

UN APORTE SOBRE LA EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ALCANZADAS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ABIERTOS DE INGENIERÍA EN LA UTN-FRA¹

Fecha de Recepción: 31 de Mayo de 2019 • Fecha de Aprobación: 25 de Junio de 2019

Melo, Leonardo*; Cassinotti, Guillermo; Pitman, Juan Carlos.

Universidad Tecnológica Nacional, Regional Avellaneda, Av. Ramón Franco 5050, 1874, Villa Domínico, provincia de Buenos Aires

**Autor a quien se debe dirigir la correspondencia*
Correo electrónico: lmelo@fra.utn.edu.ar

RESUMEN

Tradicionalmente los exámenes parciales y finales son los instrumentos de evaluación más utilizados en el ámbito universitario para dar cuenta sobre la acreditación de conocimientos y habilidades adquiridas por el estudiante. Al ser el examen, por lo general, de corta duración, las actividades propuestas en él no permiten indagar de una manera profunda y amplia la adquisición de ciertas competencias. Por lo que, se hace necesario plantear estrategias de evaluación adicionales que permitan evidenciar los resultados en un formato diferenciado. Una de estas, es la de utilizar problemas abiertos de ingeniería como actividad de aprendizaje y,

su evaluación, como elemento para determinar el logro de los objetivos específicos alcanzado por los estudiantes. El fin de este trabajo es mostrar las estrategias que la cátedra de Teoría de los Campos (correspondiente al tercer nivel de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda) ha desarrollado para la evaluación de las competencias alcanzadas en el desarrollo de la resolución de problemas abiertos de ingeniería.

Palabras claves: Competencias, Problema abierto, Evaluación.

ABSTRACT

Mostly, exams are the most widely used assessment instruments in the university environment to account for the accreditation of knowledge and skills acquired by the student. The exam is

usually of short duration. Therefore, the activities proposed in it do not allow to investigate in a deep and wide way the acquisition of certain competences. Therefore, it is necessary to pro-

¹ Este trabajo está basado, y a su vez, es una readaptación del trabajo "APORTES SOBRE LA ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN DE PROBLEMAS ABIERTOS DE INGENIERÍA EN LA UTN-FRA" de los mismos autores, presentado en las 1ras Jornadas de Enseñanza e Innovación en carreras de Ingeniería Universidad Tecnológica Nacional -Facultad Regional Avellaneda

pose additional evaluation strategies that allow to see the results in a different format. One of these is to use open engineering problems as a learning activity and, its evaluation, as an element to determine the achievement of specific objectives achieved by students. The purpose of this work is to show the strategies that the Field Theory course (corresponding to the third

level of the Electrical Engineering career of the Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda) has developed for the evaluation of competences achieved in solving open engineering problems.

Keywords: Competences, Open problem, Evaluation

INTRODUCCIÓN

La metodología de evaluación dentro de una asignatura debe elegirse de tal manera que puedan verificarse aquellos resultados del aprendizaje que estén en total concordancia con los objetivos o propósitos fijados en la planificación de ésta. En este sentido, podemos decir que:

“[la evaluación] es uno o más procesos formativos que sirven para identificar, recolectar y preparar datos que permitan determinar el logro de los resultados del aprendizaje. La evaluación puede utilizar tanto métodos cualitativos como cuantitativos, según cuál sea el resultado del aprendizaje a verificar, y debe ser entendida como un proceso de mejora.” (CONFEDI, 2017)

Entendiendo a la planificación como un proceso, se pueden encontrar en ella cuatro ejes o etapas a diseñar, las cuales son:

- * Definición apropiada de los objetivos de aprendizaje
- * Presentación de experiencias de aprendizaje útiles
- * ¿Cómo pueden estas experiencias de aprendizaje ser organizadas para lograr una enseñanza efectiva?
- * ¿Cómo puede evaluarse la efectividad de las experiencias de aprendizaje?

Con respecto al primer eje, se puede decir que los objetivos de una asignatura tienen que reflejar tanto el contenido al que se aplican como el tipo de actividad mental o conducta en general que desarrollan, porque sobre un contenido se puede ejercer la memorización, el análisis, la crítica, etc. y una actividad mental varía según el contenido al que se aplique. Es en este sentido que Según Sacristán (1990) expresa que el proceso educativo consiste tanto en el dominio del contenido como en el desarrollo de las facultades. De esta última reflexión conviene tomar el término “facultad” y extenderlo al de “competencia”. Según Perrenoud, (2008) esta última es la capacidad de actuar de manera eficaz en un tipo definido de situación, capacidad que se apoya en conocimientos, pero no se reduce a ellos. Explorando la definición, se puede decir que una competencia implica un saber hacer (habilidad) con saber (conocimiento) así como la valoración de las consecuencias del impacto de ese hacer (valores) - ver Figura 1-. En otras palabras, la manifestación de una competencia revela la puesta en juego de conocimientos, habilidades, actitudes y valores para el logro de propósitos en un contexto dado (Secretaría de Enseñanza Pública, 2006).



Figura 1: Esquema de competencia

En el año 2018 el CONFEDI publicó el llamado “libro Rojo” en donde se plantea que es necesario en cuanto al aseguramiento de calidad, y con miras a la definición de un nuevo estándar nacional de acreditación, (CONFEDI, 2018) establecer como uno de los objetivos, entre otros, para la enseñanza de la ingeniería un enfoque basado en competencias y descriptores de conocimiento (también denominado enfoque centrado en el estudiante).

Este enfoque requiere por parte del docente planificar una serie de actividades de aprendizaje diseñadas para favorecer la adquisición de dichas competencias por parte del estudiante. Adicionalmente deberá también establecer instrumentos de indagación que den cuenta de la apropiación de dichas habilidades. Aquí se encuentran los nuevos retos.

Retomando el segundo eje y como continuación del párrafo anterior se puede decir que en la planificación de las actividades de aprendizaje de asignaturas tecnológicas debe hacerse especial énfasis en brindar las mayores herramientas posibles al estudiante para que lo guíen en diferentes estrategias para la resolución de problemas (tal cual ya lo establece la Resolución Ministerial 1231/01 de estándares para la acreditación de terminales comprendidas en el artículo 43 de la Ley de Educación Superior). Con respecto a este tema deben tenerse en cuenta cuatro aspectos importantes:

- ✱ La resolución de problemas debe ser afrontada preferentemente de un modo individual o de pequeño grupo.

- ✱ La mejor garantía de éxito para resolver correctamente problemas es un profundo conocimiento teórico; es decir, un ir y venir continuos entre la resolución del problema y la indagación en dicho contenido.

- ✱ La resolución de problemas debería ser enmarcada en procedimientos de carácter lo más general posible, evitando recurrir a resoluciones esencialmente específicas de cada problema.

✱ La capacidad de las personas para resolver problemas depende de dos factores cruciales: la cantidad de conocimiento sobre un ámbito específico y la cantidad de experiencia que se tenga en la solución de una clase particular de problemas.

Existen diversos trabajos en la literatura que contienen una adecuada recapitulación del camino recorrido en el campo de la didáctica acerca de la resolución de problemas. Recurriendo a estas fuentes, los modelos existentes se pueden agrupar de acuerdo con las siguientes categorías (Cebalero Gárate, Guisasola, & Almudí, 2008) (Pozo & Gómez Crespo, 1998):

- ✱ Modelos algorítmicos de resolución de problemas (también conocidos como ejercicios)
- ✱ Modelo de resolución de problemas por comparación entre expertos y novatos.
- ✱ Modelo de resolución de problemas como actividad de investigación orientada.

Si bien cada una de ellas presenta subcategorías según el autor que se consulte, se puede afirmar que éstas son las tres categorías más generales que han establecido las investigaciones en la Didáctica de las Ciencias. Cada una tiene sus fortalezas y debilidades y apunta a desarrollar aspectos diferentes, pero básicamente todas pretenden desarrollar habilidades adicionales en el estudiante. A continuación, se citan las más relevantes para los autores de este artículo:

- ✱ Abstracción.
- ✱ Adquisición y manejo de información.
- ✱ Comprensión de sistemas complejos.
- ✱ Experimentación (disposición inquisitiva que conduce a plantear hipótesis, a someterlas a prueba y a valorar los datos resultantes).
- ✱ Trabajo cooperativo.

Retomando los modelos de problemas, de acuerdo con lo señalado en la bibliografía (Gil Pérez, y otros, 2005), un problema abierto planteado como investigación, debería tener las siguientes características y orientaciones:

- ✱ La situación problemática abierta debe despertar el interés de los y las estudiantes;
- ✱ La investigación se debe comenzar por un estudio cualitativo del problema, acotándolo;
- ✱ Se deben elaborar hipótesis acerca de que variables depende la magnitud buscada;
- ✱ Se deben elaborar y explicitar las estrategias posibles de resolución, evitando la que utiliza la prueba y error;
- ✱ Se debe fundamentar la solución con significado físico;
- ✱ Se deben analizar los resultados a la luz de las hipótesis;
- ✱ Se podría considerar la posibilidad de ampliación de las problemáticas investigadas.

Tomando ahora el eje de evaluación, Perrenoud (2008) problematiza ¿En qué y por qué los procedimientos de evaluación aún en vigencia en la mayoría de las escuelas del mundo constituyen un obstáculo para la innovación pedagógica?

Este autor distingue siete mecanismos complementarios:

✱ *La evaluación absorbe a menudo la mejor parte de la energía de los alumnos y los docentes y, por consiguiente, no deja mucha para innovar.*

✱ *El sistema clásico de evaluación favorece una relación utilitarista con el saber. Los alumnos trabajan “para la nota”; todos los intentos de implantar pedagogías nuevas chocan con ese minimalismo.*

✱ *El sistema de evaluación tradicional participa de una especie de extorsión, de una relación de fuerza más o menos explícita, que sitúa en campos opuestos a docentes y alumnos y, más generalmente, a jóvenes y adultos, impidiendo su cooperación.*

✱ *La necesidad de poner regularmente notas o formular apreciaciones cualitativas sobre la base de una evaluación estandarizada favorece una transposición didáctica conservadora.*

✱ *El trabajo escolar tiende a privilegiar actividades cerradas, estructuradas, bien experimentadas, que pueden retomarse en el marco de una evaluación clásica.*

✱ *El sistema clásico de evaluación fuerza a los docentes a preferir los conocimientos aislables y calificables numéricamente frente a las competencias de alto nivel (razonamiento, comunicación), difíciles de encerrar en una prueba escrita y en tareas individuales.*

✱ *Bajo apariencias de exactitud, la evaluación tradicional oculta una gran arbitrariedad, difícil de concertar en un equipo pedagógico: ¿cómo entenderse cuando no se sabe ni explicitar, ni justificar lo que realmente se evalúa?*

Nuevamente aquí se vislumbra un nuevo (¿viejo?) reto al momento del diseño y puesta en práctica de un diseño curricular.

Retomando el tema de la planificación de la asignatura, cabe destacar que es esperable que dentro de la misma se puedan tener en cuenta todos los modelos de problemas hasta aquí planteados. De ser así, también deberá tenerse en cuenta cuales son los instrumentos de evaluación elegidos para poder acreditar los conocimientos y competencias adquiridas por los y las estudiantes durante el desarrollo y al finalizar el curso.

A fines del año 2016, el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional aprobó una Ordenanza (ORD 1549 CS, 2016) que modificó el reglamento de estudios para las carreras de grado. Una de las modificaciones realizadas, es que todas las asignaturas, salvo proyecto final, son susceptibles de ser acreditadas por aprobación directa. Si bien existían experiencias de asignaturas de promoción en la Universidad, este cambio implicó una revisión profunda de los diseños curriculares de las materias desde el punto de vista metodológico.

El fin de este trabajo es mostrar la experiencia que la cátedra de Teoría de los Campos (correspondiente al tercer nivel de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda) está desarrollando actualmente sobre diferentes estrategias para la evaluación de problemas abiertos como método de indagación de la adquisición de competencias en los y las estudiantes.

DESARROLLO

La asignatura Teoría de los Campos es una materia del tercer nivel de Ingeniería Eléctrica. En ella se desarrollan los conceptos claves de la teoría electromagnética clásica que resultan pilares para la carrera. La Figura 2 muestra la articulación de la asignatura dentro del plan de estudios. Formalmente corresponde al bloque de tecnologías aplicadas, pero por las características de di-

cha materia y de su articulación dentro del plan de estudios, presenta características de una asignatura de tecnología básica.



Figura 2: Articulación de la asignatura Teoría de los Campos dentro del plan de estudios.

A continuación, se expondrá el desarrollo metodológico de la misma planteando cuatro preguntas claves (en línea con el modelo planteado anteriormente).

¿Qué objetivos se persiguen?

De acuerdo con la ordenanza anteriormente citada y a la Resolución del Consejo Directivo de la UTN-FRA (RES 1326/18 CD, 2018) se han plantado para la asignatura dos bloques bien definidos de objetivos, unos para la aprobación con final y otros adicionales para llegar a la aprobación directa.

Objetivos para la aprobación no directa (con final)

Se espera que los y las estudiantes logren:

- ✳ Desarrollar herramientas y métodos para resolver situaciones relacionadas con la asignatura;

- ✳ Adquirir los elementos del Análisis Matemático necesarios para ser utilizados como lenguaje y soporte para la interpretación y análisis de la teoría electromagnética;

- ✳ Conocer, analizar y aplicar correctamente los principios que rigen el modelo electromagnético clásico;

- ✳ Aplicar los conceptos de la teoría electromagnética clásica para interpretar, modelizar, resolver, analizar e identificar situaciones problemáticas del contexto de los contenidos de la materia. Estos contenidos se subdividen en los siguientes bloques:

- o Campos electrostáticos
- o Campos magnetostáticos
- o Campos cuasiestacionarios
- o Ondas electromagnéticas

- o Líneas de transmisión
- o Radiación
- o Relatividad especial

- * Dar respuesta a preguntas teóricas para el análisis relacionadas con los contenidos, argumentando en forma sólida.
- * Desarrollar y analizar las actividades de laboratorio en tiempo y forma

Objetivos adicionales para la aprobación directa de la asignatura

Además de los objetivos de aprobación no directa, se espera que las y los estudiantes logren:

- * Comunicarse adecuadamente en forma escrita a través de los informes o trabajos solicitados por la cátedra
- * Defender en un coloquio lo realizado en los informes o trabajos solicitados por la cátedra
- * Comunicar en forma oral a sus pares los resultados obtenidos en los trabajos solicitados.
- * Trabajar en grupos de pares
- * Desarrollar la habilidad de la búsqueda de información

¿Qué competencias de egreso se pretenden promover?

Los objetivos de la asignatura se plantean con el propósito de favorecer la formación algunas competencias que se consideran alcanzadas al momento del egreso del ingeniero electricista. Cabe aclarar que el nivel de exigencia con que se van a evaluar será intermedio. Ellas son:

- * Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- * Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
- * Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- * Comunicarse con efectividad.
- * Aprender en forma continua y autónoma.
- * Desarrollar y aplicar metodologías de proyecto, cálculo, diseño y planificación de sistemas, e instalaciones de generación, conversión, transmisión, distribución, supervisión, automatización, control, medición y utilización de energía eléctrica.

¿Cuál es la estrategia de enseñanza a seguir?

La estrategia de enseñanza utilizada para el desarrollo de la asignatura, combina clases teórico-prácticas en donde los contenidos son abordados con diferentes recursos didácticos. Esta asignatura es una materia que se presta para la utilización de diferentes TIC's, incluyendo software de simulación por elementos finitos tales como el FEMM², tanto para el abordaje de temas teóricos, como para la resolución de problemas. También tiene en cuenta la realización de experiencias de laboratorio. Adicionalmente se cuenta con las presentaciones teóricas explicadas en videos subidos a YouTube.

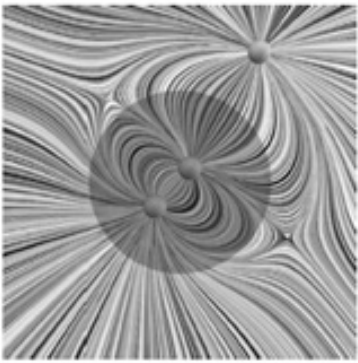
Diseño de actividades de aprendizaje: las actividades de aprendizaje utilizadas en la asignatura diseñadas para el entrenamiento y el favorecimiento del alcance de los objetivos por parte de los estudiantes se pueden dividir en:

² Finite Element Method Magnetics. Software de simulación gratuito que se puede descargar desde la página web <http://www.femm.info/wiki/Download>

- * Guías de problemas
- * Guías de problemas para resolver asistidos por el FEMM
- * Guías de trabajos prácticos de laboratorio
- * Problema abierto de ingeniería

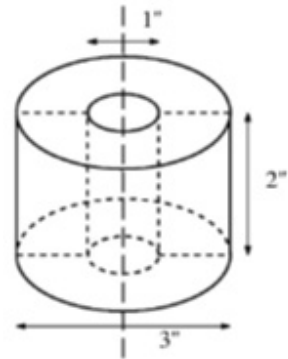
A continuación, se detallan las actividades de aprendizaje utilizadas en la asignatura y se da ejemplos de cada una.

Guías de problemas	
Título	Guía de actividades 2 – Electrostática en el medio libre
Objetivos específicos de la guía	<p>Ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcular el potencial a partir del campo eléctrico • Calcular el potencial a partir de una distribución de cargas • Calcular el campo eléctrico a partir de una distribución de cargas (ley de Coulomb) • Calcular el campo eléctrico a partir de la ley de Gauss • Calcular el campo eléctrico a partir del potencial • Resolver problemas de conductores en equilibrio electrostático • Utilizar correctamente la condición de frontera para conductores en equilibrio electrostático. • Aplicar correctamente las leyes de Maxwell para la electrostática. • Calcular fuerzas y torques en problemas de electrostática. • Calcular la energía potencial electrostática. • Aplicar correctamente el concepto de inducción electrostática. • Utilizar el teorema de la divergencia para resolver problemas de electrostática.
Competencias esperadas a desarrollar por parte de las y los estudiantes	
Específicas	Aplicar los conceptos fundamentales de Electrostática para dar solución a situaciones y problemas.
Genéricas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad de comunicación oral y escrita. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.

Guías de problemas	
Actividades de aprendizaje propuestas	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas de autoevaluación • Ejercicios • Problemas • Preguntas para el análisis
Ejemplos	
Preguntas de autoevaluación	¿El campo electrostático puede ser discontinuo? Justifique su respuesta.
Ejercicios	Evaluar ambos lados del teorema de la divergencia para el campo $\vec{D} = (2xy \hat{u}_x + x^2 \hat{u}_y) C/m^2$ y el paralelepípedo rectangular formado por los planos $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 2$ y $0 \leq z \leq 3$
Problemas	<p>Una gota esférica de agua transporta una carga de 30pC uniformemente distribuida en su volumen, siendo el potencial en su superficie de 500 V (considerando $V=0$ en el infinito)</p> <p>¿Cuál es el radio de la gota?</p> <p>¿Cuál es el potencial en el centro de la gota?</p> <p>Si esta gota se combina con otra con el mismo radio y la misma carga para formar una sola gota, determine el potencial en la superficie de la nueva gota.</p>
Preguntas para el análisis	<p>La siguiente figura muestra las líneas de campo producidas por tres cargas con magnitud +1C, +1C y -1C, aunque no necesariamente en este orden. La superficie gaussiana que se muestra en la figura es una esfera que contiene dos de las cargas. ¿Cuánto vale el flujo eléctrico a través de esta superficie?</p> <div style="text-align: center;">  </div>

Guías de problemas para resolver asistidos por el FEMM

Guías de problemas para resolver asistidos por el FEMM	
Título	Resolución de problemas por métodos numéricos – Elementos Finitos
Objetivos específicos de la guía	Ser capaz de: <ul style="list-style-type: none"> • Resolver problemas de campos electromagnéticos utilizando como herramienta el FEMM.
Competencias esperadas a desarrollar por parte de las y los estudiantes	
Específicas	Ser capaz de desarrollar la habilidad en el uso del FEMM (necesaria para la resolución del problema abierto de ingeniería).
Genéricas	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
Actividades de aprendizaje propuestas	<ul style="list-style-type: none"> • Resolver problemas de electromagnetismo utilizando como herramienta un software de elementos finitos.
Ejemplo	
<p>Analizar el campo magnético de un solenoide con núcleo de aire que se sienta en el espacio abierto. La bobina es la que se muestra en la figura. La bobina tiene un diámetro interior de 1 pulgada, un diámetro exterior de 2 pulgadas y una altura axial de 2 está construida con 1000 vueltas de alambre de cobre AWG 18. Para el estudio del caso se supondrá que circula por el alambre una corriente en estado estacionario de 1A. Para dibujar el modelo, tener en cuenta que la mitad de la altura de la bobina debe estar a una altura de $z=0$</p> <p>Actividades a desarrollar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcular para los puntos (0,0), (1,0) y (2,0) los valores de: B, B_r, B_z, H, H_r, H_z, J, Densidad de energía. • Calcular la inductancia de la bobina • Dibujar las líneas de flujo magnético • Trazar un mapa de colores con la densidad de flujo. • Trazar los vectores de campo B. • Trazar en un gráfico la variación del módulo de B en función del ancho de la bobina, para la parte inferior, en el centro de la altura y en la parte superior. 	



Problema semi abierto	
Título	Problema semi abierto de ingeniería
Objetivos específicos de la actividad	Ser capaz de: <ul style="list-style-type: none"> • Comunicarse adecuadamente en forma escrita a través de los informes o trabajos solicitados por la cátedra • Resolver un problema real o simulado de ingeniería eléctrica. • Defender en un coloquio lo realizado en los informes o trabajos solicitados por la cátedra • Comunicar en forma oral a sus pares los resultados obtenidos en los trabajos solicitados. • Trabajar en grupos de pares • Desarrollar la habilidad de la búsqueda de información
Competencias esperadas a desarrollar por parte de las y los estudiantes	
Específicas	Desarrollar y aplicar metodologías de proyecto, cálculo, diseño y planificación de sistemas, e instalaciones de generación, conversión, transmisión, distribución, supervisión, automatización, control, medición y utilización de energía eléctrica.
Genéricas	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. • Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería. • Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. • Comunicarse con efectividad. • Aprender en forma continua y autónoma.
Ejemplo	
<p>Caso 1: Medición de la capacidad en transformadores como medio para detectar deformaciones en sus arrollamientos</p> <p>La medición de la capacidad en transformadores es un ensayo habitual que se realiza y que puede servir para detectar movimientos o deformaciones de los arrollamientos, ya que depende exclusivamente del tipo de dieléctrico y del arreglo geométrico de los arrollamientos.</p> <p>En la Figura 3 se dan las medidas en mm de un corte de arrollamiento esquemático de un transformador monofásico de tipo columna de 132/13,2kV 30MVA.</p>	

- a) Suponga que el transformador se ve sometido a un cortocircuito en donde el bobinado de alta tensión se desplaza 15mm hacia arriba. Determine si es posible con una medición de capacidad detectar ese movimiento.
- b) Suponga ahora que la bobina de baja tensión sufre un buckling libre (utilizar archivo adjunto) debido a un cortocircuito radial (ver Figura 4). Determine si es posible con una medición de capacidad detectar esa deformación.

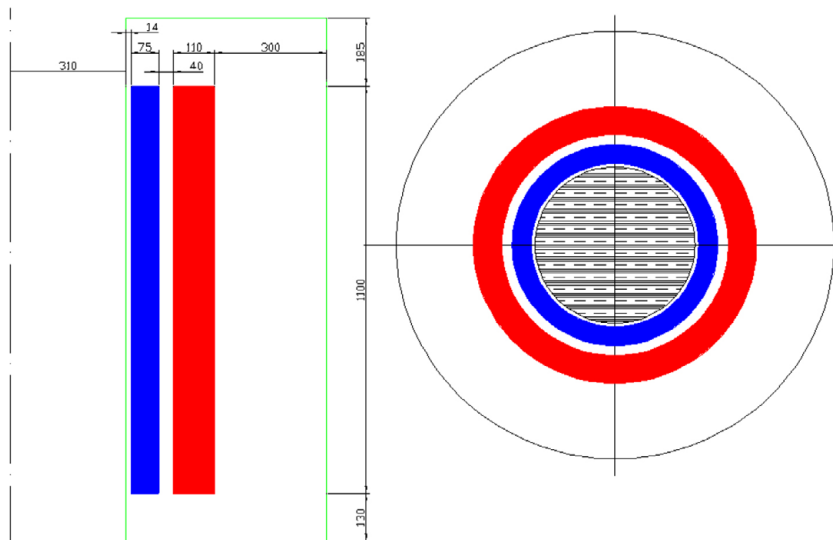


Figura 3: Medidas generales

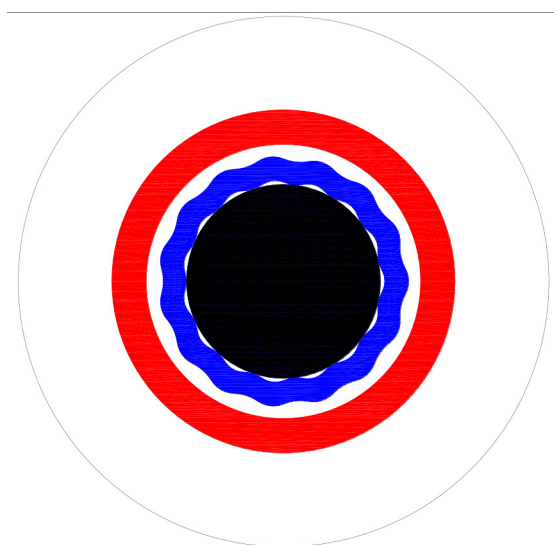
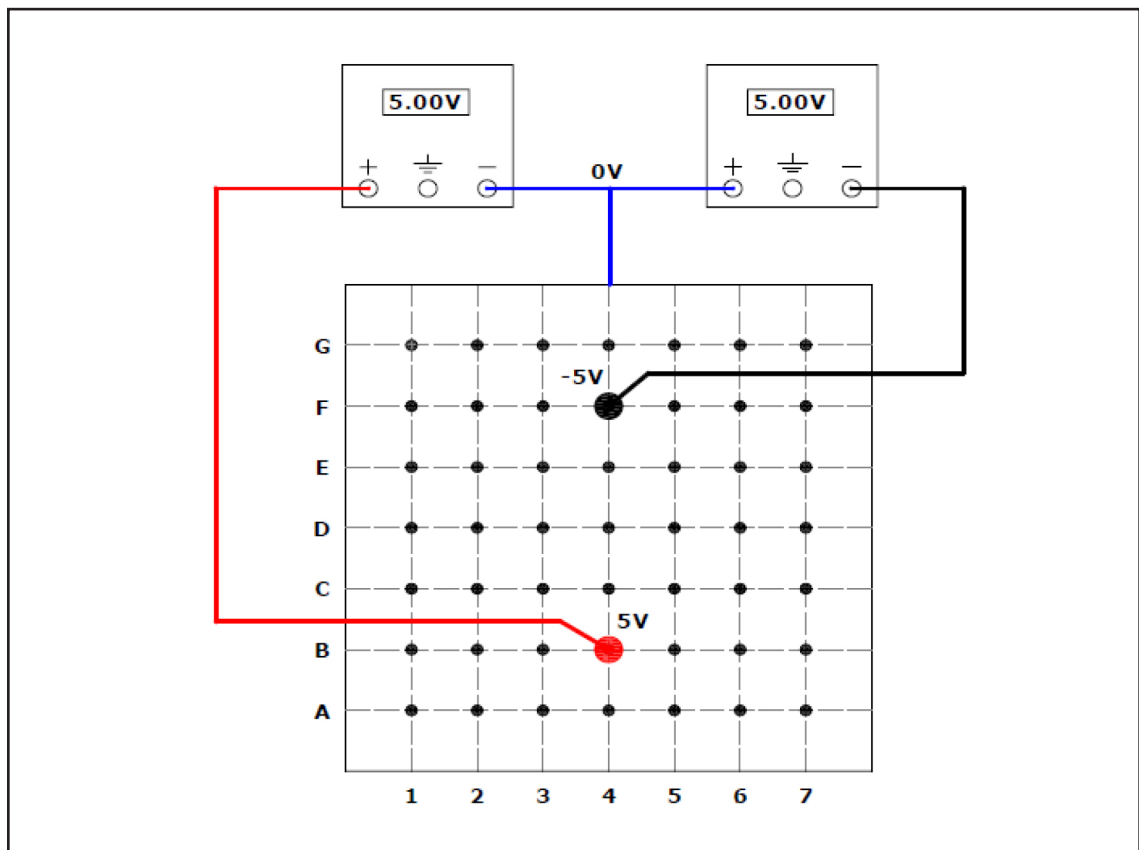


Figura 4: Bobinado de BT deformado.

Experiencia de laboratorio	
Objetivos específicos de la actividad	Ser capaz de: <ul style="list-style-type: none"> • Determinar experimentalmente la distribución de potenciales y del campo eléctrico en una cuba de onda. • Presentar los resultados y conclusiones de la experiencia
Competencias esperadas a desarrollar por parte de las y los estudiantes	
Específicas	Utilizar de manera efectiva instrumentos eléctricos de laboratorio.
Genéricas	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería. • Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. • Comunicarse con efectividad.
Ejemplo: Trabajo Práctico N° 1b: Ecuación de Laplace – Campo Eléctrico	
<p>Objeto de la experiencia: Determinar experimentalmente la distribución de potenciales y del campo eléctrico en una cuba de onda.</p> <p>Desarrollo de la Práctica. La cuba de onda es un recipiente cuadrado de vidrio con paredes metálicas. La misma tiene inscripta una grilla definida por coordenadas (ver figura).</p> <p>Se conectan dos fuentes de tensión continua como indica la figura. Cada fuente se regula en 5V.</p> <p>En la cuba se coloca un cierto nivel de agua. Y se colocan dos electrodos, uno a -5V (sumidero) y otro a 5V (fuente). La ubicación y conexionado de ambos se puede ver en la figura 1. Adicionalmente se conecta al perímetro metálico de la cuba el punto medio de las dos fuentes de alimentación (0V o potencial de referencia).</p> <p>Se debe registrar con un voltímetro las diferentes tensiones que tienen las intersecciones de las coordenadas de la grilla con respecto al perímetro metálico.</p>	



¿Cuál es la metodología de evaluación más adecuada para lograr el cumplimiento de los objetivos perseguidos?

Debido al tipo de asignatura (tecnología aplicada) y a los objetivos planteados para la aprobación directa, no es posible utilizar como único instrumento de evaluación el examen parcial escrito (el que se utilizará para dar cuenta de los objetivos de aprobación no directa). Por lo que para aquellas personas que opten por la condición de aprobación directa tendrán que cumplir, adicionalmente, con la realización, entrega y defensa en coloquio de un problema abierto de ingeniería.

Con respecto a las evaluaciones parciales tendrán un formato en el cual, por un lado, el estudiante deberá resolver problemas del tipo lápiz y papel y por el otro deberá contestar preguntas teóricas. Con la resolución de problemas se pretende verificar que el estudiante haya logrado adquirir:

- * capacidad de abstracción,
- * apropiación y manejo de información,
- * comprensión de sistemas complejos.
- * experimentación,
- * la habilidad de utilizar los conocimientos de la teoría electromagnética para la resolución de situaciones problemáticas.

Con el análisis de preguntas teóricas, se pretende verificar que el estudiante ha adquirido:

- * capacidad de abstracción (nuevamente);
- * capacidad de argumentación;
- * capacidad de explicar mediante lenguaje científico fenómenos físicos de la naturaleza y de la tecnología.

Con respecto al problema semi abierto o abierto de ingeniería se pueden plantear y analizar diferentes aspectos. El primero a tener en cuenta es que éste estará basado en una situación real o hipotética que el ingeniero electricista puede encontrarse en su ejercicio profesional. El segundo, es que la dificultad del problema planteado deberá estar en consonancia con lo requerido para una asignatura del tercer nivel de la carrera. El tercer aspecto es el formato de presentación. Como ya se ha dicho en el apartado de introducción, todo problema planteado como investigación tiene las ventajas ya expuestas. Por tal motivo se les solicitará a los y las estudiantes que el formato de entrega tenga la estructura formal solicitada para un artículo científico. Con esta metodología adoptada se pretenden verificar las siguientes competencias antes citadas: integración de conocimientos, destreza en la búsqueda bibliográfica, poder de síntesis, comunicación escrita, capacidad para modelar sistemas físicos, habilidades en el uso de herramientas informáticas de elementos finitos, adaptación de trabajo en grupo (existe un problema cada tres estudiantes). El anteúltimo aspecto para analizar es la defensa del trabajo en un coloquio, en donde se verificará la capacidad de poder argumentar la defensa de lo elaborado y comunicarlo a un decente. Por último, se evaluará la capacidad de comunicación oral a pares, ya que el trabajo deberá ser presentado al resto de los compañeros y compañeras en una presentación PowerPoint de no más de 10 minutos. Vale decir que el examen final solo se basará en la entrega, defensa y posterior exposición del problema abierto (la misma exigencia que la aprobación directa). La causa del porqué de esta decisión se basa en que con los exámenes parciales ya se consideran alcanzados los objetivos de aprobación no directa con lo que ya no es necesario volver a evaluarlos.

CONCLUSIÓN

Se han presentado en este artículo algunos aportes sobre estrategias para la evaluación de problemas abiertos como método de indagación de la adquisición de competencias en los estudiantes. Se han mostrado ejemplos de enunciados de problemas abiertos de ingeniería (planteados al estilo "estudio de caso"). Se ha planteado que los informes de los resultados de los problemas abiertos sean presentados como artículo científico, que sean defendidos en coloquio y, por último, presentados en una exposición oral al resto de sus compañeros. Con la última estrategia planteada se pretenden evaluar competencias que no se podrían evaluar con los instrumentos tradicionales (exámenes escritos).

Se puede plantear también que, como el proceso que va desde que se les entrega el enunciado del problema abierto de ingeniería, hasta que lo presentan a su grupo de pares, dura meses. Se plantea el formato de evaluación como formativo. Esto se basa en el acompañamiento de los docentes durante el desarrollo de todas las actividades que implican la resolución de dicho problema.

Una última conclusión que engloba todo lo antes dicho es que la conjunción entre exámenes

parciales y problemas abiertos cubren todas las necesidades de indagación que le permiten al docente asegurarse sobre la acreditación de la asignatura por parte del estudiante.

REFERENCIAS

CEBERIO GÁRATE, M., GISASOLA, J., & ALMUDI, J. M. (2008). ¿Cuáles son las innovaciones didácticas que propone la investigación en resolución de problemas de física y qué resultados alcanzan? *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (3), 419 - 430.

CONFEDI. (2017). Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería. Oro Verde: CONFEDI.

CONFEDI. (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina – Libro rojo del CONFEDI. Mar del Plata: Universidad FASTA Ediciones. Pág. 17.

GIL PÉREZ, D., MACEDO, B., MARTÍNEZ TORREGROSA, J., SIFREDO, C., VALDÉS, P., & VILCHES, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. OREALC/UNESCO.

ORD 1549 CS. (2016). Reglamento de estudios. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional.

PERRENOUD, P. (2008). Construir competencias desde la escuela. (M. Lorca, Trad.) Santiago de Chile: Comunicaciones y Ediciones Noreste. Pág. 7.

PERRENOUD, P. (2008). La evaluación de los alumnos (De la producción de la excelencia a la regulación de los aprendizajes - Entre dos lógicas). (M. Á. Ruocco, Trad.) Buenos Aires: Colihue.

POZO, J. I., & GÓMEZ CRESPO, M. A. (1998). La solución de problemas en la enseñanza de la Ciencia. *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid: Ediciones Morata S.L. Pág. 265.

RES 1326/18 CD. (2018). Aplicación de la aprobación en el ámbito de la Facultad Regional Avellaneda. Avellaneda: Consejo Directivo UTN-FR Avellaneda.

SACRISTÁN, G. (1990). La pedagogía por objetivos: obsesión por la eficiencia: obsesión por la eficiencia. Madrid: EDICIONES MORATA S.A. Pág. 265.

Secretaría de Enseñanza Pública. (2006). Acuerdo número 384 por el que se establece el nuevo Plan y Programas de Estudio para Educación Secundaria. SEP: Mexico. Recuperado el 24 de abril de 2019, de <https://www.sep.gob.mx>. Pág. 27.