

Competencias y Problemas experimentales en prácticas de laboratorio

Competence and experimental problems in laboratory practice

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Juan Alberto Farina^{1,2}, Daniel del Greco¹, Rubén Sargés Guerra¹, y Sonia Concari¹

¹Facultad Regional Rosario, Universidad Tecnológica Nacional, Zeballos 134, CP 2000, Rosario, Argentina.

²Instituto Politécnico Superior "Gral. San Martín", Universidad Nacional de Rosario, CP 2000, Avda. Pellegrini 250, Rosario, Argentina.

E-mail: juanalbertofarina@gmail.com

Resumen

El presente trabajo se inscribe dentro del campo de investigación en Didáctica de las Ciencias, abordando la búsqueda de alternativas didácticas que contribuyan a superar dificultades de comprensión de estudiantes de nivel universitario básico sobre la implementación de un problema experimental en un curso de electromagnetismo. Los problemas experimentales dinamizan los trabajos prácticos tradicionales y además nos permiten enseñar las técnicas y los procedimientos de laboratorio. Es habitual que las prácticas docentes estén centradas en los contenidos y muy poco enfocadas en las competencias. Al trabajar las competencias por objetivos permite vislumbrar que por ejemplo el registro de los datos obtenidos de las mediciones que era observado como una mera formalización deja de serlo y se convierte en una competencia. Los resultados de la investigación muestran los logros alcanzados y las dificultades que aún hay que superar, reorientando la tarea del aula de laboratorio y entendiendo por competencias el establecimiento de un enfoque de enseñanza aprendizaje por objetivos. Se observan las competencias básicas que son evaluadas y cuáles son las dimensiones consideradas en cada una de ellas.

Palabras clave: Competencias; Enseñanza en Ingeniería; Problema experimental; Laboratorio.

Abstract

The present study belongs to the research field of the Didactics of Science and it is intended to explore alternative approaches that may help first-year university students overcome their difficulties to understand the implementation of an experimental problem in a basic lesson of electromagnetism. Experimental problems boost the traditional practice assignments and facilitate the teaching of lab techniques and procedures. Teaching strategies are usually focused on content rather than on competencies. Framework, for example, working with competencies based on objectives allows students consider the records of data collected from measuring as a competence instead of observing them as a mere formalization. The results of the study show the achievements reached and the shortcomings that still have to be overcome by the redirection of the task from the classroom to the lab, namely considering competence as the setting of a teaching approach based on objectives. The basic competencies are assessed by observation as the dimensions found in each of them are defined.

Key words: Competence; Engineering education; Experimental problem; Laboratory.

I. INTRODUCCIÓN

Si de promover el desarrollo de competencias se trata, plantear una actividad experimental en Física básica universitaria es una buena estrategia, ya que las actividades de laboratorio son consideradas mundialmente favorecedoras del aprendizaje de las ciencias naturales. Sin embargo no hay consenso cuando se analizan los aportes de los mismos (Barberá y Valdés, 1996). Los resultados obtenidos a la luz de las investigaciones realizadas muestran que lo que aprenden los estudiantes en este tipo de actividades está siempre en tela de discusión.

Hodson (1994) agrupa en cinco categorías las razones que alegan los docentes para incorporar las actividades de laboratorio: para motivar, mediante la estimulación del interés y la diversión; para enseñar técnicas de laboratorio; para intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos; para proporcionar una idea sobre el método científico y desarrollar la habilidad en su utilización; para desarrollar determinadas "actitudes científicas" tales como la consideración con las ideas y sugerencias de otras personas,

la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados. Por otra parte, Salinas (1996) señala que en los trabajos prácticos de laboratorio de física básica en carreras de ingeniería: los enunciados destinados a guiar la labor de los estudiantes en esos laboratorios normalmente evidencian una visión no problemática y acientífica; el atractivo y la valoración que las prácticas habituales de laboratorio despiertan en los estudiantes es bastante bajo, al igual que su capacidad para estimular el interés por la física y su aprendizaje y también que los laboratorios de física básica habituales dejan en los estudiantes visiones limitadas e inadecuadas de la naturaleza del proceso y del producto de la labor científica.

Por lo expuesto, se desprende que el aprendizaje de contenidos disciplinares no es un resultado directo del aporte de las actividades de laboratorio, por lo que se han hecho y se hacen muchos esfuerzos por intentar mejorar estas prácticas.

Formar en competencias requiere actualizar los enfoques pedagógicos, aplicar nuevas herramientas didácticas y profundizar las actividades que permitan fortalecer todas las cualidades personales que remiten a las competencias.

Se hace necesaria una revisión del currículo y el perfil del egresado ya que podemos decir que los objetivos de los programas educativos se han elaborado en la mayoría de las universidades de América Latina en términos muy amplios y con base a la tradición académica del lugar. Al evaluar o reconocer los estudios realizados, es común referirse al inventario de materias cursadas y no al saber (conocimientos), saber hacer, saber ser y saber actuar que se espera alcance un alumno después de cursar un programa de estudios.

Contrariamente, bajo el enfoque de “competencias”, el perfil de egreso se entiende como un conjunto articulado de competencias profesionales que se supone permitirán un desempeño exitoso (pertinente, eficaz y eficiente) del egresado en la atención y resolución de los problemas más comunes en el campo de su profesión. Desde esta perspectiva, una competencia profesional es la capacidad efectiva para realizar una actividad o tarea profesional determinada, que implica poner en acción, en forma armónica, diversos conocimientos (*saber*), habilidades (*saber hacer*), actitudes y valores que guían la toma de decisiones y la acción (*saber ser*) (UEALC, 2005).

En este sentido, en el marco institucional de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), se reconoce que es necesario lograr un cambio cultural en lo conceptual y actitudinal de los propios actores que deben organizar, conducir y supervisar el proceso educativo en la educación universitaria, que les permita aceptar que la formación metodológica debe ser prioritaria frente a los contenidos conceptuales (Pueyo, 2006). Más que dar respuestas, se debe formar para formular las preguntas significativas y hallar las respuestas adecuadas, que permitirán resolver situaciones problemáticas de complejidad creciente.

Con respecto al perfil profesional de los ingenieros, su desempeño profesional abarca diversas funciones: desarrollo, diseño, planificación, organización, construcción, instalación, operación, evaluación y control. Dependiendo de la especificidad de la carrera, se trata de funciones vinculadas a procesos industriales, sistemas estructurales, sistemas socio-técnicos complejos o sistemas de información, así como al desarrollo de nuevos productos, bienes o servicios.

Cada una de las funciones mencionadas requiere de procesos de identificación de problemas, búsqueda y procesamiento de información actualizada y confiable, establecimiento de criterios, consideración de alternativas, análisis y resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación. Desde la enseñanza de la Física se puede contribuir a esta tarea, enfrentando al estudiante a situaciones problemáticas que representen para él, problemas no triviales.

En las actividades de aprendizaje de la física se hallan constantemente involucrados los procesos de modelado o selección de modelos al abordar la resolución de problemas en el contexto de la enseñanza, en su concepción más amplia: problemas experimentales, problemas de lápiz y papel y simulaciones de fenómenos físicos. Esas actividades involucran la puesta en escena de distintos tipos de competencias.

Particularmente, a través de la realización de experimentos de laboratorio, los estudiantes desarrollan competencias en el manejo de instrumentos de medición, de equipos en general, y de programas de ajuste de datos. Además, desarrollan la capacidad de interpretar crítica y reflexivamente los datos obtenidos y las soluciones logradas.

Como ya ha sido expresado, la formación en competencias requiere actualizar y re-estructurar contenidos y repensar las actividades que permitan desarrollar dichas competencias. La reformulación debe asumirse desde la postura de que el estudiante es el principal protagonista de su aprendizaje, y por tanto es quien debe realizar con responsabilidad y compromiso, el esfuerzo para aprender y desarrollar competencias. Pero si bien ese esfuerzo es individual, el trabajo en equipos promueve el aprendizaje y potencia las capacidades individuales. El docente es el facilitador y orientador, mediador entre el aprendiz y el conocimiento, y por tanto responsable de diseñar estrategias de enseñanza y de organizar actividades que constituyan verdaderas oportunidades de aprendizaje.

II. MARCO TEÓRICO

La Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI), en su Declaración de Valparaíso realizada en noviembre de 2013, expresa:

Hay consenso en cuanto que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo. (ASIBEI, 2013, p. 1)

En este contexto, el CONFEDI, siempre a la vanguardia de las innovaciones en educación en ingeniería, decide trabajar en una referencia en cuanto a las competencias que se deberían desarrollar en los graduados de ingeniería en Argentina.

Durante los años 2017 y 2018, el CONFEDI, a través del trabajo realizado por la Comisión Ad Hoc de Acreditación, permitió que se aprobara en la Reunión Plenaria de Rosario, en junio de 2018, la propuesta de Estándares de segunda generación para la acreditación de las carreras de ingeniería compilada bajo el nombre de “Libro Rojo” CONFEDI (2018), que fuera elevado al Consejo de Universidades. Estos estándares contemplan el marco conceptual definido en la Reunión Plenaria de Oro Verde (mayo 2017) y el detalle de competencias específicas y contenidos mínimos por terminal desarrollado por las redes de carreras y aprobado en la Reunión Plenaria de Mar del Plata (octubre 2017), ajustado a las directrices propuestas por el Ministerio de Educación mediante Resolución 989/18 respecto de los procesos de acreditación de carreras. Esta propuesta de “estándares de segunda generación”, propone un cambio paradigmático en la formación de ingenieros, en tanto pone su foco en el estudiante y en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, con la expectativa de desarrollar y fortalecer las competencias genéricas y específicas esperadas en el graduado.

Las consideraciones generales de la propuesta se fundamentan en una serie de objetivos a tener en cuenta entre los que se destacan consolidar un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante y definir un enfoque basado en competencias y descriptores de conocimiento y organiza la estructura curricular en base a Ciencias Básicas de la Ingeniería, Tecnologías Básicas, Tecnologías Aplicadas, y Ciencias y Tecnologías Complementarias.

En el Libro Rojo, las Ciencias Básicas de la Ingeniería “*abarcan las competencias y los descriptores de conocimiento básicos necesarios para las carreras de ingeniería, en función de los avances científicos y tecnológicos, a fin de asegurar una formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas*” (CONFEDI, 2018, p. 22).

En el mismo se destaca que las competencias de egreso para un estudiante de las carreras de ingeniería debe estar definido explícitamente por la institución sobre la base de su Proyecto Institucional teniendo en cuenta las siguientes competencias de egreso: a) genéricas donde cada institución universitaria, en su marco institucional y del proyecto académico individual, determinará para sus carreras, la estrategia de desarrollo para asegurar competencias de egreso genéricas comunes a todas las carreras de ingeniería y necesarias para asegurar el perfil de egreso. Estas son las competencias tecnológicas: 1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, 2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería, 3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería, 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería, 5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos o innovaciones tecnológica; y las competencias sociales, políticas y actitudinales: 6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, 7. Comunicarse con efectividad, 8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global, 9. Aprender en forma continua y autónoma, 10. Actuar con espíritu emprendedor (p. 21).

Siendo el objetivo principal promover en los estudiantes el desarrollo de las competencias generales y específicas, los objetivos de aprendizaje específicos se enuncian como el logro, por parte de los estudiantes, de:

- Conocimientos básicos de los conceptos, leyes, principios y teorías de la mecánica de los sistemas materiales: sistemas de partículas, cuerpos rígidos y fluidos y los vinculados a la explicación de los fenómenos de reflexión y refracción óptica, de los fenómenos electromagnéticos y la Termodinámica, etc. (Aprender en forma continua y autónoma).

- Competencia para transferir conocimientos para comprender fenómenos y para resolver problemas. (Competencia tecnológica).

- Competencias para codificar y decodificar información contenida en formato léxico, gráfico y matemático. (Identificar, formular y resolver).

- Competencias para trabajar en el laboratorio de física. (Actitudinal).
- Competencias para la comunicación de los problemas abordados, los procedimientos realizados, los resultados obtenidos y su confianza. (Comunicarse con efectividad).
- Competencias para el trabajo colaborativo. (Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo).

Para el logro de estos fines, se proponen diferentes actividades de aprendizaje compatibilizando objetivos específicos, tiempo asignado al cursado, recursos materiales y humanos disponibles, formación previa de los estudiantes y requerimientos curriculares.

El diseño de actividades de aprendizaje (TP) está condicionado por distintos factores: los objetivos de aprendizaje planteados, el desarrollo de determinadas competencias, las características del contenido disciplinar específico, y los recursos materiales y humanos. Los objetivos se plantean con relación a los distintos aprendizajes que orientan el desarrollo de competencias: 1- desarrollo de habilidades, hábitos, técnicas y manejo de instrumentos y equipos, 2- aprendizaje de conceptos, relaciones, leyes y principios, 3- aprendizaje de los procesos del método científico y de la estructura de la experimentación en la construcción del conocimiento, y 4- desarrollo de la creatividad y capacidades intelectuales y afectivas. Según sea el énfasis puesto en cada uno de estos aspectos, el TP puede tener un carácter más o menos estructurado.

La idea de competencia está íntimamente relacionada con el saber hacer criteriosamente y que se aprende de manera comprensiva contextualizando la realidad en la que los estudiantes trabajan de modo que ese saber hacer se manifieste en una variedad de escenarios donde los estudiantes podrán desempeñarse munidos de los conocimientos aprendidos en su actividad áulica (Adúriz-Bravo, 2017).

Parece indispensable, entonces, crear en cada sistema educativo un observatorio permanente de las prácticas y de los oficios del docente, cuya misión no sería pensar la formación de profesores sino dar una imagen realista y actual de los problemas que ellos resuelven en lo cotidiano, de los dilemas que enfrentan, de las decisiones que toman, de los gestos profesionales que ellos ejecutan (Perrenoud, 2001).

Facilitar el desarrollo de competencias de manera explícita durante el proceso de formación supone revisar las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, para garantizar que los estudiantes puedan realizar actividades que les permitan avanzar en su desarrollo (cuadernillo de competencias del CONFEDI, 2014)

El desempeño profesional de un ingeniero abarca diversas funciones: desarrollo, diseño, planificación, organización, construcción, instalación, operación, evaluación y control. Si pensamos en las especificidades que el ingeniero debe abordar en su profesión, podríamos decir que la didáctica, pensada de ese modo, debería esforzarse por desplegar funciones vinculadas al desarrollo de estrategias eficaces y de nuevas herramientas y modalidades de enseñanza.

III. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad se desarrolló luego de haber explicitado en el aula los conocimientos previos para realizar las mediciones: concepto de líneas de campo eléctrico, potencial eléctrico, relación potencial eléctrico y gradiente de potencial, configuraciones de líneas de campo eléctrico y líneas equipotenciales. La magnitud a medir fue la diferencia de potencial eléctrico. Se proveyó a los alumnos de una base de madera con dos tornillos fijos; una fuente de f.e.m. de corriente continua, regulada y variable de 0-30 V; cables de conexión con terminales banana y cocodrilo; un voltímetro de corriente continua, rango 0-20V; dos arandelas de hierro galvanizado de diámetro 25mm para utilizarlas como electrodos; una hoja de papel blanco tamaño A4; una hoja de papel A4 con rectángulo central conductor-resistivo, 15 x 22 cm y una hoja de papel carbónico A4. El circuito eléctrico con el cableado se muestra en la figura 1. Conectaron la fuente de alimentación a 220 V (CA) y mediante las perillas de ajuste grueso y fino establecieron una salida de 12 V CC entre los electrodos. Guiados por el docente eligieron los potenciales sobre los cuales trazaron las líneas: 2V, 4V, 6V, 8V y 10V y movían la punta de prueba positiva del instrumento suavemente sobre la superficie para no dañarla. Cuando encontraron el potencial establecido, presionaron apenas la punta sobre la superficie, de manera que el papel carbónico marque un punto sobre el papel blanco. Para cada potencial, seleccionaron el rango del voltímetro para obtener la lectura a fondo de escala. Se utilizó un voltímetro de un multímetro digital con impedancia de entrada mayor a $10M\Omega$ a los efectos de lograr disminuir el error metodológico de derivación de la corriente a través del instrumento.

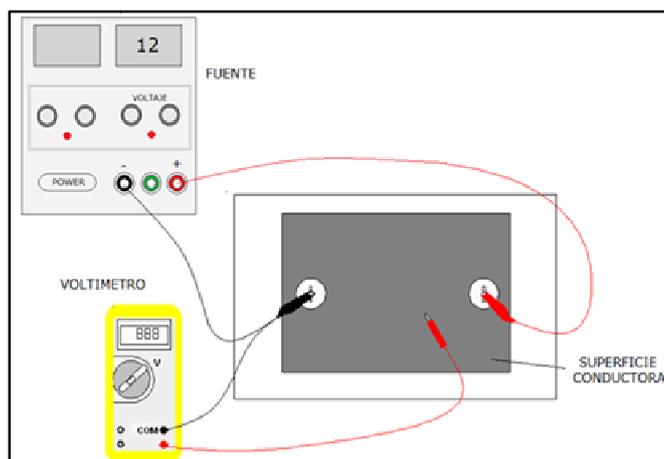


FIGURA 1. Esquema de la representación del plano de trabajo y circuito eléctrico.

Al comienzo de la clase, el docente explica a los estudiantes las consignas del trabajo de modo de trasladar el problema del docente a una conversión como problema del estudiante.

Determinación del valor del campo eléctrico en un punto.

1. Marque los vértices de la superficie conductora para que queden indicados en la hoja en blanco y luego poder dibujar los ejes de coordenadas.
2. Haciendo coincidir los ejes de coordenadas con el borde de la superficie conductora, localice el punto de coordenadas (x, y) .
3. Una vez localizado el punto realice las mediciones que considere pertinentes para determinar el valor y la dirección del campo eléctrico en ese punto.
4. Una vez realizadas las mediciones retire la hoja de registro y proceda a:
 - a-Para completar la primera parte trace las líneas equipotenciales con ayuda de un curvilíneo sobre la misma hoja, uniendo los puntos obtenidos e indicando el potencial de cada una de ellas.
 - b-Trace con otro color, algunas líneas de campo eléctrico e indique el sentido de cada línea de campo eléctrico
 - c-Para completar la segunda parte grafique en el punto de coordenadas (x, y) el valor del campo que calculo con los datos obtenidos con las mediciones realizadas.
 - d-Recuerde que en el informe de este Trabajo Práctico de Laboratorio debe incluirse una explicación del procedimiento empleado para la determinación del campo eléctrico, así como los valores medidos y los cálculos realizados.

IV. OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD

El objetivo de la actividad es el desarrollo de competencias que están estrictamente vinculadas a la planificación (competencias de planificación) de cómo medir y ver cómo determinar el campo eléctrico como ser: elección de un método, elección de rangos del voltímetro, análisis de fuentes de errores. En ningún momento se explicita cómo determinar el campo en el punto dado. Desde el aspecto operativo la actividad propone o tiene por objetivo el desarrollo de competencias relacionadas con el aspecto operativo de realizar una medición: conectar el instrumento, recolectar los datos, estimar las incertezas experimentales de las mediciones, tratamiento de los datos, gráficos, cálculos de parámetros, etc., mientras que el objetivo de la actividad final es fundamentalmente la explicación del procedimiento.

V. PROCEDIMIENTO

La necesidad de revalorizar los trabajos prácticos que se realizan en el área de Física de la facultad condujo a analizar y adecuar no sólo los medios materiales disponibles y mejorarlos cuando esto fue posible según Farina y otros(2011), sino además los propios trabajos prácticos en relación con las condiciones actuales de enseñanza en nuestro medio y en particular examinar la vigencia de los objetivos didácticos que les dieron origen, si estos se continuaban cumpliendo, si se pueden ampliar, etc.

Para el caso del trabajo práctico de la “bandeja electrostática” el objetivo didáctico principal establecido era que los estudiantes tracen las líneas equipotenciales que se dan con diferentes formas de electrodos y luego, trazando las perpendiculares, determinen las líneas de campo eléctrico.

En términos de competencias, el trabajo práctico ofrece a los estudiantes la oportunidad de organizar los procedimientos de medición, tomar medidas, trazar gráficos y finalmente escribir un informe, debiendo previamente pensar la situación de cómo lograrlo.

Se realizó en el laboratorio acondicionado a tal fin y participaron 21 estudiantes divididos en siete grupos de tres; aunque los estudiantes disponían de la guía de trabajos prácticos con antelación, un docente realizó una introducción repasando la secuencia que los estudiantes debían efectuar de la manera tradicional sobre la primera parte del trabajo práctico, esto es, la determinación de las líneas equipotenciales y el trazado de algunas líneas del campo eléctrico.

Respecto de la segunda parte, la resolución del problema experimental, se limitó a informar a los estudiantes como debían operar para trazar los ejes del sistema de coordenadas para identificar en el plano el punto donde debían determinar el valor del campo eléctrico.

Luego, a cada grupo se le asignó, al azar, un punto distinto del plano; de esta manera toda la información que disponían los estudiantes para realizar la medición fueron las consignas establecidas en la guía de trabajos prácticos, el criterio con que debían establecer el sistema de coordenadas en la hoja milimetrada donde quedaron los registros de las mediciones efectuadas y las coordenadas del punto asignado.

Todos los grupos cumplieron la misma rutina; primero determinaron los puntos necesarios para trazar las equipotenciales cada 2 Voltios entre 0 y 12 V. Luego efectuaron las mediciones que ellos consideraron adecuadas para la determinación del campo eléctrico en el punto del plano asignado al azar a cada grupo.

Los datos registrados en la hoja milimetrada junto con los valores de potencial medidos constituyeron toda la información con que ellos dispusieron para calcular el valor del campo eléctrico y realizar el informe escrito que constituyó fuente de información para indagar sobre el logro de los objetivos propuestos. Ningún grupo tuvo dificultades para realizar la actividad y hubo observadores no participantes durante todo el proceso.

VI. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE INFORMES DE GRUPOS

En la tabla I se resumen los logros en la resolución del problema experimental, que constituye la segunda parte del trabajo y que se observaron a partir del análisis de los informes.

Con δL y δV se simbolizan las incertezas correspondientes al valor apreciación de los instrumentos utilizados para medir la longitud L y el voltaje V . Con V se simbolizan los valores de voltaje en los puntos correspondientes a los extremos de la distancia entre los puntos considerados y denominados con ΔL .

TABLA I. Competencias desarrolladas por los estudiantes, evaluadas a través de informes de los grupos.

Competencias	Dimensiones	Resultados
Competencias de planificación Competencia Tecnológica	Determinación de la equipotencial que pasa por el punto dónde se pide la medición del valor del campo eléctrico.	Ningún grupo lo hizo, todos trazaron una dirección del campo aproximada considerando el trazado del campo correspondiente a la primera parte del TP.
	Trazado gráfico de la normal a la equipotencial en el punto pedido.	Ningún grupo lo realizó
	Estimación de la incerteza en el ángulo, o al menos un comentario sobre la seguridad que tienen respecto del ángulo hallado.	
Competencias metodológicas Identificar, formular, resolver	Determinación de un ΔL con centro en el punto pedido y sobre la recta normal a la línea equipotencial entre cuyos extremos se medirá ΔV . La longitud supone al menos considerar:	Cuatro grupos determinaron ΔL en dos puntos próximos sobre la dirección posible del campo y midieron V_1 y V_2 . Tres adoptan ΔL sobre el eje x o sobre el eje y , midieron V_1 y V_2 . Eso los llevó a que luego calcularan sólo una componente del campo.
	Su longitud tiene que ser tal que su incerteza sea menor a un valor razonable de ΔL . Asignar, por ejemplo, que $\delta L < 0.1 \Delta L$. Simultáneamente tiene que ser lo bastante grande para que el ΔV medido entre sus extremos sea tal que $\delta V < 0.1 \Delta V$, para que la propagación de incertezas tenga factores similares.	Sin realizar consideraciones sobre incertezas adoptaron δL y δV igual a la apreciación del instrumento.

Competencias	Dimensiones	Resultados
Competencia de toma de decisiones Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo	Cálculo del valor del campo	
	Calcular el módulo del campo y luego sus componentes según el ángulo hallado en el punto 3 con sus incertezas.	Sólo lo hicieron dos grupos que indicaron el valor del campo por sus componentes
	Determinar las proyecciones ΔL_x y ΔL_y y medir ΔV_x y ΔV_y y con esos datos; calcular las componentes E_x y E_y del campo eléctrico con sus incertezas.	Dos grupos calcularon el módulo del campo, pero no indicaron las componentes o al menos un ángulo de referencia. Tres grupos calcularon sólo una componente del campo y en la entrevista posterior quedó claro que no se dieron cuenta del error.
	Propagación de incertezas	Cuatro grupos realizaron correctamente la propagación de incertezas y expresaron correctamente el resultado final. Dos grupos realizaron correctamente el cálculo de incertezas, pero expresaron el resultado final de manera incorrecta. Un grupo incurrió en errores conceptuales en la propagación.
Competencia de criterio Comunicarse con efectividad	Redacción del informe	
	Breve fundamentación teórica.	Sólo dos grupos lo hicieron.
	Descripción de los pasos seguidos para efectuar las mediciones	Cinco grupos explicaron los pasos que siguieron. Los otros dos no lo hicieron y la presentación del informe fue confusa respecto de la secuencia seguida.
	Criterios adoptados para asignar las incertezas de medición.	Ningún grupo discutió criterios adoptados para asignar las incertezas, en todos los casos adoptaron la menor división de la escala del instrumento sin comentarios.
	tabla que incluya los valores medidos con sus incertezas.	Dos grupos realizaron una tabla, incompleta y con las unidades mal indicadas. Cinco grupos no hicieron una tabla y los valores aparecen dispersos por el texto.
	Un comentario final a modo de conclusión.	Algunos grupos arribaron a conclusiones simples y directas y aceptación objetiva del resultado, otros no lo expresaron

De la tabla surge con claridad la distancia entre los objetivos establecidos y los logros alcanzados por los estudiantes que permite analizar e identificar las competencias puestas en juego: 1. Dificultades con los conceptos teóricos necesarios para resolver el problema; 2. Determinación de la dirección del campo eléctrico; 3. Criterios para la asignación de incertezas, estrategias para su disminución y cálculo de la propagación; 4. Redacción de informes.

De las entrevistas a los estudiantes surge que algunas de las limitaciones detectadas provienen que no se han retomado en las clases de laboratorio los conocimientos previos construidos por los estudiantes durante el cursado de Física I como, por ejemplo, la propagación de incertezas, mientras que al ser un grupo heterogéneo proveniente de diferentes comisiones en algunos casos no contaban con esos conocimientos previos.

VII. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista del trabajo experimental, se nota escasa habilidad en el manejo de las técnicas experimentales más elementales sobre temas como: trazado de perpendiculares en un plano y medición de ángulos, criterios para asignar las incertezas a los valores medidos, procedimientos de cálculo de propagación de incertezas, manejo de tablas, redacción de informes, etc. Todo esto muestra el largo camino que se debe recorrer para superar las limitaciones que actualmente tienen los trabajos prácticos de "receta" ya que las técnicas experimentales elementales mencionadas al comienzo del párrafo fueron trabajadas durante el cursado de física I.

Es habitual que las prácticas docentes estén centradas en los contenidos y poco enfocadas en las competencias. Al trabajar las competencias por objetivos permite vislumbrar que por ejemplo el registro de los datos obtenidos que era observado como una mera formalización deja de serlo y se convierte en una competencia por lo que los estudiantes deben ser competentes en esta técnica. Lo mismo sucede cuando deben pensar en cuál es la estrategia conveniente para llegar a medir el campo eléctrico en el punto requerido y aquí se requiere la incorporación de la autonomía propia de los estudiantes ante una situación-

problema es una competencia que hay que aprender y evaluar, se aprende en la contextualización del problema en sí y se evalúa en consecuencia. El grado de conceptualización que adquieren los estudiantes está directamente relacionado con el nivel de competencias, lo que permite identificar técnicas y métodos, identificar las prestaciones del instrumento, interpretar procedimientos de cómo serán tratados los datos, interpretar los procesos de cálculos y cómo dilucidar el procedimiento completo para lograr la competencia deseada.

Se observa que las competencias dan una perspectiva mucho más amplia que simplemente adquirir habilidades profesionales. Del análisis surge que para poder promover el desarrollo de una competencia es necesario plantear un tipo de situación y ampliarse en un entramado que tiene en cuenta los recursos puestos en juego, las actitudes con que enfrentamos los problemas, los conocimientos teóricos y metodológicos puestos en juego, la toma de decisiones y, entre otras cosas, cuál será el esquema de evaluación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos: "PrinTec 3D" (D9-UTN1860) y Estrategias didácticas diversas y contextualizadas para la enseñanza de la física en las carreras de ingeniería (UTI 4551TC).

REFERENCIAS

Adúriz-Bravo, A (2017). Pensar la enseñanza de la física en términos de "competencias". *Revista de Enseñanza de la Física*, 29(2), 21-31.

ASIBEL. (2013). Declaración de la reunión de Valparaíso, Chile. Noviembre 2013.

Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.

CONFEDI. (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo de CONFEDI". Universidad FASTA Ediciones.

Farina, J., Concarí, S., Del Greco, D., Paradiso, L., Sargés Guerra, R., Oliveros Vega, M. (2011). Trazado de líneas equipotenciales. *REF XI Reunión Nacional Educación en Física*, Villa Giardino, Córdoba.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 199-31.

Perrenoud, Ph. (2001). La formación de los docentes en el siglo XXI. *Revista de Tecnología Educativa*, XIV(3), 503-523.

Pueyo, H. (2006). Visión Estratégica, escenarios, áreas de conocimiento y perfil del egresado de ingeniería electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional para el 2010. Ponencia presentada en la *Reunión de Secretarios Académicos de la UTN*, Buenos Aires, 30 de agosto.

Salinas, J. (1996). Las prácticas de física básica en laboratorios universitarios. *Revista de Enseñanza de la Física*, (Extra).

UEALC. (2005). 6x4 UEALC Reunión de inicio. Guadalajara, 14-15 abril 2005.