

PROPUESTA DE MEJORAS DIDÁCTICAS PARA UN CURSO DE ELECTROMAGNETISMO EN CARRERAS DE INGENIERÍA

Isidori, Alberto Nazareno^{1,2}

¹ UIDET UNITEC, Departamento de Electrotecnia, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Calle 48 y 116, La Plata, Argentina, aisidori@inifta.unlp.edu.ar

² Departamento de Ciencias Básicas, FIUNLP.

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos tenemos diferentes capacidades, ya que además de los talentos individuales, existen también diversas oportunidades generacionales. En este sentido, los alumnos actualmente aptos para cursar carreras de ingeniería lo hacen en un contexto totalmente distinto al de varias décadas atrás.

Una ventaja para los estudiantes actuales es el acceso a la información que existe en la actualidad.

Como contrapartida, las exigencias son mayores debiéndose acortar los tiempos de cursada para salir rápidamente hacia algún emprendimiento laboral. Este fue uno de los motivos por los que, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, se decidió pasar de las clases magistrales y prácticas guiadas por personal auxiliar a las clases teórico prácticas. Las materias se dividieron para permitir cursadas cortas cambiándose el examen final por un régimen de promoción que no requiere presencia en clase, ni permite evaluaciones intermedias y corrección de carpetas de trabajos prácticos, siendo posible promocionar si el promedio de ambas evaluaciones parciales alcanza la nota 6 (escala 0-10 puntos). Por otra parte, cada parcial tiene su recuperación y la evaluación integradora inicialmente propuesta, se ha convertido en una segunda recuperación, con el agravante que los alumnos pueden cursar el segundo módulo sin haber rendido el primero.

ANTECEDENTES

A pesar de las facilidades mencionadas, desde el inicio del sistema por promoción se pudo observar un incremento continuo en la cantidad de alumnos que debían volver a cursar la materia más de una vez, aumentando año tras año el número de inscriptos. Simultáneamente, se fueron modificando los requisitos para la cursada.

Hasta 2009, la inscripción a la cursada por promoción era un punto de no retorno: se promocionaba, aprobaba la cursada para rendir examen final o se desaprobaba.

Debido a que la cantidad de desaprobados era muy elevada, y considerando que no es justo que el alumno desaprobe si deja de cursar, se agregó la posibilidad de abandono, considerándose en tal condición al alumno que abandona la cursada disponiendo aún de posibilidades para aprobarla. Con esta medida se solucionó el problema de la baja injusta del promedio de algunos alumnos, pero no se resolvió el problema de fondo: la cantidad de alumnos que debe volver a cursar la materia sigue siendo la misma.

En este contexto, para los cursos por promoción para Física II dictados por el mismo profesor entre los años 2009 y 2012, promocionó el 21% de los alumnos que se presentaron a rendir al menos un parcial. Estos resultados no se apartan demasiado de las estadísticas oficiales para toda la Facultad de Ingeniería en el periodo 2002-2012 mostrados en la Tabla 1, pudiéndose comprobar que antes o después del cambio de planes de estudio, 80 de cada 100 ingresantes no se recibió después de 10 años de permanencia en la facultad, aumentando la cantidad de alumnos retenidos.

(http://www.ing.unlp.edu.ar/institucional/difusion/2012/acto_academico_noviembre),

Tabla 1

| | Ingreso anual | retención | egreso anual | egreso anual% | retención anual% |
|-----------------|---------------|-----------|--------------|---------------|------------------|
| antes de 2002 | 1000 | 3000 | 200 | 20 | 30 |
| despues de 2002 | 1500 | 5400 | 330 | 22 | 36 |

Considerando que se trata de 80 de cada 100 alumnos, con un ingreso anual de 1500 alumnos lleva a la cifra de 12000 alumnos que no lograron recibirse, y de ellos, 5400 permanecieron diez años en la facultad. Por consiguiente, cualquier propuesta mejoradora deberá tener en cuenta esta situación.

Un serio problema pedagógico es que los alumnos acostumbran estudiar por resúmenes o por las presentaciones de clase que muestran detalladamente la realización completa de algunos ejercicios y que terminan siendo su principal fuente bibliográfica.

Otra de las fuentes a la que recurren los alumnos son los temas de evaluaciones anteriores que de alguna manera logran resolver y repetir, pero son incapaces de hacerlo ante una leve modificación de los enunciados. La búsqueda en la web de soluciones a los problemas de la guía de trabajos prácticos es otra costumbre en ascenso siendo la memorización de ejercicios el método de estudio al que finalmente se recurre.

Estos resultados, ¿son características inevitables del alumno, o nos exigen a los docentes una revisión de didáctica y contenidos?

Un alumno que llega a cursar Física II (Meneses Villagrà y Caballero Sahelices, 1995) en general carece de conocimientos previos sobre electricidad. En la segunda clase de electromagnetismo se le pide que calcule el campo eléctrico generado por una distribución continua de cargas y en cuarenta días tendrá que rendir el final con estos temas. Si promociona comenzará el segundo módulo comprobando que utiliza muy poco de lo que vio en el primero. Considerando que además está cursando las restantes materias del cuatrimestre, se puede concluir que los alumnos actuales carecen del tiempo suficiente para afianzar los conocimientos. Tal vez, por este motivo, memorizan parciales.

Como para el segundo módulo de Física II sólo se necesita conocer la resolución de circuitos eléctricos, es muy probable que olviden rápidamente los temas del primer módulo y hagan lo mismo con los del segundo, al comenzar las materias del cuarto cuatrimestre.

Ante este panorama, es necesario buscar una alternativa para lograr la motivación del alumno, acercándolo a situaciones reales, en lo posible afines a la profesión elegida, que permitan poner en práctica el conocimiento adquirido con anterioridad y animarse a avanzar con razonamientos propios (Moreno Olivos, 2011)

Afinidad con las profesiones

Debido a que los temas tratados en Física II tienen poca relación con carreras profesionales como las Ingenierías en Construcciones, Civil e Hidráulica, no es fácil lograr el interés de los alumnos de estas carreras (Solbes, Montserrat y Furió, 2007). El argumento de la importancia que tienen estos temas como preparación para enfrentar las materias restantes de la carrera y en definitiva, como parte integral de la formación como ingeniero, pierden su efecto si se considera que gran cantidad de esos alumnos aprueba la materia cuando están muy próximos a la graduación. Obviamente, no sucede lo mismo con carreras para las cuales los temas de la asignatura son fundamentales y están considerados dentro del esquema de correlatividades.

Independientemente de la profesión elegida, los circuitos eléctricos son un punto común para la motivación. Todos hacemos uso de las ventajas de la electricidad y este es un punto de partida para lograr el interés del alumno (Girelli, Dima, 2011).

CARACTERÍSTICAS DE LA MODALIDAD ACTUAL

Normalmente, los alumnos que cursan la materia y están en condiciones de hacerlo, se inscriben para cursar por promoción, aunque no todos están capacitados para seguir el ritmo impuesto por este tipo de cursadas, en la que se trata un tema diferente en cada una de las diez clases de cada módulo.

Por tratarse de dos clases semanales, llegada la tercera o cuarta clase del primer módulo, muchos de los alumnos se atrasan en la realización de los trabajos de la guía de ejercicios propuesta. Cuando están por comprender un tema ya se trató el siguiente y muchos de los que aprueban la cursada prefieren volver a cursar antes de enfrentarse al examen final.

Los malos resultados obtenidos en los exámenes finales pueden estar vinculados con el orden en que se tratan los contenidos durante la cursada y con el hecho de que cada módulo se puede considerar como una materia independiente, cuyos contenidos se podrían relacionar tratándolos en conjunto con el tiempo necesario. Este tiempo, en general, está limitado por la necesidad de promocionar para anotarse en la cursada siguiente.

Respecto a los contenidos, el tratamiento de los campos inducidos, tanto eléctrico como magnético, no se realiza con la misma intensidad con que se consideran los campos estáticos. Cuando comienza el estudio de la corriente eléctrica desaparecen los campos eléctricos, rigurosamente tratados hasta ese momento desde el comienzo de la cursada, pasándose a utilizar, sin justificación, modelos basados en circuitos. Al final de la cursada reaparecen los campos, utilizándose a veces la potencialidad de los operadores vectoriales que ocultan la física subyacente en la deducción de la ecuación de una onda electromagnética. Todo esto puede confundir al alumno, principalmente al no disponer de tiempo suficiente para relacionar los contenidos.

PROPUESTA METODOLÓGICA

El punto de partida para modalidad propuesta se basa en la realización de laboratorios en los que el alumno pueda interactuar con el instrumental sin demasiadas complicaciones, introduciendo de manera conceptual los temas que más comúnmente deberán enfrentar en su profesión, independientemente del título obtenido, como ser la distribución de energía eléctrica, conversión en otras formas de energía, utilización de instrumental de medida, etc.

Llevar a cabo esta propuesta implica pasar el tratamiento de estos temas al primer módulo, trabajando sobre los conceptos de potencial, fuerza electromotriz, corriente, resistencia, capacidad e inductancia antes de pasar a la resolución de circuitos.

El desafío consistió en encontrar una manera de introducir estos temas conceptualmente, utilizando en algunos casos postulados que se demuestran en el segundo módulo mediante la teoría de campo.

Ejemplo de clases para iniciar el cambio

Un ingeniero es aquel que mediante su ingenio transforma el conocimiento científico en aplicaciones útiles a la sociedad. Su trabajo consiste en tomar parte de la energía disponible en el planeta y transformarla adecuadamente para facilitar la vida de los seres humanos. Para lograrlo, debe conocer los diferentes modos en que se puede almacenar la energía y cómo se relacionan entre sí, más allá de que se utilice un modelo basado en teoría de circuitos o de campos.

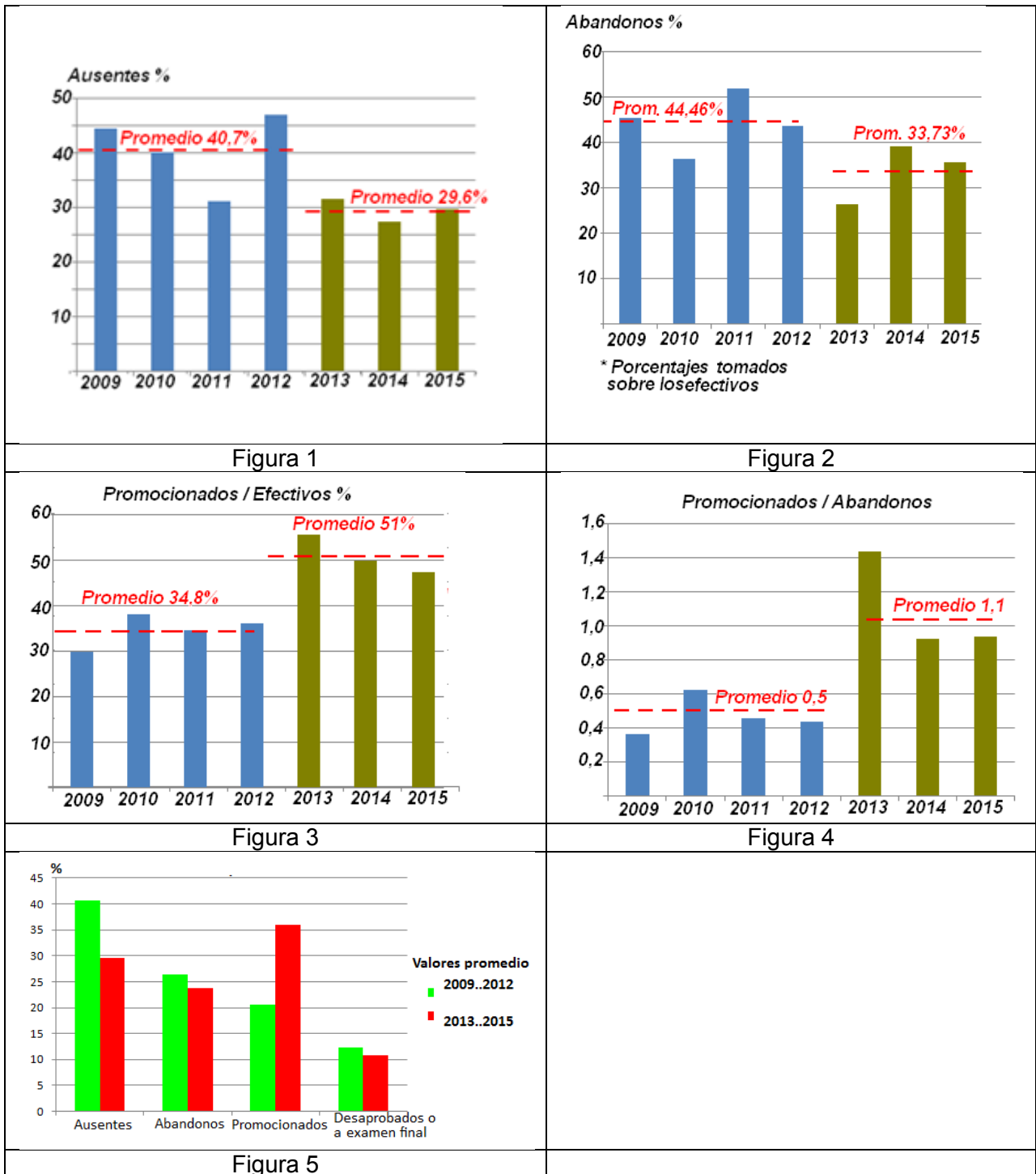
Con esta idea en mente, en la primera clase del curso se puede trabajar sobre la diferencia entre la fuerza eléctrica y la atracción entre masas, separación de cargas por frotamiento y carga de objetos por contacto e inducción. La transferencia de cargas entre objetos metálicos sirve para introducir el concepto de conducción de la electricidad. Finalmente, se utiliza el resultado experimental de Coulomb para definir la unidad de carga eléctrica y se asocia la modificación del espacio que rodea a un cuerpo cargado con un campo de fuerzas análogo al gravitatorio.

Aceptando que en el campo electrostático, como en el gravitatorio, se conserva la energía mecánica, se introduce en la segunda clase el concepto de energía potencial eléctrica, presentando al voltímetro como un instrumento que permite determinar la diferencia de potencial entre dos objetos cargados. Con la misma metodología, y siempre en forma gradual, relacionando los nuevos contenidos con los anteriores, se irán incorporando en la tercera, cuarta y quinta clase las nociones de capacidad, corriente y resistencia eléctrica, campo magnético y f.e.m inducida, que serán utilizados en las clases siguientes para resolver circuitos en estado estacionario de corriente continua y alterna y el régimen transitorio de continua. El primer módulo se completa con el estudio de la propagación de energía por medio de ondas mecánicas. La imposibilidad de explicar de qué manera nos llega la energía del Sol, fuente de toda la energía disponible en nuestro planeta, es el disparador de los temas del segundo módulo donde cada clase, tratada desde el punto de vista de la teoría de campo, se relaciona con temas del primer módulo imprimiendo a la cursada la característica integradora mencionada.

RESULTADOS

La metodología propuesta fue probada en las cursadas por promoción para las carreras de Ingeniería en Construcciones, Civil e Hidráulica (2013) y para Ingeniería Electromecánica, Eléctrica y Electrónica (2014-2015). La comparación con cursos dictados por el mismo profesor en la modalidad tradicional durante los años 2009 a 2012, permitió comprobar una disminución del orden de 10% en el porcentaje de alumnos que habiéndose anotado al curso, asistieron al menos un par de clases sin llegar a rendir (figura 1). En figura 2 se puede observar que también disminuyó el porcentaje de alumnos que abandonaron sin utilizar todas las posibilidades. En figura 3 se puede comprobar un aumento del 16% en el promedio de promocionados con respecto a la modalidad tradicional.

La figura 4 puede tomarse como un indicador de la efectividad del método probado ya que por cada alumno que promocionó, en la modalidad tradicional abandonaron dos mientras que en el método propuesto solamente lo hizo uno. Se debe mencionar que no se tuvieron en cuenta los alumnos desaprobados ni los que aprobaron la cursada con la posibilidad de rendir examen final que constituyen aproximadamente el 10% de los inscriptos repartidos de manera similar y que se presentaron de igual forma para ambas modalidades (figura 5).



CONCLUSIONES

La presentada es una de las formas posibles a tener en cuenta en la implementación de un nuevo plan para las carreras de ingeniería. No es la única ni la mejor, pero trata de incluir a la mayor cantidad de alumnos teniendo siempre presente el significado de la palabra Ingeniero.

Se demuestra que con una propuesta metodológica diferente, respecto de la forma tradicional de impartir clases de Física, se obtienen mejoras. Estas podrán ser

significativamente mayores en tanto se comiencen a consensuar nuevos métodos de enseñanza.

De los datos investigados y obtenidos globalmente es preocupante el porcentaje de alumnos retenidos, que redundará en menores posibilidades de salida laboral al egreso.

Una posible solución sería una misma carrera ofrezca títulos intermedios. Así, algunas materias podrían desdoblarse de manera similar a la mostrada en este trabajo. Una parte, dedicada a los temas afines a todas las carreras y otra, más especializada, donde se tratarían los temas necesarios para alcanzar el nivel de excelencia pretendido.

La primera, común a todos, permitiría acceder a los títulos intermedios a medida que el alumno avanza en su carrera. La segunda, optativa, le permitirá acceder a puestos de vanguardia si le interesa y posee capacidad intelectual para lograrlo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Girelli, Marina; Dima, Gilda (2011). Enseñanza por competencias en la universidad: Un ejemplo del electromagnetismo básico. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 5, No. 2, June 2011
2. Meneses Villagrà, J. A.' y Caballero Sahelices, M.c (1995) Secuencia de enseñanza sobre el electromagnetismo. *Enseñanza de las ciencias*, (1), 36-45.
3. Moreno Olivos, Tiburcio, (2011). Didáctica de la Educación Superior: nuevos desafíos en el siglo XXI. *Perspectiva Educacional*, Vol.50.nº2, Pp.26-54
4. Solbes, Jordi, Montserrat, Rosa y Furió, Carles (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y SOCIALES*. N.º 21, 91-117 (ISSN 0214-4379)