte de cada usuario de sus ensayos previos. Al respecto, durante la realización del experimento, los eventos son guardados en el servidor de base de datos del laboratorio por lo que el alumno tiene la posibilidad de recuperar los datos y visualizar los resultados del experimento.
- Ingreso a más de un usuario mediante el empleo de un buffer. Específicamente, si al mismo tiempo más de un estudiante desea realizar un ensayo mediante el laboratorio remoto, el sistema habilita a uno de ellos mientras los restantes quedan en espera. Cuando el primer test finaliza, el sistema habilita a un segundo y así sucesivamente.
- Exportación de datos a planilla Excel a los fines de un análisis y tratamiento posterior

En definitiva, la prioridad pasó por el logro de un desarrollo de hardware y software de bajo costo que permitiera a un usuario conectado a Internet desde cualquier PC, con flexibilidad de modelos y con niveles de actualización no exigentes, la experimentación y medición, a distancia, de parámetros y el análisis, mediante curvas, de dispositivos semiconductores reales. De ese modo, incluso un alumno que sólo se conecte a Internet desde una estación tipo Cyber, podía realizar los experimentos sin necesidad de instalaciones complementarias. A partir de una primera evaluación por docentes y un primer grupo de alumnos que habían aprobado la asignatura, en calidad de expertos, se vio la necesidad de realizar ajustes a ese primer desarrollo, así como algunas modificaciones en la interfaz a los fines de:

- Posibilitar, en el ensayo del BJT y del J Fet, el análisis de curvas por partes
- El desarrollo de ensayos con temperatura en forma separada del resto de los ensayos.

La arquitectura del laboratorio remoto ha sido descrita en trabajos anteriores [11], [13]. Uno de los ensayos permite visualizar las curvas características del BJT. La Figura 1 muestra una pantalla correspondiente a este ensayo.

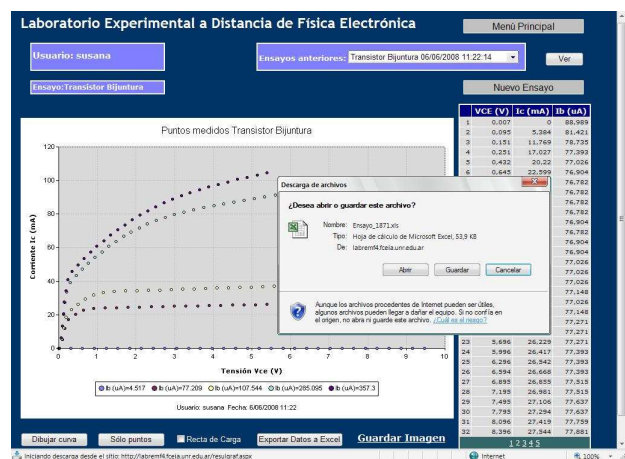


Fig. 1: Visualización del ensayo del BJT. Puede observarse la tabla de valores, el gráfico de puntos y la exportación de los datos mediante Excel.

Resultados

Participaron 12 estudiantes. Los registros en la base de datos del laboratorio remoto revelan que todos ingresaron y realizaron ensayos con todos los dispositivos habilitados. Algunos estudiantes realizaron informes de evaluación individuales, resultando 5 informes. En la mayoría de los casos, el informe constó de un sintético listado de consideraciones valorativas y sugerencias muy concretas sobre el diseño de interfase y funcionalidad del laboratorio remoto; un informe incorporó además la descripción y explicación de cada ensayo y los resultados obtenidos, acompañados tablas y gráficos.

Los informes dan cuenta del interés de los estudiantes en poner a prueba al laboratorio remoto con ensayos por tramos, incluyendo zonas extremas de las curvas. Se analizaron y categorizaron las observaciones realizadas por los alumnos, resultando de ello las Tablas 1 a 6 que se muestran a continuación.

Categoría	Dimensiones	Valoraciones	Sugerencias	
El laboratorio remoto	Funcionalidad	Responde rápidamente a lo solicitado, es intuitivo y de fácil manejo		
	Pertinencia	Los ensayos son útiles para resolver las actividades	Agregar más ensayos: LDR, termistor, fotodiodo, diodo túnel	
	Interfase gráfica			Zoom o ajuste automático de los ejes para mejor visualización en algunas curvas
				Agregar la figura del circuito en la pantalla de resultados
				Habilitar libre movimiento de gráficos
			Las tablas muestran demasiados valores	Dejar sólo la opción de exportar los datos
			Los valores de las tablas son demasiado precisos. Se aprecia una milésima	Sería bueno que los valores mostrados en distintos ensayos no se repitieran
				Agrupar ensayos de un mismo dispositivo
	Ensayo de los diodos rectificador en directa y zener en inversa	Interfase gráfica	Muy buena visualización de las curvas	Agregar visualización de la curva completa del diodo
Diseño del ensayo			Agregar ensayo a diferentes temperaturas	
				Agregar algún valor de corriente en zona de no conducción en directa

Tabla 1: Resultados de la evaluación global por alumnos del laboratorio remoto y de los ensayos con diodos

Categoría	Dimensiones	Valoraciones	Sugerencias
Ensayo del BJT modo activo	Interfase gráfica	Muy buena visualización de las características en todas las zonas de trabajo. La experiencia es altamente satisfactoria	
			Agregar ensayo en conexión base común.
	Diseño del ensayo		Agregar ensayo con temperatura y superponer las curvas en único gráfico
Ensayo del BJT modo inverso	Interfase gráfica	Se producen saltos para los valores de I_b cercanos a 0	
		Al visualizar la zona de no conducción, se observan pequeños quiebres en las curvas. Da idea de ensayo real	
Ensayos de la juntura base colector del BJT	Interfase gráfica	Excelente visualización de la característica. Se diferencian las zonas	
			Obtener curvas de variación de temperatura y superponer las en único gráfico
	Diseño del ensayo		Sería interesante medir las temperaturas de trabajo

Tabla 2: resultados de la evaluación por alumnos de los ensayos del BJT en modo activo e inverso y del estudio de la juntura base - colector

Categoría	Dimensiones	Valoraciones	Sugerencias
Ensayos de la juntura base emisor del BJT a distintas temperaturas	Interfase gráfica	Excelente visualización de la característica. Se pueden distinguir bien las zonas	
		El sistema naturalmente da error cuando se solicita trazar la recta de carga	Agregar más opciones para Vbb y eliminar la opción de visualización de la recta de carga.
	Diseño del ensayo		Sería interesante medir las temperaturas de trabajo
Estudio de la ganancia del BJT a $I_b = \text{cte.}$ A distintas temperaturas	Interfase gráfica	Se observa claramente la variación de la ganancia con la temperatura	
		Resultados coherentes con los obtenidos mediante otros ensayos	
		Pequeños quiebres en las curvas. Da idea de ensayo real	
Ensayo completo del BJT en conexión emisor común	Interfase gráfica	Resulta muy útil y didáctico poder visualizar el funcionamiento completo en única gráfica	
	Diseño del ensayo		Sería interesante obtener la característica de transferencia y observarla en el mismo gráfico

Tabla 3: resultados de la evaluación por alumnos de los ensayos del BJT en forma completa en conexión emisor común, incluyendo estudio de variaciones de ganancia y ubicación del punto de trabajo con la temperatura

Categoría	Dimensiones	Valoraciones	Sugerencias
Ensayo del fototransistor con variación de temperat.	Interfase gráfica	Muy buena visualización de las características de salida	
	Diseño del ensayo	No varían en forma significativa las curvas a distintas temperaturas	

Tabla 4: resultados de la evaluación por alumnos del ensayo completo del fototransistor

Categoría	Dimensiones	Valoraciones	Sugerencias
Ensayo del Jfet completo con variación de temperatura	Interfase gráfica	Muy buena visualización de las características de salida	
		Se aprecian claramente las distintas zonas	
			Agregar opción de mostrar el lugar geométrico del pinch off
	Diseño del ensayo		Aumentar el rango de Vds para visualizar la ruptura
		No varían en forma significativa las curvas a distintas temperaturas	

Tabla 5: resultados de la evaluación por alumnos del ensayo completo del J-FET

Categoría	Dimensiones	Valoraciones	Sugerencias
Ensayo del Led infrarrojo	Interfase gráfica	Los valores de las tablas se repiten de un ensayo al otro; quita realismo	
	Diseño del ensayo		Agregar algún valor de corriente en no conducción

Tabla 6: resultados de la evaluación por alumnos del ensayo del Led infrarrojo

Conclusiones

Las mejoras realizadas en el laboratorio remoto

A partir del estudio se han empezado a implementar algunos ajustes y modificaciones. Hasta el momento, a partir de las sugerencias de los estudiantes, se han hecho cambios en el hardware y software así como en la interfase que permiten:

- Obtener y visualizar en un mismo ensayo la curva completa del diodo
- Obtener y visualizar las curvas de variación de temperatura del transistor bijuntura en un mismo gráfico de manera de poder compararlas
- Modificar la escala de los ejes de las curvas graficadas, de manera de poder observar mejor ciertas características de cada uno de los dispositivos.

Por otra parte, en coincidencia con algunas propuestas de los estudiantes, el desarrollo avanza en consonancia con los resultados de la evaluación previa realizada por el equipo docente en:

- Adición de nuevos dispositivos de ensayo: transistor unijuntura, diodo de cuatro capas (Shockley), led de diversos colores, transistor bijuntura de germanio y otras variantes de transistores bijunturas
- Mejora de la interfase de selección de ensayos

La potencialidad didáctica del laboratorio remoto según análisis de resultados del estudio

El laboratorio remoto permitió a los estudiantes ensayar y obtener curvas corriente-tensión de diodos de diversos tipos, transistores Bijuntura y J-Fet así como también realizar los análisis significativos de los procesos físicos buscados a través de la resolución de las actividades propuestas. Si bien en principio, los alumnos emplearon el laboratorio remoto a los fines de resolver esas actividades de aprendizaje, el grado de apropiación por los estudiantes de esta

herramienta parece haber trascendido los objetivos del estudio. Al respecto, todos los estudiantes se mostraron predispuestos favorablemente a lo largo del estudio. En cuanto a la tarea de evaluar el laboratorio remoto, la misma ha significado un importante plus a los fines del aprendizaje, en tanto, el estudiante ha avanzado, a partir de ella, en la realización de ensayos no solicitados, lo que ha derivado en un uso rico y creativo del laboratorio remoto.

La mayoría de las sugerencias fueron consideradas adecuadas. Los estudiantes han empleado al laboratorio remoto como recurso complementario del laboratorio tradicional, se han atrevido a proponer ensayos con objetivos nuevos y a solicitar el agregado de otros dispositivos que son objeto de estudio en la cátedra. Es importante destacar, por otra parte, que no todas las valoraciones y/o sugerencias de mejora realizadas por los estudiantes parecen ser las más adecuadas desde una perspectiva de análisis didáctico. Es lógico que los estudiantes en el rol de usuarios, prefieran que se eliminen opciones de experimentación que dan respuestas de error por parte del sistema o ensayos de dispositivos en condiciones en los que no resultan útiles las respuestas devueltas por el laboratorio remoto. Sin embargo, esa mala o innecesaria respuesta del sistema, puede representar para el estudiante un aporte importante a su formación, en tanto, si se aprovecha convenientemente, dispara nuevos procesos de análisis, el planteo y prueba de nuevas hipótesis que redundarán en una mejor estructuración cognitiva.

En síntesis, desde una perspectiva de análisis de los resultados educativos, puede decirse que el dictado experimental, con la incorporación del laboratorio remoto en el marco de estrategias de aprendizaje activo, ha resultado en una experiencia altamente satisfactoria. Los estudiantes se han involucrado tomando decisiones sobre su propio proceso de aprendizaje y han realizado interesantes valoraciones y propuestas de mejora que, se

estima, redundarán positivamente sobre el diseño del laboratorio remoto y sobre los aprendizajes de futuros alumnos. Los resultados alientan nuevas experiencias a la vez que permiten afirmar que el laboratorio remoto puede constituirse en un recurso didáctico valioso para la formación de ingenieros.

Por último, pensando tanto en los beneficios reportados en investigaciones actuales como en el avance tecnológico, se destaca que en el marco de una cooperación internacional, se han iniciado acciones tendientes a su integración a una plataforma Moodle.

References:

- [1] Gravier, C., Fayolle, J., Bayard, B., Ates, M and Lardon. J. "State of the Art about Remote Laboratories Paradigms - Foundations of Ongoing Mutations". International Journal of Online Engineering (iJOE), Vol. 4, N° 1, (2008)
- [2] Garcia-Zubia, J. Hernandez, U. Angulo, I., Orduña, P., Irurzun, J. "Acceptance, Usability and Usefulness of WebLab-Deusto from the Students Point of View". International Journal of Online Engineering (iJOE), Vol 5, No 1 (2009)
- [3] Gimeno Sacristán, J. El currículum: una reflexión sobre la práctica. Madrid: Morata (1988)
- [4] Marchisio, S. Tecnología, Educación y Nuevos ambientes de aprendizajes. Una revisión del campo y derivaciones para la capacitación docente. Revista RUEDA. Vol. 5. (2003)
- [5] Gagné, E. La psicología cognitiva del aprendizaje escolar Aprendizaje Visor (1985)
- [6] Díaz Barriga, F. Metodología de diseño curricular para educación superior. Trillas (1997)
- [7] Coll, C. Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las TICs. Sinéctica, 25, 1-24 (2004). In: <http://www.ub.edu/grintie> (02/02/08)
- [8] Ibarra, C; Medina S.; Bernal Á. Implementación de un Laboratorio Virtual para el Estudio de Dispositivos Electrónicos. TE&ET | Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. N° 2.(2007)
- [9] Saire, A.; Gómez, H. Distance learning environment in industrial automation using remotes laboratories, Invest Apl. Innov 2(2), (2008)
- [10] Rosado, L. y Herreros, J.R. Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. Recent Research Developments in Learning Technologies www.formatex.org/micte2005/286.pdf. (2005)
- [11] Cheng, K., Chan, C.; Chan C., Cheung, T., Development of a web-based virtual power electronics laboratory experiment, ICCE/SchoolNet 2001 International Conference on Computer in Education. (2001)
- [12] Lerro F.G, Protano M.D: Web-based Remote Semiconductors Devices Testing Laboratory. IJOE (2007). In: <http://www.i-joe.org/ojs/include/getdoc.php?id=440&article=161&mode=pdf>.
- [13] Lerro, F. Marchisio, S. Plano, M., Protano, M. Von Pamel, O. 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; Kassel University Press, (2008)