

## La aplicación de “chequeos” para evaluar habilidades de pensamiento crítico y superior en un curso universitario básico de electromagnetismo

Marina Girelli - Gilda Dima - María Fernanda Reynoso Savio - Luciana Baumann  
Ana María de la Fuente

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de La Pampa, Argentina  
mgirelli@cpenet.com.ar

*Durante el año 2007 se implementó una estrategia con estudiantes que cursaban Física III, con el objetivo general de aprendizaje de interrelacionar por un lado, la comprensión profunda del contenido y por el otro enfatizar el pensamiento crítico y superior. En este trabajo se presenta el proceso y los resultados de la implementación de una de las actividades especialmente preparada como “chequeo”, propuesta a los alumnos después del estudio del tema “Cálculo de campos eléctricos”. La metodología utilizada es un estudio de caso genérico en el que se hacen descripciones intensivas, interpretaciones y análisis de respuestas escritas de los alumnos y de observaciones de clase. Los resultados muestran que se ha promovido un aprendizaje críticamente reflexivo y que la discusión oral permite solucionar falencias conceptuales y fortalecer el diálogo con el estudiante en una participación activa.*

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

*During the year 2007 a strategy was implemented with students from a Physics III course with the general learning objective of joining, by one hand the deep comprehension of the contents and on the other hand to emphasize the critical and higher thinking. In this work it is presented the process and the results of the implementation of one of the specially prepared activities for “checking”, which was proposed to students after studying “Calculation of electric fields”. The methodology used is a generic case study in which there are intensive descriptions, interpretations and analysis of the students written answers and of class observation. The results show that a reflexive and critical learning has been promoted; that the oral discussion allows to solve conceptual mistakes and to strengthen the dialogue with the students in an active participation.*

**Key words:** Higher education, didactic strategy, critical thinking, higher thinking, case study.

### Introducción

La implementación en el aula de estrategias de enseñanza y aprendizaje transformadoras permite tanto a profesores como a estudiantes comprometerse en una reflexión crítica (Barnett, 1990) generando agentes transformadores, es decir aprendices reflexivos críticos capaces de afrontar un mundo rápido de cambio (Gardner, 1993; Harvey & Knight, 1996; Resnick y Klopfer, 1997; Perkins, 1999; Perrenoud, 1999; Siegler, 2001; Brockbank y McGill, 2002; Guzmán Silva y Sánchez Escobedo, 2006).

Numerosos trabajos de investigación educativa sostienen que los docentes tienen realmente un impacto importante en el aprendizaje de los alumnos como facilitadores del mismo (Litwin, 1995; Harvey & Knight, ob. cit., 1996; Ausubel et al., 1996; Litwin et al., 1999; Eggen y Kauchak, 1999; Brockbank y McGill, ob. cit., 2002; Herrera, 2003; Picquart, 2008). Particularmente si se espera que la enseñanza superior promueva un aprendizaje críticamente reflexivo, el docente debe proyectar y guiar actividades que desarrollen las capacidades y habilidades de pensamiento

de los alumnos, ya que enseñar para desarrollar el pensamiento crítico y superior los prepara a los mismos para aplicarlo en las oportunidades que se presentan en la vida cotidiana y conduce a una mayor motivación para aprender (Stipek, 1992; Proyecto Tuning, 2007).

Si se pretende que los alumnos desarrollen una práctica reflexiva, una condición clave es que los profesores realicen también una práctica reflexiva en forma habitual y sean capaces de articular y modelar esa práctica ante los alumnos de manera explícita e intencionada (Guzmán Silva y Sánchez Escobedo, ob. cit., 2006), haciendo énfasis en el pensamiento como un tema para la enseñanza que debe ser abordado a lo largo de toda la currícula.

En el marco de una investigación<sup>1</sup>, se desarrolló una estrategia didáctica durante el año 2007 en un curso universitario básico de Electromagnetismo (Física III), perteneciente al segundo año de las carreras Licenciatura y Profesorado en Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam, La Pampa, Argentina. Se propuso como objetivo general de aprendizaje interrelacionar por un lado, la comprensión profunda del contenido y por el otro el énfasis en el pensamiento crítico y superior. Para cumplirlo se prepararon actividades que ofrecen una metodología alternativa de trabajo y permiten “chequear” si se propicia el desarrollo de las habilidades relativas a este pensamiento (Girelli et al., 2008).

En este trabajo se presenta el proceso y los resultados de la implementación de una de las actividades especialmente preparada como “*chequeo*”, presentada a los alumnos después del estudio del tema “Cálculo de campos eléctricos generados por cargas puntuales, en el plano y en el espacio y de campos generados por distintas distribuciones de carga”.

### 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 (Resnick, 1987; Guzmán Silva y Sánchez Escobedo, ob. cit., 2006; Zohar, 2006) pero, en cambio, es posible reco-

nocerlos por algunas de sus 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.

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 (Perrenoud, ob. cit., 1999) 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 (Eggen y Kauchak, ob. cit., 1999).

El desarrollo de destrezas intelectuales del pensamiento superior y crítico permite al alumno explicar un tema, 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 (Harvey & Knight, ob. cit., 1996). En ese sentido la condición concreta para facilitar el aprendizaje en la enseñanza superior es establecer un diálogo reflexivo, cuya intención consiste en proporcionar un contexto para el aprendizaje reflexivo y apoyarlo (Barnett, 1997). Las preguntas del docente son una

herramienta poderosa para estimular el pensamiento crítico y, por lo tanto él debe reconocer oportunidades para practicarlo en el aula (Laskey y Gibson, 1997; Fowler, 2002) poniendo el énfasis en la participación del alumno en el proceso de aprendizaje, para que aproveche al máximo dichas oportunidades (Pozo Muncio, 2000).

Para ello las actividades que prepare deben ser bien planificadas y controladas. Se deben implementar en la guía de problemas, en los trabajos de laboratorio, en los 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 (Bloom, 1981; Fowler, ob.cit., 2002).

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) (Brockbank y McGill, ob. cit., 2002).

### Metodología

La metodología utilizada en esta investigación es un estudio de caso genérico en el que se hacen descripciones intensivas, interpretaciones y análisis de situaciones en un sistema limitado (Merriam, 1998; Pocoví y Hoyos, 2007). En este estudio educacional el foco está puesto en las actividades preparadas para estimular en los alumnos habilidades de pensamiento crítico y superior.

La población está constituida por la totali-

dad los alumnos que cursaron la asignatura Física III en el año 2007 (tres alumnos).

### *Preparación y objetivos específicos del chequeo*

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en esta investigación se elaboraron actividades para la totalidad de las unidades de la asignatura. En ellas se plantearon situaciones especialmente preparadas para brindar al alumno la oportunidad de practicar el pensamiento crítico y superior, además de integrar los conocimientos nuevos y vincularlos con los previos (Girelli et al., ob. cit., 2008).

Las actividades identificadas como “chequeos” son realizadas por los alumnos una vez finalizado el estudio de un tema o unidad determinada. Se muestra aquí el *chequeo* correspondiente a cálculo de campos eléctricos (ANEXO I). La situación presentada en esta actividad fue tomada, 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 (McDermott et al., 2001).

Previamente, el grupo de estudiantes ha resuelto ejercicios de cálculo de campos eléctricos generados por cargas puntuales (en el plano y en el espacio) y de campos generados por distintas distribuciones de carga. Este *chequeo* permite inferir si se ha favorecido en el estudiante, por un lado, la comprensión del tema y por otro las habilidades de pensamiento crítico y superior.

En el *apartado A* se procura que identifiquen las dos fuentes generadoras de campo eléctrico y establezcan una comparación entre los módulos de los campos luego del razonamiento que lleva a la expresión matemática de cada uno de ellos. Con el *apartado B* se pretende ver cómo han interpretado la contribución de una carga infinitesimal al campo resultante y la composición vectorial. En el *apartado C* se intenta que los alumnos apliquen el principio de superposición de campos y evalúen distintas posibilidades respecto del signo y valor de las cargas eléctricas generadoras y/o la distancia.

### *Desarrollo de las clases y registro de datos*

Las clases de la asignatura Física III se dictan desde el año 2000 en forma teórico-práctica con un total de diez horas semanales. Esta metodología aúna teoría y práctica en un continuo en el desarrollo de las clases. Son responsables de ellas dos docentes (profesor y jefe de trabajos prácticos) que se encuentran simultáneamente frente a los alumnos (Girelli et al., 2007).

La totalidad de las clases fue observada por integrantes del grupo de investigación quienes actuaron como observadores externos no participantes, es decir no participaron de las actividades sino que fueron registrando los aspectos más relevantes. La fiabilidad de estas observaciones se puso de manifiesto al verificar las coincidencias en los registros de estos investigadores (Crowl, 1996), y de esta manera nos brindaron, de forma confiable y verdadera, la posibilidad de identificar las interacciones entre el docente y cada estudiante; estos acontecimientos fueron volcados en un registro para proceder luego a su análisis (Witrock, 1989). La observación fue estructurada o formalizada (Sabino, 1986) dado que se diseñaron pautas atendiendo a los objetivos planteados (ANEXO II) con el fin de registrar la mayor cantidad de datos posibles que, luego de su análisis, nos ayudarían a comprobar si los alumnos practican el pensamiento crítico y superior. Los datos obtenidos de estas observaciones completaron la información

alcanzada con el resto de los instrumentos.

En la sección siguiente se muestra el análisis y los resultados a partir de las respuestas escritas de los alumnos en el *chequeo* y de las observaciones de clase en el momento en que los docentes generaron la discusión grupal (debate) recurriendo a preguntas orientadoras.

### **Análisis y Resultados**

Para realizar el análisis en forma explícita y sistemática se tomaron como muestras “seleccionadas con un propósito” (Patton, 1990) las respuestas de los alumnos a las cuestiones de la Actividad 1 y las preguntas orientadoras formuladas por los docentes. Cada estudiante fue identificado de la siguiente manera: E1, E2, E3.

Para el análisis de los datos se confeccionaron hojas de trabajo para cada alumno. En ellas se anotaron aquellos aspectos relevantes para este estudio, que luego fueron analizados.

#### *A. De las respuestas escritas*

Las respuestas dadas por cada uno de los estudiantes fueron categorizadas según los aspectos señalados en el Cuadro 1. En él se indican los objetivos de aprendizaje alcanzados por los estudiantes en el área de contenidos y las habilidades de pensamiento superior y crítico demostradas por ellos, en concordancia al nivel del dominio cognitivo según la taxonomía de Bloom.

Cuadro 1. Aspectos relevantes que surgen del material escrito

Estudiante/s	Objetivos de aprendizaje alcanzados: en el área de contenido	Habilidades de pensamiento superior y crítico demostradas	Nivel cognitivo
E1, E2, E3	Identifica las fuentes generadoras de campo eléctrico	Identificar tópicos	Conocimiento, aplicación, análisis
E2	Calcula el campo generado por una carga puntual	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, aplicación, análisis
E2	Calcula el campo generado por una distribución continua de carga	Aplicar conocimientos de matemática y física en una situación determinada	Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis
E2	Interpreta en la distribución continua la contribución de una carga infinitesimal	Representar la Ley de Coulomb en una nueva situación. Generalizar la aplicación de la Ley de Coulomb	Conocimiento, comprensión
E2	Usa notación vectorial correcta	Aplicar conocimientos de análisis vectorial y de estática en una situación determinada	Conocimiento, aplicación
E2, E3	Descompone vectorialmente los diferenciales de campo	Aplicar conocimientos de análisis vectorial y de estática en una situación determinada	Conocimiento, aplicación
E2	Compara los módulos de los campos eléctricos de las fuentes	Encontrar patrones. (comparar y contrastar) Explicar su razonamiento	Comprensión y análisis
E1, E2, E3	Realiza consideraciones de simetría	Extraer conclusiones basadas en patrones (inferir que el campo resultante sólo tiene componente en la dirección $y$ )	Conocimiento, 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, síntesis
E2	Da más de una posibilidad para que el campo eléctrico se anule	Formar conclusiones basadas en patrones( inferir, predecir y formular hipótesis)	Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación

El cuadro muestra que varios objetivos de aprendizaje son logrados por todos los estudiantes.

Si bien todos ellos son capaces de identificar fuentes generadoras de campo, aplicar el principio de superposición y realizar consideraciones de simetría, el cálculo correcto y la

comparación de los módulos de los campos sólo lo hace correctamente un estudiante (E2). Es el mismo alumno que propone modificar el signo y la distancia entre las cargas como respuesta correcta al ítem c), mientras que E1 y E3 modifican solamente el signo de una de las cargas. Estos alumnos son coherentes con la

respuesta dada al apartado a), ya que a la distribución de carga la consideran como una carga puntual a los efectos del cálculo de campo.

En cuanto a las habilidades de pensamiento superior y crítico estimuladas, todos los alumnos fueron capaces de hallar patrones y formular conclusiones basadas en ellos para alguno de los objetivos. Dos no basaron estas respuestas en un cálculo formal, sino que arriesgan una respuesta que por cierto fue incorrecta. Quizás esto se deba al hecho de que en el apartado a) no se sugiera efectuar el cálculo del módulo de los campos, para establecer la relación entre los mismos. Pareciera que estuvo ausente en los alumnos la destreza intelectual de aplicar los conceptos trabajados en los problemas.

Del análisis de las respuestas escritas también se detectaron algunos aspectos “negativos” tales como:

- Responde sólo cualitativamente a la comparación de los campos (E1, E3).
- Dibuja el vector campo sobre las cargas fuentes (E1, E3).

- Realiza un esquema incompleto de la situación (E1, E2, E3).
- Se expresa con un lenguaje incorrecto (E1).
- No da más de una posibilidad para que el campo eléctrico se anule (E<sub>1</sub>, E<sub>3</sub>).

#### *B. De las observaciones de clase*

Se tomaron para su análisis por un lado, las preguntas orientadoras formuladas por los docentes en oportunidad de que los alumnos respondieran oralmente a la Actividad 1 y por otro, las respuestas de los alumnos en el debate generado.

#### *B1. Preguntas de los docentes*

Una vez leídas cuidadosamente las anotaciones realizadas por los observadores externos, se separaron en hojas de trabajo las preguntas que ayudaron a favorecer en los estudiantes un aprendizaje críticamente reflexivo.

Estas preguntas fueron categorizadas agrupándolas de acuerdo al nivel cognitivo al que se refieren y teniendo en cuenta el alumno al que se le formulan (Cuadro 2).

Cuadro 2. Preguntas formuladas por los docentes

P R E G U N T A S  F O R M U L A D A S  D E  A C T U E R D O  A L  N I V E L	ALUMNO			
		E1	E2	E3
Conocimiento	¿Qué módulo tiene? ¿Qué valor toma $r^2$ ? ¿Cómo dibujarías el vector? ¿Cómo las podemos expresar? ¿Qué relación geométrica existe? ¿Cuál es $dE_y$ ?	¿Qué genera el campo eléctrico?	¿Por qué se define el campo eléctrico en un punto?	
Comprensión	¿Qué se quiere indicar con el subíndice $y$ ? ¿qué ponemos en vez de $\lambda$ ? (para comparar)	¿De qué se trata el problema?	¿Cómo lo dibujarías?	
Aplicación	¿Qué pasa? ¿Cómo efectúo el cálculo de la distribución? ¿Qué hice para calcular la componente en $y$ ? ¿cuánto vale? ¿Cómo expreso la componente en $y$ ? ¿Qué tendríamos que escribir? ¿Cómo lo escribirías? ¿Cómo lo proyectarías?	¿Qué harías en primer lugar?	¿Qué son esos dos puntos?	
Análisis	¿Qué análisis hiciste? ¿Por qué tomaste una carga simétrica? ¿Cuáles son las componentes que quedan en $y$ ? ¿en qué son distintos los diferenciales campo? ¿Qué dato del problema dice que $\lambda$ puede “salir” fuera de la integral? ¿Cuál es el $d\theta$ ? ¿Cuáles son los límites de integración? ¿Dónde empieza $\theta$ ? ¿Cuánto vale $\theta$ en un extremo? ¿Se agranda o se achica	Podrías marcar el $ds$ ?	¿Cómo lo calculaste?	
Síntesis	¿Qué pasa con el E en el punto C? ¿Cómo resultó el vector? ¿Cómo harías?	Puedes diferenciar entre E o $dE$ ?	¿Por qué no los calculaste?	
Evaluación	¿Por qué tomaste $dq$ ?	Cómo lo evaluaste?	¿Qué cambiarías?	

El cuadro muestra que se formulan preguntas en todos los niveles cognitivos y que son más numerosas para el alumno E1 que para el resto. Obsérvese que este alumno es el que menos objetivos de aprendizaje ha logrado (ver Cuadro 1).

### B2. Debate

El registro de observaciones de clase para este aspecto nos permite inferir que:

- Existen errores conceptuales y de expresión cuando los alumnos dicen, por ejemplo:

“Primero resolví intuitivamente pero después calculo y no es ese el resultado” (E2). En la discusión oral este estudiante expresó que en realidad, en principio hipotetizó la respuesta respecto de que los módulos de los campos eran iguales porque las cargas eran iguales; pero cuando quiso demostrar esta idea sobre la base de los cálculos correspondientes se dio cuenta de su error.

El estudiante E1 manifestó: “*el campo es negativo*”, “*no lo dibujé, lo pensé*”.

- El alumno E1 muestra falencias en el

conocimiento de las relaciones trigonométricas al expresar las componentes del campo eléctrico, en la notación que permite distinguir entre magnitudes escalares y vectoriales, en los cálculos de derivación e integración, en la realización de los esquemas necesarios para analizar el problema y referenciar datos que aparecen en los cálculos.

- El estudiante E2 explica de modo correcto, con el lenguaje apropiado y en forma desenvuelta, usa correctamente los datos del problema, se expresa con precisión y con él se establece una discusión muy rica.

- El alumno E3 reconoce que en la etapa escrita dio respuestas en forma intuitiva al considerar los dos campos iguales en módulo; y no realizar los cálculos que le permitieran ver su error. En el apartado c) da más de una posibilidad para modificar la situación. Las preguntas permiten al alumno clarificar, ampliar ideas y poder expresarlas.

### C. De la comparación entre las respuestas escritas y orales.

Se puede inferir que la actividad oral presenta ventajas respecto de la escrita puesto que se han podido corregir errores conceptuales y de expresión haciendo las preguntas adecuadas para que los propios alumnos modifiquen esta situación. Las preguntas se formulan en todos los niveles, si bien son más numerosas en el de aplicación y análisis también destacados en el material escrito.

### D. Referido al proceso de aprendizaje

De las observaciones de clase, surge que se han formulado preguntas con respecto a asegurar que el alumno tenga idea de su procedimiento de aprendizaje (metacognición), tales como: *¿qué te faltó? ¿por qué te faltó completar el análisis en el dibujo? ¿les parece que han aprendido esto? ¿te das cuenta? ¿te sirvió la discusión?* Además, el docente hace ver que es una forma de reflexionar sobre lo que hicieron.

### Reflexiones Finales

Las actividades elaboradas 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 actividades 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. Y en este cometido no se puede improvisar, en efecto, requiere de tiempo suficiente para dedicarle a esta tarea y habilidad para pensar de manera crítica.

Con este grupo de alumnos las actividades propuestas como facilitadoras del pensamiento crítico y superior han promovido un aprendizaje críticamente reflexivo. Se ve tanto en el plano de los resultados (comprensión de temas específicos) como en el del propio proceso de aprendizaje. Coincidiendo con Sanmartí y Jorba (1995) creemos que la discusión oral permite solucionar las falencias conceptuales de los estudiantes, fortalece el diálogo reflexivo y permite comprobar la participación del alumno en ese diálogo.

Pensamos que actividades tales como la presentada en este trabajo, ayudan también a prestar especial atención a la participación del alumno en diálogos reflexivos y en su propio proceso de aprendizaje (metacognición).

Los aspectos negativos son más fáciles de detectar y de corregir con la discusión oral que con las respuestas escritas, ya que el docente puede preguntar y repreguntar para que el estudiante tome conciencia y dé solución a los errores que se presenten. Con este tipo de actividad es posible ayudar al alumno a encontrar puntos claves, a favorecer la reflexión, la relación de ideas y la profundización de los temas en cuestión. Lo expuesto nos permite comprobar que, tal como se suponía, *“la discusión oral es más conveniente que la actividad resuelta en forma escrita”*.

La riqueza de las respuestas obtenidas en la pregunta c) de la Actividad 1 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.

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.

## Nota

- 1 “Evaluación de una estrategia de enseñanza en un curso básico universitario de Electromagnetismo. Un estudio de casos.” Trabajo de Investigación con evaluación externa aprobado, perteneciente al Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam, La Pampa, Argentina.

## Referencias

- Ausubel D. P, Novak, J. D. y Hanesian, H. (1996). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trilla.
- Barnett, R. (1990). *The idea of the Higher Education*. Buckingham: Society for Research into Higher Education (SRHE)/Open University Press.
- Barnett, R. (1997). *Higher Education: A critical Business*. Buckingham: (SRHE)/Open University Press.
- Bloom, B. (1981). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Brockbank A. y McGill I. (2002). *Aprendizaje reflexivo en la educación superior*. Madrid: Morata.
- Crowl, T. (1996). *Fundamentos de la investigación educativa*. México: McGraw-Hill.
- Eggen, P. y Kauchak, D. (1999). *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Fowler, B. (2002). La taxonomía de Bloom y el pensamiento crítico, consultado en <http://eduteka.org>, en marzo de 2008.
- Gardner, H. (1993). *La mente no escolarizada. Cómo piensan los niños y cómo deberían enseñar las escuelas*. Barcelona: Paidós.
- Girelli, M., Dima, G., Reynoso Savio, M., Baumann, L., de la Fuente, A. (2007). Propuesta de enseñanza del tema campos electrostáticos y magnetostáticos en un curso universitario básico. Resumen publicado en Memorias de XV Reunión Nacional de Educación en la Física (REFXV), Villa de Merlo, San Luis. ISBN: 978-987-24009-0-3.
- Girelli, M., Dima, G., Reynoso Savio, M., Baumann, L., de la Fuente, A. (2008). Actividades que permiten a los alumnos practicar habilidades de pensamiento crítico y superior en un curso universitario básico de electromagnetismo. Memorias del Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física (SIEF 9), Rosario, Argentina.
- Guzmán Silva, S. y Sánchez Escobedo, P. (2006). Efectos de un programa de capacitación de profesores en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en estudiantes universitarios en el sureste de México, *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8(2) Consultado en: <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-guzman.html>. en noviembre de 2007
- Harvey, L., & Knight, P. (1996). *Transforming Higher Education*. Buckingham: SRHE/Open University Press.
- Herrera, M. (2003). Acerca de la evaluación y de las expresiones docentes. *Educación, lenguaje y sociedad*, 1(1), pp. 155-164.
- Laskey M. L., & Gibson, P. W. (1997). *Collage study strategies: Thinking and learning*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Litwin, E. (1995). Prácticas y teorías en el aula universitaria. *Revista Praxis Educativa*, 1 (1), pp. 10-16.
- Litwin, E., Palou, M., Herrera, M., Pastor, L. y Calvet, M. (1999). La evaluación en la buena enseñanza. *Ethos Educativo*, 20, pp. 9-19.
- McDermott, L., Shaffer, P. y el Physics Education Group (2001). *Tutoriales para Física Introductoria*. Washington: U. Wash., Prentice Hall.
- Merrian, S.B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Patton, M., Q. (1990). *Qualitative Evaluation Methods*. Thousand Oaks: Calif. Sage.
- Perkins, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? En M. Stone W. (Ed.), *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica* (pp.69-92). Barcelona: Paidós.
- Perrenoud, P. (1999). *Construir competencias desde la escuela*. Santiago de Chile: Ediciones Dolmen Pedagogía.
- Picquart, M. (2008) ¿Qué podemos hacer para lograr un aprendizaje significativo de la física? *Lat.Am.J.Phys. Educ.*, 2(1), pp. 29 -36.

- Pocoví, M. C. y Hoyos, E. (2007). Corriente de desplazamiento: su presentación en libros de texto de nivel universitario básico. Memorias XV Reunión Nacional de Educación en la Física (REFXV), Villa de Merlo, San Luis. ISBN: 978-987-24009-0-3. T:3-33. 10 p.
- Pozo Muncio, J. I. (2000). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza Editorial.
- Proyecto Tuning América Latina. (2007). Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Consultado en: <http://tuning.unideusto.org/tuningal/>, en marzo 2008.
- Resnick, L. B. (1987). *Education and learning to think*. Washington: National Academic Press.
- Resnick, L. B. y Klopfer, L. E. (1997). *Currículum y cognición*. Buenos Aires: Aique.
- Sabino, C. (1986). *El proceso de Investigación*. Buenos Aires: Hvmánitas.
- Sanmartí, N. y Jorba, J. (1995). Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos. *Alambique* 4, pp 59-77
- Siegler, R. S. (2001). *Cognition, instruction, and the quest for meaning*. En S. M. Carver, & D. Klahr (Eds.), *Cognition and instruction. Twenty-five years of progress* (pp.195-203). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Stipek, D. (1992). *Motivation to learn. From theory to practice*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Wittrock, M. C. (1989). *La investigación de la enseñanza, 1. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós Ibérica S.A.
- Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), pp.157-172.

## ANEXO I. Protocolo correspondiente a la Actividad 1

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.

- ¿El módulo de  $E_p$  es mayor, menor o igual al módulo de  $E_v$ ? Explique su razonamiento.
- ¿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?
- ¿Qué propone modificar en esta situación, para que el campo eléctrico resultante en el punto C sea igual a cero?

## ANEXO II. Objetivos planteados para las observaciones de clase

La observación se debe centrar en el comportamiento de los alumnos.

- ¿Qué se va a observar?
- Si piden explicaciones.
- Si participan.
- Si solicitan o proponen la realización de otras experiencias.
- Si responden en los monitoreos.
- Si usan bien el lenguaje.
- Si van relacionando los temas actuales con los dados en otras asignaturas.
- Si integran los temas en esta unidad.
- Si están interesados en lo que se hace (se muestran cautivados).
- Si están aburridos (mira reloj con frecuencia, etc.)
- Si están cansados (se recuestan sobre sus
- codos, bostezan, etc.)
- Si encuentran dificultades (matemáticas u otras).
- Si toleran las opiniones de los compañeros (respetan las ideas de los otros cuando no coinciden con las propias).
- Tipo de relación con los docentes.
- Si comprenden las consignas de los problemas.
- Modalidad de trabajo: solos o en grupo.
- Ritmo de trabajo (si todos llevan el mismo ritmo o difieren notablemente entre ellos).
- Respeto por los horarios de clase.
- Si trabajan en casa.
- Puestas en común.
- Sale de la clase, ¿cuántas veces?
- Otros.