

1er Congreso Latinoamericano de Ingeniería





CLADI 2017

Congreso Latinoamericano de Ingeniería

Autores: Cuenca Pletsch, Liliana / Gentiletti, Gabriel / Berardi, Omar Enrique / Fachinotti, Víctor / Waigandt, Diana / Burgos, Enrique Sergio / Gandulfo, María Itatí / Giuliano, Héctor Gustavo / Milevich, Liliana / Spector, Mario / et. al.

Corrección: Magalí Berardi

ISBN 978-987-1896-84-4

Fecha de catalogación 17/11/2017

Comité Organizador Local:

Dr. Bioing. Gerardo Gabriel Gentiletti
(Decano FI-UNER)

Ing. Omar Berardi (Decano FRP-UTN)

Ing. Diana Musto (FRP-UTN)

Mg. Diana Waigandt (FI-UNER)

Dr. Rubén Acevedo (FI-UNER)

Ing. Mónica Krenz (FRP-UTN)

Lic. Edith Mercaich Sartore (FRP-UTN)

Integrantes Nacionales e Internacionales:

Mg. Ing. Liliana Cuenca Pletsch
(Presidenta CONFEDI)

Ing. Roberto Giordano Lerena
(Secreario Gral. CONFEDI)

Mg. Ing. Miguel Sosa
(Decano UTN FRD)

Ph. D. Ing. Jaime Salazar Contreras
(ASIBEI)

Comité Académico

Acevedo, Rubén - Argentina

Adur, Javier - Argentina

Aguinaga Barragán Álvaro-Ecuador

Alcain, Rosa Laura - Argentina

Almandoz, María Rosa - Argentina

Alonso, Fernando - Argentina

Añino, María Magdalena - Argentina

Aruga, Gabriela - Argentina

Arus, María del Carmen - Argentina

Atum, Yanina - Argentina

Avellaneda, Daniel Alberto - Argentina

Balacco, José - Argentina

Balastro, Gustavo Carlos - Argentina

Barrios D'Ambra, Ricardo - Argentina

Basterra, José Leandro - Argentina

Battisti, Marisa - Argentina

Beneyto, Pablo - Argentina

Benítez, Irma Manuela - Argentina

Berli, Marcelo - Argentina

Biurrun Manresa, José - Argentina

Bolla, Gustavo - Argentina

Bollati, Verónica - Argentina

Bonell, Claudia - Argentina

Breccia, Blanca - Argentina

Brutti, Celestino Benito - Argentina

Budini, Nicolás - Argentina

Burgos, Enrique Sergio - Argentina

Caballero, Raúl Manuel - Argentina

Cabrera, Juan Carlos - Argentina

Campana, Diego - Argentina

Camprubí, Germán - Argentina

Carrere, Alejandro - Argentina

Carrere, Carolina - Argentina

Carrizo, Enrique - Argentina

Castañeda, Liliana - Argentina

Cherniz, Analía - Argentina

Ciccarelli, Rubén - Argentina

Cirera, Eduardo - Argentina

Cirimelo, Sandra - Argentina

Cosia, Victoria - Argentina

Cukierman, Uriel - Argentina

Dachary, Alejandro - Argentina

Dalfaro, Nidia - Argentina

Davies, Cristina Veronica - Argentina

Díaz Zamboni, Javier - Argentina

Di Paolo, José - Argentina

DiPaolo, Nicolás Alfredo - Argentina

Doñate, Pedro - Argentina

Escher, Leandro

Espinosa Ramirez, Juan - Chile

Fachinotti, Víctor Daniel - Argentina

Farías Alejandro - Argentina

Fava de Oliveira, Vanderli - Brasil

Favant, José Luis - Argentina

Felissia, Sergio - Argentina



El 1° Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CLADI 2017)

se desarrolló en el Centro Provincial de Convenciones de Paraná (Entre Ríos), durante los días 13, 14 y 15 de septiembre de 2017 bajo el lema "La Ingeniería: su compromiso con el desarrollo tecnológico y social".

El encuentro congregó participantes de toda Latinoamérica y estuvo orientado a abordar no solo los desafíos científico-tecnológicos específicos de las diferentes ramas de la ingeniería, sino que también resultó el espacio adecuado para compartir experiencias de enseñanza-aprendizaje, proyectos, programas y políticas de gestión de las Unidades Académicas en las que los profesionales se forman. En ese sentido, justamente, fue una excelente oportunidad para crear lazos, efectivizar acuerdos interinstitucionales y potenciar el rol del ingeniero en la profesión, la investigación y la academia.

Los ejes temáticos del CLADI 2017 estuvieron marcados por Políticas Universitarias y Gestión; Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social; Educación en Ingeniería; Desarrollo Regional; Vinculación Universidad; Empresa y Estado; Ingeniería Sostenible: Energía, Transporte, Gestión Ambiental y Cambio Climático; Obras y Proyectos de Ingeniería; Problemáticas en el Ejercicio Profesional de la Ingeniería; Internacionalización en Ingeniería.

Durante el encuentro se presentaron 353 trabajos, con la participación de más de 1000 autores de diferentes países de Latinoamérica. Lo que sigue es la publicación de cada una de las presentaciones como el más ajustado corolario de un gran esfuerzo que ilumina el horizonte de la ingeniería de nuestra región.

Física atómica para ingeniería eléctrica y en electrónica: Experimentos históricos virtuales

Lucero, Irene. Rodríguez Aguirre, Juan Manuel

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura –UNNE–, irmairenenprof@gmail.com

Resumen— Este trabajo muestra el resultado de la implementación de experimentos cruciales de la física moderna como prácticas de laboratorio con simulaciones. Se pretende fortalecer el aprendizaje de registro y tratamiento de datos medidos, tan importante en la Física, como el conocimiento de experimentos que fueron hitos en la historia de la Física. Las tecnologías de la era digital permiten el aprendizaje en otros entornos. Muchas simulaciones de fenómenos físicos, disponibles en la web, presentan escalas de medición en su representación gráfica o posibilidad de modificar valores, pudiendo usarlas como dispositivos experimentales, cuando no se cuenta con ellos en el laboratorio. Generando propuestas didácticas adecuadas y pensadas críticamente, estas simulaciones se convierten en un recurso didáctico de alto potencial para el aprendizaje de ciertos fenómenos, constituyéndose en un complemento de las clases de teoría y problemas. La evaluación de la propuesta didáctica presentada se realizó a través de las producciones de los estudiantes y de una encuesta aplicada al finalizar el cursado de Física Atómica. La calidad de los informes presentados y el grado de aceptación por parte de los alumnos de la forma de trabajo y los materiales empleados, son rasgos alentadores para incorporar otras actividades de este tipo.

Palabras clave— física, laboratorio, virtualidad, historia.

I. INTRODUCCIÓN

LA asignatura Física atómica del 2º año de las carreras de Ingeniería Eléctrica y en Electrónica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE, desarrolla los contenidos que se conocen habitualmente como *física moderna*. Es un curso cuatrimestral organizado en dos clases semanales de 2 horas cada una, dado que la carga horaria es de 4 horas de acuerdo al diseño curricular de la carrera. De las cuatro horas se destinan 3 a las clases teóricas, 1 para clases prácticas de problemas y 2 horas extras, no obligatorias, para consultas presenciales.

Los contenidos del programa de Física atómica están organizados siguiendo la línea de tiempo de los diferentes experimentos y fenómenos que se dieron en el siglo XX y que son el basamento de la física cuántica, la nuclear y la de partículas. Desde la cátedra se considera importante el enfoque histórico en la presentación de estos contenidos y es por ello que algunos de los experimentos cruciales de la física moderna se abordan, no sólo por su importancia histórica, sino como contenidos para el aprendizaje de técnicas de laboratorio y tratamiento de datos experimentales. Se contaba en la institución con los dispositivos para realizar algunos de los experimentos importantes de la física moderna como: determinación de e/m con uso de tubo de rayos catódicos, el experimento de Millikan de la gota de aceite, el experimento de Frank y Hertz. Son equipos comprados en tiempos pasados, que se fueron deteriorando y hoy no están en condiciones de ser

usados; por otra parte, el diseño curricular de la carrera ya no incorpora para esta Física la modalidad laboratorio como obligatoria para el desarrollo de las clases, en virtud de la escasa carga horaria presencial atribuida.[1].

Desde la enseñanza de la Física se sabe bien que el carácter experimental de la misma no puede dejarse de lado, por lo que en esta cátedra se piensa que es necesario incorporar el pensamiento experimental en el desarrollo de los contenidos de alguna manera. Es por ello que se pensó en utilizar el entorno virtual para poder llevar a cabo algunos experimentos, trabajando con simulaciones que sean de uso gratuito en la web y puedan ser disponibles para el alumno fuera del aula universitaria.

El trabajo que aquí se presenta, se corresponde con dos de los laboratorios en entorno virtual que se diseñaron para la asignatura *Física atómica*. Estos prácticos forman parte de las secuencias didácticas educativas con apoyo de TIC que se están diseñando para cursos de física básica universitaria y para escuelas secundarias, en el marco del Proyecto de investigación “*Universidad y Escuela Secundaria mancomunadamente por la enseñanza –aprendizaje de la Física–*” (F005, subsidiado por SGCyT, UNNE).

Este proyecto tiene por objetivo general generar secuencias didácticas con apoyo de TIC, que son probadas en las aulas universitarias y secundarias para conformar material de apoyo a docentes que enriquezca la literatura en Didáctica de la Física y aporte a los docentes de la región, propuestas que son realmente posibles de ser implementadas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Una de las unidades del programa de Física atómica se refiere a los primeros experimentos de la física moderna. Tal es así que se abordan la determinación de la relación carga-masa del electrón del Thomson y la determinación de la carga del electrón de Millikan. Estos experimentos fueron hitos en la historia de la física que permitieron ir dando forma al modelo atómico, concepto clave para interpretar el comportamiento de la materia, y construir las diferentes teorías científicas.

La propuesta que aquí se presenta consiste en estudiar estos experimentos como prácticas de laboratorio virtuales, domiciliarias, autónomas y colaborativas. Es sabido que existen en la web simulaciones gratuitas que muestran algún fenómeno físico en forma interactiva. No siempre están diseñadas para trabajarlas como práctico de laboratorio, sin embargo, eso es posible cuando presentan escalas de medición en su representación gráfica [2].

Se usaron las simulaciones del Curso Interactivo de Física en Internet “Física con Ordenador” de Ángel Franco García de la Universidad del País Vasco en España, cuya

dirección URL es: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>, específicamente las tituladas Medida de la relación carga-masa y Medida de la unidad fundamental de carga, ubicadas en la sección electromagnetismo de la mencionada página web.

Los alumnos trabajan agrupados en comisiones de 4 a 6 integrantes desde sus propias computadoras, fuera del aula. La guía para la realización del trabajo la descargan del aula virtual de la asignatura. Las mediciones y registros de datos la realizan en forma individual, para completar luego una planilla digital colaborativa donde se cargan las mediciones realizadas por cada uno de los integrantes. Cada integrante realiza una serie de 6 mediciones y la tabla para el procesamiento de los datos queda constituida con la totalidad de las mediciones de cada integrante. Se exige la presentación de un informe por comisión del práctico realizado, que debe contener todos los ítems de un informe científico y las respuestas a los cuestionarios propuestos en la guía.

La guía didáctica es cuidadosamente preparada por el profesor, con el espíritu de la educación a distancia, dado que el estudiante debe trabajar en forma autónoma, sin explicaciones del docente. Ella contiene las instrucciones sobre: acceso y navegación, medición de magnitudes, tabulación y procesamiento de los datos, recomendaciones para la redacción del informe y cuestionarios referidos a: marco teórico que sustenta el experimento, análisis cualitativo del fenómeno en que se basa y situación histórica científica del momento en que fue realizado originalmente.

En el caso de la determinación de la relación carga-masa se relevan valores de campo eléctrico aplicado y distancia de desviación del haz de electrones para luego por medio de ajuste de regresión lineal obtener la relación carga-masa de una gráfica de $d = f(E)$, conocidos los parámetros constantes del dispositivo.

En la determinación de la carga del electrón se relevan datos de longitud recorrida y tiempo empleado por la gota de aceite moviéndose entre las placas de un condensador que es conectado y desconectado de la fuente de alimentación. Los valores relevados permiten obtener la velocidad de caída y subida de la gotita, para luego determinar la carga de la misma. La serie de valores de carga de distintas gotas se grafican en función del número de medición $Q = f(N)$. El agrupamiento de puntos que presenta la gráfica permite hacer un análisis que muestra que los saltos, en el eje de ordenadas, entre los grupos de puntos se corresponden con el valor de la carga elemental.

Con una encuesta semiestructurada al final del cursado se midió la aceptación, por parte del alumnado, de estas actividades y la autoconsistencia de las guías diseñadas. En los informes se evaluaron los aprendizajes de conceptos y procedimientos propios del quehacer experimental más la capacidad para interpretar los fundamentos teóricos de la experiencia y el contexto histórico en cuanto al avance de la ciencia. Con el reporte de la plataforma del aula virtual y el historial de participación en los documentos compartidos, se pudo realizar el seguimiento del uso de los materiales y la participación en el trabajo del grupo.

III. RESULTADOS

Por el límite de páginas no se muestran los resultados de todas las preguntas de la encuesta, que abarcaban desde el

formato general de los materiales didácticos hasta los aspectos de cada tipo de instrucción presentada. Se dan los de las preguntas más generales.

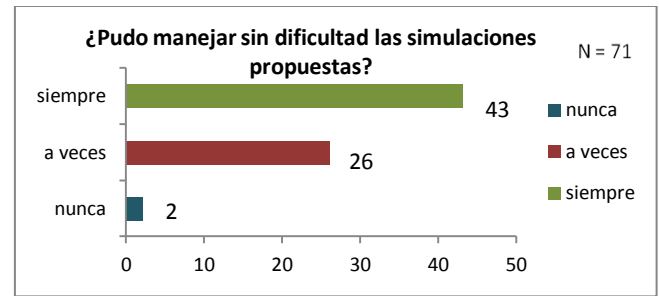


Fig. 1: Manejo de las simulaciones

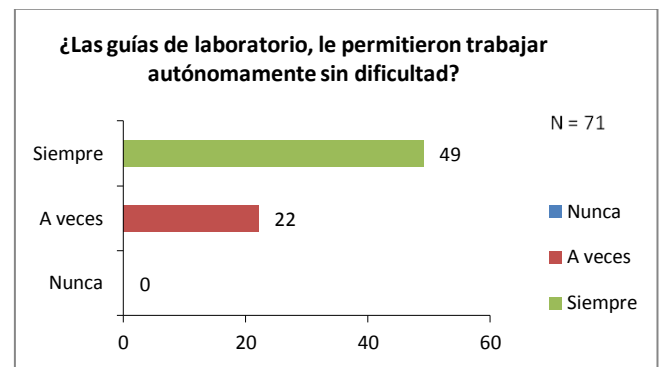


Fig. 2: Guías y autonomía de trabajo

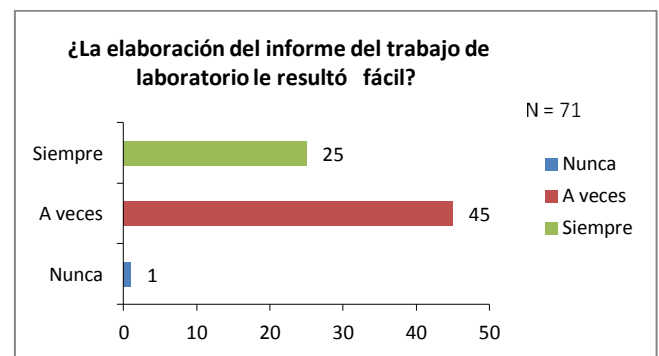


Fig. 3: Elaboración del informe

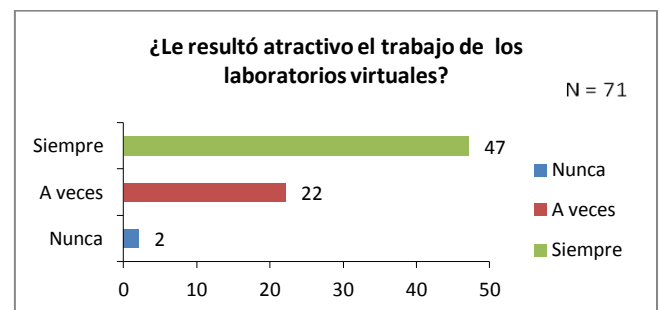


Fig. 4: Aceptación de los laboratorios virtuales

Los valores que se ven en los gráficos permiten inferir que el material de estudio les permitió trabajar autónomamente. Esta afirmación se refuerza con el hecho de que no se recibieron consultas en el aula virtual ni en clases, respecto de los procedimientos para la realización de los prácticos, pero algunos manifestaron que controlar la gota de aceite y hacer las mediciones fue una dificultad.

Puede verse que la elaboración del informe no ha resultado ser tan fácil, es mayor el número que contesta a veces que siempre. Pudieron verse buenos informes en cuanto al estilo de redacción de la técnica operatoria y descripción del dispositivo virtual, tabulación de datos, construcción de gráficas y cálculos de errores. Las respuestas a las cuestiones cualitativas sobre el fenómeno que sustenta la experiencia, sobre las decisiones para el tratamiento de datos y los aspectos históricos han tenido que ser corregidas en su mayoría y, en muchos casos, ni siquiera fueron resueltas.

Del reporte del aula virtual se vio que la totalidad de alumnos cursantes descarga los materiales de estudio. Monitoreando el trabajo en los documentos compartidos se aprecia que han trabajado correctamente y respetando los tiempos pautados.

IV. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La Física forma parte de las asignaturas del ciclo básico en todas las ingenierías. Es sabido que en la modalidad de las clases prácticas se incluyen resolución de problemas y trabajos de laboratorio. Esas clases se convierten entonces en un espacio de vital importancia para el desarrollo de competencias relacionadas con la teorización y modelización de procesos, con la actividad experimental, con el análisis de situaciones encaradas como sistemas, generando la actitud abarcativa y sistémica que un ingeniero debería tener frente a un problema [3].

Los resultados obtenidos de la implementación de esta propuesta didáctica son alentadores, en cuanto a que a los alumnos les resultó atractiva la forma de trabajo y pudieron manejarse con solvencia en el entorno virtual, tanto en el aula para obtener los materiales, con las simulaciones mismas y en los documentos colaborativos de tabulación de datos.

Puede hacerse finalmente un análisis teórico que permita tener puntos de referencia para el trabajo con este tipo de actividades. Se toman diferentes perspectivas desde donde mirar esta propuesta.

A. Desde las TIC como recurso didáctico

Nadie pone en discusión que las TIC tienen un alto potencial educativo siempre que se tengan claros qué recursos TIC utilizar, para qué y cómo utilizarlos. En este caso se usan cuatro tipos de recursos diferentes: 1- el aula virtual creada en una plataforma específica brindada por la institución, a través del equipo UNNE Virtu@l. El aula actúa como repositorio de materiales y canal de comunicación entre alumnos y con los docentes. 2- la página con las simulaciones que brinda un entorno virtual donde realizar el trabajo de laboratorio. 3- el sitio donde se crea el documento compartido para trabajar colaborativamente en la carga de datos de la experiencia. 4- los programas para realizar las gráficas matemáticas requeridas en el procesamiento de datos y para la edición del texto del informe, Excel y Word respectivamente.

B. Desde la modalidad educativa

Usar el entorno virtual como espacio educativo hace que sea posible el trabajo fuera del aula, es decir a distancia. Al trabajar a distancia el material de estudio requiere de un diseño didáctico adecuado, donde debe ponerse especial cuidado en que el receptor pueda interpretar los contenidos e instrucciones para que pueda autogestionar su

aprendizaje. La complejidad de la relación docente alumno a distancia necesita, por parte del emisor generador de los materiales, que éstos sean diseñados cuidadosamente *“para suplir las carencias que genera la falta de presencialidad”* [4]. El diálogo a través de los materiales debe ser suficiente para que el alumno logre realizar las tareas y reflexiones que le llevarán a producir el informe del trabajo experimental realizado, en el cual deberían quedar plasmados sus aprendizajes.

Por otra parte, trabajar a distancia permite expandir las paredes del aula y mantener una relación asincrónica para el proceso enseñanza-aprendizaje. Se aprovechan otros tiempos donde necesariamente no están juntos el docente y el alumno. Pueden trabajarse otros contenidos o aspectos que no se dan en las clases presenciales, abarcando otras miradas al objeto de estudio de la disciplina involucrada.

C. Desde la enseñanza de la física

Las clases de laboratorio en física son necesarias dado el carácter fáctico de la disciplina. En un laboratorio se aborda el estudio de un determinado fenómeno desde el punto de vista experimental. Ello significa que se aprenden distintos procedimientos asociados al proceso de medir, procesar e interpretar datos, vinculados a los conceptos teóricos que sustentan el diseño del práctico experimental que, seguramente, está asociado a alguna ley física que vincula las magnitudes que se manipulan en el dispositivo.

En estos trabajos experimentales virtuales se dieron todos los procedimientos involucrados en un laboratorio: reconocimiento del instrumental, lectura en instrumentos de medición, registro de datos, tabulación, construcción e interpretación de gráficas, cálculo de parámetros físicos, cálculo de errores experimentales.

La elaboración del informe permitió desarrollar competencias para la elaboración y comunicación de resultados en forma escrita. Por otra parte, la resolución de las cuestiones cualitativas requirió del análisis, por parte de los estudiantes, de las leyes en las que se asientan los experimentos de Thomson y de Millikan, pudiendo estudiar en estos casos el movimiento de partículas cargadas a través de campos eléctricos y magnéticos y el movimiento de una partícula cargada en un fluido viscoso, bajo la acción o no de un campo eléctrico aplicado; reforzando los contenidos aprendidos en la asignatura anterior Electricidad, Magnetismo y Calor.

Los errores cometidos en los informes referidos a las cuestiones en el tratamiento de datos, como el uso de cifras significativas en las magnitudes calculadas según la precisión de los instrumentos usados para medir y otras cuestiones que no fueron respondidas, como la explicación del fenómeno físico que sustentaba la experiencia, o los fundamentos de qué pasaría si se cambian valores de algunos de los parámetros involucrados (campo eléctrico, campo magnético, polaridad del condensador) muestran que el aspecto conceptual de los fenómenos de la física sigue siendo una cuestión difícil de comprender para los alumnos.

D. Desde el aspecto histórico

Estudiar experimentos relevantes de la física permite conocer cómo fue posible llegar a los conocimientos que conforman las teorías que hoy explican la naturaleza. Las cuestiones requeridas en el informe que tienen que ver con la historia de la física permitieron a los estudiantes ubicarse en la línea de tiempo, vinculando los fenómenos ya conocidos hasta el momento del experimento de Thomson y

de Millikan y valorando la importancia de estos dos descubrimientos para lo nuevo por conocer.

Para resolver estas cuestiones históricas debieron buscar información, que no siempre figura en los textos de física universitarios. Esto hizo que deban desplegar habilidades para la búsqueda de información en textos escritos y digitales de diferentes tipos en la web. Búsqueda, selección y organización de información encontrada son competencias necesarias para manejarse con las TIC, pudiendo “navegar con timón crítico” [5] a través de internet.

El estudio de los abordajes experimentales de fenómenos cruciales de la historia de la física revela cómo las personas de ciencia se involucran, dudan, formulan hipótesis que son probadas empíricamente, para luego elaborar modelos explicativos del fenómeno estudiado. Es una actividad humana en la que se avanza y se vuelve hasta encontrar consensos y resultados que convengan a la comunidad científica [6].

Ubicarse históricamente permite al estudiante comprender cómo la ciencia avanza.

V. REFLEXIONES FINALES

Esta propuesta de prácticos de laboratorio tiene como La única diferencia con una clase de laboratorio tradicional que no se realiza la manipulación del dispositivo con las conexiones pertinentes; cuestión esta que no debe dejarse de enseñar. Todos los otros procedimientos del quehacer experimental son enseñados y ejercitados aquí. Pero, se asume que el uso de dispositivos virtuales debe complementar a clases de laboratorio reales, no suplirlas. En este caso específico presentado la posibilidad de realizar los prácticos con el dispositivo real es nula y por ello cobra mucha importancia el práctico virtual.

Se puede afirmar que en propuestas de enseñanza como estas se está contribuyendo, desde una asignatura del ciclo básico, a desarrollar varias de las competencias requeridas en un ingeniero egresado que están expresadas en el perfil de la carrera. Estas competencias son las vinculadas con: Identificar, evaluar y resolver problemas con capacidad de análisis y síntesis; Planificar y conducir investigaciones y experimentos, analizando e interpretando resultados; Tener condiciones para ejercer en una sociedad contemporánea utilizando los recursos de la informática y otros métodos; (...) evaluando los resultados; Comunicarse efectivamente por escrito y oralmente sabiendo exponer públicamente sus ideas [7].

Desde el equipo de cátedra se aprecia positivamente los resultados obtenidos con esta metodología de trabajo. No es fácil porque requiere de formación en los docentes involucrados y constante ganas para indagar en las nuevas posibilidades que brindan los entornos virtuales. Otra cuestión no menor es el rol que asume el docente y la producción de materiales educativos.

Seguir apostando al uso de TIC en las clases universitarias de ciencias básicas, en cualquiera de las ingenierías, es un lema que este equipo defiende.

REFERENCIAS

- [1] Diseño curricular de las carreras Ingeniería en electrónica e Ingeniería eléctrica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste. Res 3390 y y 3391 / 12 CS, 2012.
- [2] I. Lucero y J. M. Rodríguez Aguirre, “El laboratorio de física fuera del aula universitaria”, *Memorias del 4º Congreso Latinoamericano*

de Ingeniería y Ciencias Aplicadas a la Industria CLICAP 2015, San Rafael, Mendoza, 2015.

- [3] I. Lucero, S. J. Meza, M. S. Aguirre, “La física en la formación y el desempeño del ingeniero”, *I Jornadas Regionales de Investigación en Ingeniería*, Universidad Tecnológica Nacional Regional Resistencia, Resistencia, Chaco, 2010.
- [4] J. Grau, “Diseño y producción de materiales EAD”, en *Curso: La educación virtual en la enseñanza universitaria*, Módulo 4, UNNE virtu@l. Editorial fundec, 2008.
- [5] D. Casany, “Navegar con timón crítico”, en *Cuadernos de Pedagogía*, N° 352, pp36-39, 2005, disponible en https://saladelinguistica.files.wordpress.com/2013/04/navegar_con_timon_critico_casany.pdf (visto marzo 2017).
- [6] I. Lucero y J. M. Rodríguez Aguirre, “El laboratorio de física fuera del aula universitaria”, *Memorias del 4º Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas a la Industria CLICAP 2015*, San Rafael, Mendoza, 2015.
- [7] Diseño curricular de las carreras Ingeniería en electrónica e Ingeniería eléctrica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste. Res 3390 y y 3391 / 12 CS, 2012.