

Aplicación de actividades para practicar habilidades de pensamiento crítico y superior en un curso universitario básico de electromagnetismo. Algunos resultados



Girelli, Marina; Dima, Gilda; Reynoso Savio, María Fernanda; Baumann, Luciana

*Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa
Avda. Uruguay 151. CP 6300, Santa Rosa, La Pampa, Argentina.*

E-mail: mgirelli@cpenet.com.ar

(Recibido el 11 de Mayo de 2009; aceptado el 22 de Mayo 2009)

Resumen

En este trabajo se hace referencia a los resultados obtenidos de la aplicación de las acciones (“chequeos” y evaluación parcial) pensadas y elaboradas por los docentes, tendientes a favorecer en los estudiantes la posibilidad de desarrollar destrezas intelectuales del pensamiento superior y crítico. La metodología utilizada es un estudio de caso genérico en el que la muestra está constituida por la totalidad de los alumnos que cursaron la asignatura Física III en el año 2007 de las carreras Licenciatura en Física y Profesorado en Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina. Se puede concluir que, las acciones propuestas como facilitadoras del pensamiento crítico y superior han promovido, en este grupo de alumnos un aprendizaje críticamente reflexivo y permitieron a los mismos integrar el conocimiento, autoevaluarse y ser evaluados durante el desarrollo del tema “Campos eléctricos y magnéticos relacionados con sus fuentes”.

Palabras clave: Educación superior, estrategia didáctica, pensamiento crítico y pensamiento superior, estudio de caso.

Abstract

This work shows the results obtained in the implementation of actions (“checkings” and partial evaluation) which have been thought and elaborated by the teachers with the proposal of promoting in the students the possibility of developing a higher and critical thinking. The methodology used is a generic case study in which the sample is formed by all the assistant students to the Physics III course, of the Bachelor in Physics and Teaching Training in Physics, during the year 2007 in the Faculty of Exact and Natural Science of the National University of La Pampa, Argentina. It may be concluded that, the proposed actions to facilitate higher and critical thinking have promoted in this group of students a critical and reflexive learning, allowing them to integrate knowledge, to evaluate themselves and to be evaluated during the developing of the contents of “Electrostatic and magnetostatic fields related with their sources”.

Keywords: Higher education, didactic strategy, critical thinking, higher thinking, case study.

PACS: 01.40.-d, 01.10.Hx, 01.40.Fk, 01.40.gb

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Entre todos los niveles del sistema educativo, la enseñanza superior se caracteriza por presentar al alumno la mayor densidad de información y pretende generar en él un manejo autónomo de su conocimiento. Por ello debe procurarse que los contenidos seleccionados para enseñar promuevan un aprendizaje críticamente reflexivo en los estudiantes.

En este sentido deben pensarse estrategias de enseñanza y aprendizaje transformadoras con las cuales profesores y estudiantes se involucren en una reflexión crítica [1]. La implementación de estas estrategias favorecerá la formación de estudiantes reflexivos y críticos, preparados para afrontar los cambios que se vayan produciendo en la sociedad [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Numerosos trabajos de investigación educativa sostienen que los docentes tienen realmente un impacto importante en el aprendizaje de los alumnos como facilitadores del mismo [3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. En efecto, es condición indispensable que el docente realice habitualmente en sus clases una práctica reflexiva y que sea capaz de modelar esta práctica ante sus alumnos de manera explícita e intencionada [8]. Ante la recurrencia de esta metodología de trabajo el pensamiento de los estudiantes se tornará efectivamente crítico y superior. Por otro lado los objetivos que el profesor se plantea en el curso, tendientes a promover este pensamiento llevarán también al estudiante a estar más motivado para el aprendizaje [15, 16].

A su vez, para poder evaluar su estrategia docente el profesor deberá pensar y elaborar instrumentos que le

permitan realizar un seguimiento de las distintas actividades de aula [17].

Nuestra experiencia en docencia universitaria en carreras de ciencias nos guió hacia una reflexión comprometida sobre la enseñanza del electromagnetismo y a plantear, en consecuencia, una propuesta integradora desde lo conceptual y lo metodológico. La integración conceptual se refiere al estudio de los campos eléctrico y magnético en paralelo, remarcando similitudes y diferencias y la metodológica a una teoría y práctica en un continuo en el desarrollo de las clases [18].

El electromagnetismo demanda una gran abstracción cuando los estudiantes deben observar fenómenos, entenderlos y lograr redactar conclusiones, sin lo cual es muy difícil entender esta parte de la Física [19, 20, 21, 22]. En particular, el concepto de campo eléctrico, eje vertebral para el estudio de la electrostática es muy complejo y, cuando deben aplicarlo a situaciones problemáticas habituales de las clases de Física Básica, se detectan falencias en el conocimiento e interpretación del álgebra vectorial, en las representaciones gráficas y simbólicas y en la interpretación de conceptos tales como carga eléctrica, diferencia de potencial e intensidad de corriente entre otros [23, 24].

Enmarcado en un proyecto de investigación¹ es que los autores de este trabajo elaboramos una estrategia didáctica para la enseñanza del electromagnetismo básico, en un curso universitario perteneciente al segundo año de las carreras Licenciatura en Física y Profesorado en Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina.

Como objetivos generales de aprendizaje nos propusimos que los estudiantes que conformaron este estudio fuesen capaces, por un lado, de adquirir una comprensión profunda del contenido y por otro de desarrollar habilidades de pensamiento crítico y de nivel superior.

Se hace referencia en este trabajo a los resultados obtenidos de la aplicación de las acciones (“chequeos” y evaluación parcial) pensadas y elaboradas por los docentes, tendientes a favorecer en los estudiantes la posibilidad de desarrollar destrezas intelectuales del pensamiento superior y crítico. Estas acciones permitieron a los alumnos integrar el conocimiento, autoevaluarse y ser evaluados durante el desarrollo del tema “Campos eléctricos y magnéticos relacionados con sus fuentes”.

II. MARCO TEÓRICO

Existen trabajos en los que se señala que los conceptos de pensamiento crítico y pensamiento superior no se han logrado precisar mediante una definición [8, 25] pero, en cambio, es posible reconocerlos por algunas de sus

¹ “Evaluación de una estrategia de enseñanza en un curso básico universitario de Electromagnetismo. Un estudio de casos.” Trabajo de investigación perteneciente al Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina. Con evaluación externa: Aprobado.

características. Se trata de un pensamiento que no es algorítmico, tiende a ser complejo, produce varias alternativas de solución en vez de una sola, realiza sutiles matices de juicio e interpretación, incluye la aplicación de múltiples criterios, demanda muchas veces un apreciable esfuerzo mental, etc.

La mayoría de los investigadores coincide en que este pensamiento implica una comprensión profunda de temas específicos, el desarrollo de la habilidad para los procesos cognitivos, la práctica de la metacognición, considerada como una herramienta intelectual decisiva para el éxito en el aprendizaje, en especial en el aprendizaje de las ciencias [26, 27, 28, 29, 30, 31] y la promoción de actitudes y disposiciones tales como: el deseo de estar informado, la inclinación a buscar relaciones, la actitud abierta, la inclinación a ser reflexivo, a buscar evidencias y ser tolerantes ante la ambigüedad, entre otras [12].

El desarrollo de destrezas intelectuales del pensamiento superior y crítico permite al alumno explicar, aplicar, explicar su razonamiento, representar el tópico de una nueva forma, encontrar patrones (comparar y contrastar, clasificar, generalizar), extraer conclusiones basadas en patrones (inferir, predecir, hacer hipótesis), identificar estereotipos, identificar suposiciones implícitas e identificar información relevante e irrelevante. Estos procesos son herramientas para pensar, todos importantes en el mundo de la ciencia.

Para la integración de la información y el desarrollo del pensamiento crítico y superior el docente puede pensar especialmente actividades en cualquier tema y/o unidad de la currícula. En ese cometido no se puede improvisar y se requiere del docente tiempo suficiente para dedicarle a esta tarea y habilidad para pensar de manera crítica.

Si el docente pretende promover un aprendizaje transformador en los alumnos, sus intenciones deben ser congruentes con la práctica [3]. Para ello las actividades que prepare deben ser bien planificadas y controladas. Se deben implementar en los trabajos prácticos de problemas, en los trabajos de laboratorio, en las evaluaciones parciales, como monitoreos a lo largo de una clase o como “chequeos” integradores. Con actividades de este tipo se favorece en el alumno la posibilidad de desarrollar destrezas intelectuales del pensamiento superior y crítico de conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación [32, 33].

A los efectos de cerciorarse que se ha producido un aprendizaje críticamente reflexivo, tanto en el plano de los resultados como en el del procedimiento, el docente deberá tener en cuenta una forma de:

- identificar si éste se ha producido en relación a la comprensión de los temas específicos de la asignatura en cuestión,
- asegurar que se produzca el diálogo reflexivo,
- comprobar la participación del alumno en ese diálogo,
- identificar pruebas de proceso del desarrollo del aprendizaje en el tiempo, con independencia de los puntos inicial y final,
- asegurar que el alumno tenga idea del procedimiento de aprendizaje (metacognición) [7].

III. METODOLOGÍA

La metodología utilizada es un estudio de caso genérico en el que se hacen descripciones intensivas, interpretaciones y análisis de situaciones en un sistema limitado [34, 35]. La muestra está constituida por la totalidad de los alumnos que cursaron la asignatura Física III en el año 2007 (tres alumnos) de las carreras mencionadas en la Introducción.

En este estudio educacional el foco está puesto en las acciones llevadas a cabo para estimular en los alumnos habilidades de pensamiento crítico y superior.

A. Acciones

La planificación de nuestras clases, basadas en el modelo de enseñanza de exposición y discusión [12, 18], requirió de la implementación de acciones tales como las que se describen a continuación:

A.1 Monitoreos

Mientras se expone el tema y en aquellas instancias en las que el docente lo considera necesario se lleva a cabo un *monitoreo de la comprensión* [12] que tiene como finalidad chequear con preguntas la comprensión por parte de los estudiantes de los contenidos conceptuales que se están tratando. El monitoreo es una acción de corta duración donde, con una pregunta oportuna, se tiene una idea de si los estudiantes han interpretado la información adecuadamente, lo que permite avanzar con las actividades de clase o en su defecto retomar aquellos conceptos que así requieran.

A.2 Trabajo de laboratorio

En la temática seleccionada y a partir de una guía elaborada por los docentes, se realizó un trabajo de laboratorio sobre el tema "Campo magnético" con la redacción, por parte de los alumnos, de un informe escrito grupal. En este trabajo se plantea como objetivo la obtención del espectro magnético resultante de la superposición del campo magnético terrestre con el de un imán permanente. Durante la realización del mismo se incentiva a los alumnos con preguntas para discutir y responder cuestiones con el propósito de que practiquen habilidades de pensamiento crítico y superior.

A.3 Trabajo práctico de problemas

Se elaboró y redactó una guía con algunas situaciones problemáticas y cuestiones abiertas y cerradas tendientes a favorecer el pensamiento crítico y superior en este grupo de estudiantes, al momento de dar solución a las mismas.

A.4 Chequeos

Como actividad integradora y tendiente a indagar la comprensión de los temas específicos de la unidad seleccionada, se elaboraron y redactaron cuidadosamente un total de tres actividades a las que denominamos

"chequeos" [36], y a las que los alumnos dieron en principio, respuesta escrita y luego oral en una discusión grupal (debate) que los docentes generaron recurriendo a preguntas orientadoras.

Las situaciones presentadas en estas actividades fueron tomadas, con algunas modificaciones de trabajos de grupos de investigación que han hecho contribuciones en el sentido de favorecer la construcción de ideas físicas y de desarrollar el razonamiento científico de los alumnos [37].

A continuación se enumeran los objetivos específicos de cada uno de los chequeos (Anexos I, II y III):

*) *Chequeo N° 1*, implementado luego de que los alumnos desarrollaran todas las acciones referidas a líneas de campo, tanto electrostático como magnetostático.

Con él se pretendió que los alumnos:

- ✓ expliquen un esquema de líneas de fuerza de campo magnético;
- ✓ establezcan la relación entre el vector campo y las líneas de fuerza;
- ✓ expliquen la relación entre el número de líneas dentro de un imán, con respecto al número de ellas fuera del mismo;
- ✓ expliquen el orden establecido entre los módulos de los vectores campo magnético en distintos puntos;
- ✓ relacionen el campo magnético con las fuentes generadoras del mismo y con la distancia a ellas;
- ✓ interpreten y apliquen el principio de superposición de campos.

Los Chequeos N° 2 y N° 3 fueron realizados al finalizar los cálculos de campo electrostático y magnetostático respectivamente.

*) *Chequeo N° 2*, en esta etapa se intentó que los estudiantes:

- ✓ identifiquen las fuentes generadoras de campo eléctrico;
- ✓ establezcan una comparación entre los módulos de los campos luego del cálculo de cada uno de ellos;
- ✓ analicen la contribución de una carga infinitesimal al campo resultante y la composición vectorial;
- ✓ apliquen el principio de superposición de campos y evalúen distintas posibilidades respecto del signo y valor de las cargas eléctricas generadoras.

*) *Chequeo N° 3*, con éste último se procuró que los alumnos:

- ✓ establezcan una comparación entre los módulos y las direcciones de los campos magnéticos generados por corrientes rectilíneas muy largas;
- ✓ expliquen cómo determinar dichos campos y efectúen la composición vectorial;
- ✓ reconozcan la existencia de un campo que anule a los calculados;
- ✓ analicen distintas posibilidades para ubicar un tercer cable para que el punto anterior sea posible (teniendo en cuenta el principio de superposición);
- ✓ realicen una evaluación correcta de la distancia a la que debe colocar el cable anterior.

A.5 Evaluación parcial

Ésta consistió en un examen escrito donde se plantearon dos situaciones problemáticas nuevas (Anexo IV) pero con el mismo criterio de las desarrolladas en los chequeos, en el trabajo práctico de problemas y en el de laboratorio. Esta instancia fue llevada a cabo al concluir con el desarrollo de la unidad “Campos eléctricos y magnéticos relacionados con sus fuentes”.

B. Instrumentos utilizados para el registro de datos

Se utilizaron como instrumentos las respuestas escritas dadas por los estudiantes, en forma individual, a cada uno de los chequeos y a la evaluación parcial.

IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

A continuación se muestra el análisis y los resultados alcanzados en esta investigación.

A. Análisis de las respuestas escritas a los Chequeos

Para proceder a analizar las respuestas escritas dadas por los estudiantes a los chequeos, en principio se identificó a los tres estudiantes que constituyeron la muestra como E1, E2 y E3; luego se procedió a leer cuidadosamente las respuestas para categorizarlas según el objetivo de aprendizaje propuesto y las habilidades de pensamiento superior y crítico demostradas por cada uno de estos estudiantes, en concordancia al nivel del dominio cognitivo según la taxonomía de Bloom [38]. Los aspectos relevantes que surgen de la información mencionada anteriormente fueron volcados en tres tablas, que se muestran a continuación. Cabe señalar que E3 ya había abandonado el cursado de la asignatura en momento de realizarse el Chequeo N° 3.

TABLA I. Aspectos relevantes que surgen del análisis de las respuestas escritas al Chequeo N° 1.

<i>Objetivo de aprendizaje</i>	<i>Habilidades de pensamiento superior y crítico demostradas</i>	<i>Niveles del dominio cognitivo</i>	<i>Estudiante</i>
Identifica las fuentes generadoras de campo	Identificar tópicos	Conocimiento, aplicación y análisis	E1, E2, E3
Hipotetiza sobre la forma de un espectro de líneas de campo	Formar conclusiones basadas en patrones (inferir, predecir y formular hipótesis)	Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación	E1, E2, E3
Relaciona cantidad de líneas de fuerza con intensidad de campo	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, comprensión y aplicación	E1, E2, E3
Relaciona el sentido de los vectores campo con el de las líneas de fuerza	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, comprensión, aplicación y síntesis	E1, E2, E3
Relaciona el módulo de los campos con la distancia a sus fuentes	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, comprensión, aplicación y síntesis	E1, E2, E3
Aplica el principio de superposición explícita o implícitamente	Aplicar conocimientos de Mecánica. Encontrar patrones (generalizar la aplicación del principio de superposición en física)	Conocimiento, aplicación, análisis y síntesis	E1, E2, E3

TABLA II. Aspectos relevantes que surgen del análisis de las respuestas escritas al Chequeo N° 2.

<i>Objetivo de aprendizaje</i>	<i>Habilidades de pensamiento superior y crítico demostradas</i>	<i>Niveles del dominio cognitivo</i>	<i>Estudiante</i>
Identifica las fuentes generadoras de campo	Identificar tópicos	Conocimiento, aplicación, y análisis	E1, E2, E3
Compara los módulos de los campos de distintas fuentes	Encontrar patrones (comparar y contrastar) Explicar su razonamiento	Comprensión y análisis	E2
Calcula el campo generado por una determinada fuente	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, aplicación y análisis	E2
Calcula el campo generado por una fuente extensa a partir de la contribución de una fuente infinitesimal	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis	E2
Interpreta la contribución de una fuente infinitesimal de campo	Representar una ley física en una nueva situación. Generalizar la aplicación de una ley física	Conocimiento y comprensión	E2
Usa notación vectorial correcta	Aplicar conocimientos de análisis vectorial y de estática en una situación determinada	Conocimiento y aplicación	E2
Descompone / Compone vectorialmente campos	Aplicar conocimientos de análisis vectorial y de estática en una situación determinada	Conocimiento y aplicación	E2, E3
Realiza consideraciones de simetría	Extraer conclusiones basadas en patrones	Conocimiento y análisis	E1, E2, E3
Aplica el principio de superposición explícita o implícitamente	Aplicar conocimientos de Mecánica. Encontrar patrones (generalizar la aplicación del principio de superposición en física)	Conocimiento, aplicación, análisis, y síntesis	E1, E2, E3
Da más de una posibilidad para que el campo adquiera la intensidad y orientación solicitadas	Formar conclusiones basadas en patrones (inferir, predecir y formular hipótesis)	Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación	E2

TABLA III. Aspectos relevantes que surgen del análisis de las respuestas escritas al Chequeo N° 3.

<i>Objetivo de aprendizaje</i>	<i>Habilidades de pensamiento superior y crítico demostradas</i>	<i>Niveles del dominio cognitivo</i>	<i>Estudiante</i>
Identifica las fuentes generadoras de campo	Identificar tópicos	Conocimiento, aplicación, y análisis	E1, E2
Relaciona el sentido de los vectores con el de las líneas de fuerza	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, comprensión, aplicación y síntesis	E1, E2
Relaciona el módulo de los campos con la distancia a sus fuentes	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, comprensión, aplicación y síntesis	E1, E2
Compara los módulos de los campos de distintas fuentes	Encontrar patrones (comparar y contrastar) Explicar su razonamiento	Comprensión y análisis	E1, E2
Calcula el campo generado por una determinada fuente	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, aplicación y análisis	E1, E2
Usa notación vectorial correcta	Aplicar conocimientos de análisis vectorial y de estática en una situación determinada	Conocimiento y aplicación	E1, E2
Descompone/ Compone vectorialmente campos	Aplicar conocimientos de análisis vectorial y de estática en una situación determinada	Conocimiento y aplicación	E2
Realiza consideraciones de simetría	Extraer conclusiones basadas en patrones	Conocimiento y análisis	E1, E2
Aplica el principio de superposición explícita o implícitamente	Aplicar conocimientos de Mecánica. Encontrar patrones (generalizar la aplicación del principio de superposición en física)	Conocimiento, aplicación, análisis y síntesis	E1, E2
Da más de una posibilidad para que el campo adquiera la intensidad y orientación solicitadas	Formar conclusiones basadas en patrones (inferir, predecir y formular hipótesis)	Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación	E1, E2

Del análisis de la información mostrada en las Tablas I, II y III surge que la mayoría de los objetivos de aprendizaje son alcanzados por todos los estudiantes en los Chequeos N° 1 y N° 3, en tanto que en el Chequeo N° 2 sólo el E2 alcanza la totalidad de ellos satisfactoriamente. Cabe destacar que E2 logra todos los objetivos en los tres chequeos.

Se observa que todos los estudiantes son capaces de identificar fuentes generadoras de campo, hipotetizar sobre la forma de un espectro de líneas de fuerza, relacionar cantidad de líneas de fuerza con la intensidad de campo, relacionar el sentido de los vectores campo con el de las líneas de fuerza, relacionar el módulo de los campos con la distancia a sus fuentes, aplicar el principio de superposición y realizar consideraciones de simetría. No obstante, E1 y E3 realizan el cálculo y la comparación de los módulos de los campos de forma incorrecta en los dos primeros chequeos, aspecto éste superado en el tercero por E1.

Si bien en las preguntas abiertas presentadas en los Chequeos N° 2 y N° 3 no se exige más de una solución, el alumno E2 dio más de una posibilidad correcta (habilidad ésta relevante en el pensamiento crítico y superior) en el Chequeo N° 2 y ambos (E1 y E2) lo hicieron en el Chequeo N° 3.

En cuanto a las habilidades de pensamiento superior y crítico demostradas, la totalidad de los alumnos fueron capaces de identificar tópicos, hallar patrones, extraer conclusiones basadas en patrones y aplicar conocimientos de Mecánica en los tres chequeos. A su vez E2 mostró que practicaba todas las habilidades estimuladas en los tres chequeos.

“Explicar su razonamiento” recién es logrado por la totalidad de los alumnos en el tercer chequeo; “representar una ley física en una nueva situación” y “generalizar la aplicación de una ley física” sólo es lograda por E2 en el Chequeo N° 2.

En cuanto a “aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada” y “formar conclusiones basadas en patrones (inferir, predecir y formular hipótesis)” estuvo presente en la totalidad de los alumnos en los Chequeos N° 1 y N° 3.

Con respecto a los niveles del dominio cognitivo, la totalidad de ellos fue abordada por los tres alumnos en el Chequeo N° 1, sólo por el E2 en el Chequeo N° 2 y por E1 y E2 en el Chequeo N° 3.

Por otra parte, de la lectura de las respuestas dadas por los alumnos surgen aspectos que no figuran en las tablas y que sin embargo merecen comentarse. Así es que, en el Chequeo N° 2, E1 y E3 no basaron sus respuestas en un cálculo formal, sino que arriesgaron una solución, la que por cierto fue incorrecta. También se detectaron algunas falencias tales como: responder sólo cualitativamente a la comparación de los módulos de los campos; dibujar el vector campo sobre las cargas fuentes; realizar un esquema incompleto de alguna situación y en algún caso expresarse con un lenguaje incorrecto [38]. Cabe destacar que todos estos aspectos negativos fueron superados por E1 en el tercer chequeo.

B. Análisis de las respuestas a la Evaluación parcial

La Tabla IV que figura a continuación, muestra aspectos relevantes que surgen del análisis de las respuestas escritas a la evaluación parcial.

Esta tabla da cuenta que la totalidad de los alumnos respondieron satisfactoriamente a todos los objetivos de aprendizaje y demostraron todas las habilidades de pensamiento superior y crítico estimuladas en los seis niveles del dominio cognitivo.

El estudiante E3 no hace la evaluación parcial porque para esa fecha había abandonado el cursado de la asignatura.

V. CONCLUSIONES

Los resultados satisfactorios obtenidos por los tres estudiantes en el Chequeo N° 1 pudieron deberse a que, al momento de realizarlo, habían trabajado intensamente en el tema “líneas de fuerza” con la observación de distintos espectros en el laboratorio, de fotografías y esquemas de los mismos en libros de texto y la realización del práctico de laboratorio “Campo magnético”.

Con respecto a las respuestas dadas por los estudiantes al Chequeo N° 2 pareciera que estuvo ausente en la mayoría de ellos la destreza intelectual de aplicar los conceptos y habilidades trabajados en las situaciones planteadas en el trabajo práctico de problemas.

No obstante, se observa una evolución favorable puesta de manifiesto en los resultados del tercer chequeo en principio y luego en la evaluación parcial, donde la totalidad de los alumnos supera las dificultades señaladas anteriormente respondiendo adecuadamente a todos los objetivos de aprendizaje planteados y demostrando haber utilizado habilidades de pensamiento superior y crítico estimuladas en el curso. Estimamos que este logro se debió a que, al momento de responder al tercer chequeo, los estudiantes habían terminado con la totalidad de las actividades propuestas para el tema “Campos eléctricos y magnéticos relacionados con sus fuentes”, lo que les permitió tener más oportunidades de practicar y de corregir las falencias puestas de manifiesto en el Chequeo N° 2.

Se hace notar que el Chequeo N° 2 fue presentado a los estudiantes al terminar “Campo eléctrico” hecho que ocurrió cuando los estudiantes junto a los docentes habían trabajado y desarrollado un 50% de la unidad motivo de estudio. Esta situación propició un entrenamiento mayor en los alumnos, motivo por el cual su desempeño en las respuestas al chequeo fue mejor.

Por otra parte, la riqueza de las respuestas obtenidas en la pregunta c) del Chequeo N° 2 y de la b) del Chequeo N° 3 permite inferir que, las actividades que el docente presenta a sus estudiantes deben ser formuladas como preguntas abiertas que requieran de ellos la toma de decisiones y dar varias posibilidades de solución.

TABLA IV. Aspectos relevantes que surgen del análisis de las respuestas escritas a la Evaluación parcial.

<i>Objetivo de aprendizaje</i>	<i>Habilidades de pensamiento superior y crítico demostradas</i>	<i>Niveles del dominiocognitivo</i>	<i>Estudiante</i>
Identifica las fuentes generadoras de campo	Identificar tópicos	Conocimiento, aplicación y análisis	E1, E2
Relaciona el sentido de los vectores campo con el de las líneas de fuerza	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, comprensión y aplicación	E1, E2
Relaciona el módulo de los campos con la distancia a sus fuentes	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, comprensión y aplicación	E1, E2
Compara los módulos de los campos de distintas fuentes	Encontrar patrones (comparar y contrastar) Explicar su razonamiento	Comprensión y análisis	E1, E2
Calcula el campo generado por una determinada fuente	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, aplicación y análisis	E1, E2
Calcula el campo generado por una fuente extensa a partir de la contribución de un fuente infinitesimal	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis	E1, E2
Interpreta la contribución de una fuente infinitesimal de campo	Representar una ley física en una nueva situación Generalizar la aplicación de una ley física	Conocimiento y comprensión	E1, E2
Usa notación vectorial correcta	Aplicar conocimientos de análisis vectorial y de estática en una situación determinada	Conocimiento y aplicación	E1, E2
Descompone / Compone vectorialmente campos	Aplicar conocimientos de análisis vectorial y de estática en una situación determinada	Conocimiento y aplicación	E1, E2
Realiza consideraciones de simetría	Extraer conclusiones basadas en patrones	Conocimiento y análisis	E1, E2
Aplica el principio de superposición explícita o implícitamente	Aplicar conocimientos de Mecánica. Encontrar patrones (generalizar la aplicación del principio de superposición en física)	Conocimiento, aplicación, análisis, y síntesis	E1, E2
Da más de una posibilidad para que el campo adquiera la intensidad y orientación solicitadas	Formar conclusiones basadas en patrones (inferir, predecir y formular hipótesis)	Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación	E1, E2

Asimismo se observa en el alumno E1, una marcada evolución favorable en el empleo de habilidades de pensamiento, siendo que fue éste el que más deficiencias al respecto mostró inicialmente.

Concluimos que, con este grupo de alumnos las acciones propuestas como facilitadoras del pensamiento crítico y superior han promovido un aprendizaje críticamente reflexivo. Además, pensamos que actividades tales como la presentada en este trabajo, ayudan también a prestar especial atención a la participación del alumno en su propio proceso de aprendizaje (metacognición) quienes pueden comprender sus fracasos y regular su propio aprendizaje [39]. Por ello, merece que el docente se esfuerce en diseñar actividades que promuevan la práctica de habilidades cognitivas y metacognitivas [26, 40].

Las acciones previstas para facilitar el desarrollo de habilidades de pensamiento superior y crítico en los estudiantes ofrecen una metodología alternativa de trabajo en la que el rol facilitador del docente es primordial. Estas acciones de poder transformador para el estudiante deben planearse y controlarse para tal fin; además el docente puede pensarlas para la totalidad de las unidades de la currícula.

Finalmente, creemos que la adopción del planteo que proponemos, que promueve un tipo de aprendizaje que consideramos más adecuado para los alumnos es la base para el propio desarrollo profesional del docente.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Profesora Ana María de la Fuente, quien con su mirada crítica pero constructiva, efectuó valiosas sugerencias que contribuyeron a la versión final del presente artículo. La Profesora de la Fuente se desempeñó como Directora del Proyecto de Investigación, motivo de este trabajo, hasta octubre de 2008.

REFERENCIAS

- [1] Barnett, R., *The idea of the Higher Education*, Buckingham: Society for Research into Higher Education (SRHE)/Open University Press, 1990).
- [2] Gardner, H., *La mente no escolarizada. Cómo piensan los niños y cómo deberían enseñar las escuelas*, (Paidós, Barcelona, 1993).
- [3] Harvey, L. & Knight, P., *Transforming Higher Education* (SRHE/Open University Press, Buckingham, 1996).
- [4] Resnick, L. B. y Klopfer, L. E., *Currículum y cognición* (Aique, Buenos Aires, 1997).
- [5] Perkins, D., *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica* (Paidós, Barcelona, 1999).
- [6] Siegler, R. S., *Cognition and instruction. Twenty-five years of progress* (Erlbaum. Mahwah, N. J., 2001).
- [7] Brockbank, A. y McGill, I., *Aprendizaje reflexivo en la educación superior* (Morata, Madrid, 2002).

- [8] Guzmán Silva, S. y Sánchez Escobedo, P., <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-guzman.html>, Consultado el 13 de noviembre de 2007.
- [9] Litwin, E., *Prácticas y teorías en el aula universitaria*, Revista Praxis Educativa **1**, 10-16 (1995).
- [10] Ausubel D. P, Novak, J. D. y Hanesian, H., *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo* (Trillas, México, 1996).
- [11] Litwin, E., Palou, M., Herrera, M., Pastor, L. y Calvet, M., *La evaluación en la buena enseñanza*, Ethos Educativo **20**, 9-19 (1999).
- [12] Eggen, P. y Kauchak, D., *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento* (Fondo de Cultura Económica, México, 1999).
- [13] Herrera, M., *Acerca de la evaluación y de las expresiones docentes*, Educación, lenguaje y sociedad **1**, 155-164 (2003).
- [14] Picquart, M., *¿Qué podemos hacer para lograr un aprendizaje significativo de la física?*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **2**, 29 -36 (2008).
- [15] Stipek, D., *Motivation to learn. From theory to practice* (Allyn and Bacon, Boston, MA, 1992).
- [16] Proyecto Tuning América Latina, <http://tuning.unideusto.org/tuningal/>, Consultado el 18 de marzo 2008.
- [17] Bonil, J. y Pujol, R. M., *El paradigma de la complejidad, un marco de referencia para el diseño de un instrumento de evaluación de programas en la formación inicial de profesorado*, Enseñanza de las Ciencias **26**, 5 -22 (2008).
- [18] Girelli, M., Dima, G., Reynoso Savio, M. F., Baumann, L. y de la Fuente, A. M., *Propuesta de Enseñanza del tema campos electrostáticos y magnetostáticos en un curso universitario básico*. VII Jornadas de Ciencia y Técnica de la UNLPam, 8 p., CD ISSN 1668-8430, La Pampa, Argentina (2008).
- [19] Tiberghien, A., Leonard, J. E., & Barojas, J. (Eds.). *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*, edited by International Commission on Physics Education (ICPE). <http://www.physics.ohiostate.edu/~jossem/ICPE/BOOKS.html>, Consultado el 27 de noviembre de 2007.
- [20] Cabral da Costa, S. S. e Moreira, M. A., *Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física*, Revista Brasileira de Ensino de Física **24**, 61-75 (2002).
- [21] Guisasola, J., Almudí, J. M. y Zubimendi, J. L., *Dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos de enseñanza*, Enseñanza de las Ciencias **21**, 79-94 (2003).
- [22] Guisasola, J., Gräs-Mart, A., Martínez Torregrosa, J. M., Almudí, J. M. y Becerra Labra, C., *¿Puede ayudar la investigación en enseñanza de la Física a mejorar su docencia en la Universidad?* Revista Brasileira de Ensino de Física **26**, 197-202 (2004).
- [23] Marino, L. A., Carreri, R. A. y Alzugaray, G. E., *El aprendizaje del campo eléctrico: estudio en un curso de*

física a nivel universitario, Memorias de SIEF 9, ISBN: 978-987-22880-4-4 (2008).

[24] Guisasola, J., Zubimendi, J. L., Almudí, J. M. y Ceberio, M., *Dificultades persistentes en el aprendizaje de la electricidad; estrategias de razonamiento de los estudiantes al explicar fenómenos de carga eléctrica*, Revista Enseñanza de las Ciencias **26**, 177 -192 (2008).

[25] Zohar, A., *El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación*, Enseñanza de las Ciencias **24**, 157-172 (2006).

[26] Neto, A. J., *Resolução de problemas em Física-conceitos, prfocessos e novas abordagens*, (Instituto de Inovação Educational, Lisboa, 1998).

[27] Perrenoud, P., *Construir competencias desde la escuela* (Ediciones Dolmen, Santiago de Chile, Pedagogía, 1999).

[28] Brandsford, J. D., Brown, A. L. y Cooking, R. R. (Eds.), *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (National Academy Press, Washington, D.C., 2000).

[29] Georghiades, P., *From the General to the Situated. Three Decades of Metacognition*, International Journal of Science Education **26**, 365-383 (2004).

[30] Maturano, C. I., Soliveres, M. A. Macías, A., *Estrategias Cognitivas y Metacognitivas en la comprensión de textos de Ciencias*, Enseñanza de las Ciencias **20**, 415-425 (2002).

[31] Ribeiro, M. F. y Neto, A. J., *La enseñanza de las ciencias y el desarrollo de destrezas de pensamiento: un estudio metacognitivo con alumnos de 7° de primaria*, Enseñanza de las Ciencias **26**, 211-226 (2008).

[32] Bloom, B., *Taxonomía de los objetivos de la educación* (El Ateneo, Buenos Aires, 1981).

[33] Fowler, B., La taxonomía de Bloom y el pensamiento crítico, <http://eduteka.org>, Consultado el 20 de marzo de 2008.

[34] Merriam, S. B., *Qualitative Research and Case Study Applications in Education* (Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1998).

[35] Pocióvi, M. C. y Hoyos, E., *Corriente de desplazamiento: su presentación en libros de texto de nivel universitario básico*, Memorias de XV Reunión Nacional de Educación en la Física (REFXV), Villa de Merlo, San Luis. ISBN: 978-987-24009-0-3, T: 3-33 (2007).

[36] Girelli, M., Dima, G., Reynoso Savio, M. F., Baumann, L. y de la Fuente, A. M., *Actividades que permiten a los alumnos practicar habilidades de pensamiento crítico y superior en un curso universitario básico de electromagnetismo*, Memorias de Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física (SIEF9), 8 p., CD ISBN 978-987-22880- 4- 4, Rosario, Argentina (2008).

[37] McDermott, L., Shaffer, P. y el Physics Education Group, *Tutoriales para Física Introductoria* (U. Wash., Prentice may, Washington, 2001).

[38] Girelli, M., Dima, G., Reynoso Savio, M. F., Baumann, L. y de la Fuente, A. M., *La aplicación de "chequeos" para evaluar habilidades de pensamiento crítico y superior en un curso universitario básico de electromagnetismo*. Aceptado para su publicación en la Revista de Enseñanza de la Física, Febrero 2009.

[39] Salema, M. H., *Ensinar e aprender a pensar* (Texto Editora, Porto, 1997).

[40] Doly, A., *Metacognição e Mediação na escola*, en Grangeat, M. (coord.) *A metacognição, um apoio ao trabalho dos alunos* (Porto Editora, Porto, 1999).

ANEXO I

APELLIDO y Nombre:

Fecha:

Resuelva las siguientes situaciones sobre la base de su experiencia con imanes:

a) Dibuje con cuidado las líneas de campo magnético **H** para el imán con forma de barra mostrado a continuación. Asegúrese de dibujar las líneas de campo de manera que incluyan información acerca de la intensidad, dirección y sentido del campo, dentro y fuera del imán.

b) Basándose en las líneas de campo magnético que ha dibujado, ordene de mayor a menor la intensidad del campo magnético en los puntos A hasta E. Justifique su respuesta.

• A

• B

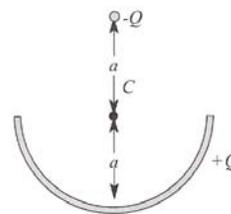


ANEXO II

APELLIDO y Nombre:

Fecha:

Una delgada varilla semicircular tiene una carga total $+Q$ distribuida uniformemente a lo largo de ella. Se coloca una carga puntual negativa $-Q$, como se muestra en la figura.



Sean E_p y E_v los campos eléctricos en el punto C, debidos a la carga puntual y a la varilla respectivamente.

a) ¿El módulo de E_p es mayor, menor o igual al módulo de E_v ? Explique su razonamiento.

b) ¿Cómo usó el hecho de que la carga esté uniformemente distribuida a lo largo de la varilla para determinar el campo eléctrico en el punto C?

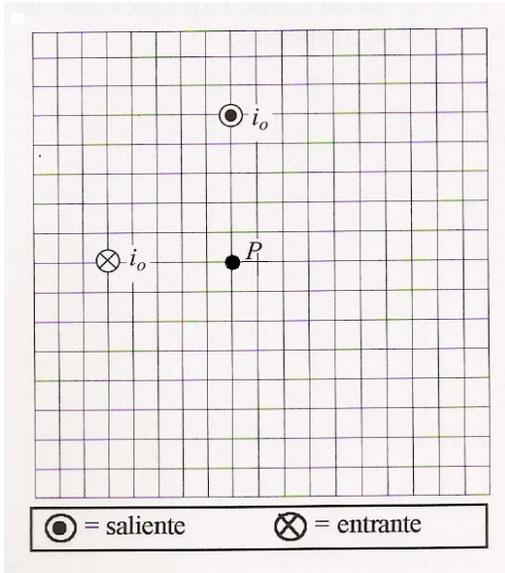
c) ¿Qué propone modificar en esta situación, para que el campo eléctrico resultante en el punto C sea igual a cero?

ANEXO III

APELLIDO y Nombre:

Fecha:

La figura muestra un corte transversal de dos largos conductores paralelos. Por un cable circula una corriente i_0 saliente de la hoja, por el otro también circula una corriente i_0 , pero entrante



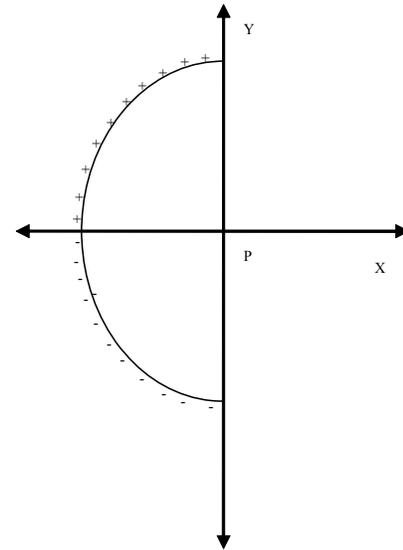
- Dibuje un vector en el diagrama para mostrar la dirección y el sentido del campo de inducción magnética \mathbf{B} , si existiera, en el punto P. Explique su razonamiento.
- Determine la posición de un tercer cable, por el que circule una corriente, también i_0 , de manera tal que el campo de inducción magnética \mathbf{B} en P sea nulo. Explique cómo determinó su respuesta.

ANEXO IV

Evaluación parcial

1) Una varilla de vidrio está doblada en un semicírculo de radio r . Una carga $+q$ está uniformemente distribuida a lo largo de la mitad superior, y una carga $-q$ está uniformemente distribuida a lo largo de la mitad inferior,

como se muestra en la figura. a) ¿Es el campo eléctrico \mathbf{E} igual a cero en P, centro del semicírculo? Fundamente su respuesta. b) ¿Qué propone modificar para obtener un campo eléctrico en la dirección del eje x? Explique su razonamiento.



- Determine la magnitud, dirección y sentido del campo de inducción magnética \mathbf{B} en el punto P de la figura, situado en el centro de las semicircunferencias concéntricas de radio $a = 5\text{cm}$ y $b = 8\text{cm}$, cuando se mantiene circulando una corriente constante $I = 2\text{ A}$ en el circuito de la espira.

