

# Fenómenos magnéticos: indagación de modelos mentales y uso de estrategias de aprendizaje activo

Magnetic phenomena: investigation of mental models and use of active learning strategies

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Adriana del Carmen Cuesta<sup>1</sup>, María Natacha Benavente Fager<sup>1</sup>, y Nélide Beatriz Palma Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Innovación Educativa en Física, Departamento de Física Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, Av. Lib. San Martín Oeste 1109, CP 5400, San Juan. Argentina

E-mail: adricuesta@unsj.edu.ar

## Resumen

Nuestra experiencia docente y numerosas publicaciones en el área de la Didáctica de las Ciencias, nos permiten afirmar que las concepciones previas que los alumnos tienen respecto a un contenido disciplinar influyen en sus futuros aprendizajes. La presente secuencia didáctica busca detectar algunos de los preconceptos que poseen los alumnos con respecto al Magnetismo y, seguidamente, se proponen experiencias de aprendizaje que abordan las ideas alternativas más recurrentes. Investigaciones de McDermott, en el área de la enseñanza de la Física, dan cuenta que las concepciones erróneas que tienen los estudiantes no son superadas con una instrucción tradicional. Es por ello que se proponen experiencias de laboratorio, bajo la línea del aprendizaje activo de la Física. Se abordan fenómenos básicos de Magnetismo que introducen la conceptualización del campo magnético y, si bien esta propuesta se proyecta para alumnos de 2° año de Ingeniería, puede aplicarse en el nivel medio.

**Palabras clave:** Magnetismo; Preconceptos; Aprendizaje activo; Experiencias de laboratorio.

## Abstract

Our teaching experience and numerous publications in the field of Science Education allow us to claim that the preconception students have in relation to a specific content has a definite influence on their future learnings. This didactic sequence attempts to detect some preconceptions students have related to Magnetism, and then we suggest some learning experiences about the most recurrent alternative ideas. McDermott's research, in the area of the teaching of Physics, show that misconceptions students have internalized are not overcome through traditional instruction. That is why, laboratory experience under the principles of Physics active learning are offered. Basic Magnetism phenomena that introduce the conceptualization of the magnetic field are approached, and although this proposal is designed for engineering 2nd year students, it can also be applied to secondary school students.

**Keywords:** Magnetism; Preconceptions; Active learning; Laboratory experiences.

## I. MOTIVACIÓN

El concepto de campo magnético es de carácter fundamental para la construcción de explicaciones referidas a fenómenos magnéticos sencillos, así como también para elaborar modelos más complejos asociados a electromagnetismo, inducción magnética y radiación electromagnética. Por lo tanto, su conceptualización, sobre todo en estudiantes de ingeniería, es fundamental para la elaboración de explicaciones coherentes y válidas dentro del cuerpo conceptual de la física.

Un gran porcentaje de los alumnos de las carreras de ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan, que cursan la asignatura Física II, han abordado algunos aspectos del contenido curricular Magnetismo en su educación secundaria. Podría suponerse entonces que explicaciones básicas de fenómenos magnéticos sencillos serían elaboradas sin mayor dificultad y con cierta coherencia conceptual, sin embargo observaciones docentes y evaluaciones diagnósticas dan cuenta que esto no siempre sucede.

De lo anterior se desprende que los aprendizajes previos, junto con los modelos mentales que poseen los estudiantes, constituyen un sustrato sobre el que se construyen los nuevos saberes. Es relevante por lo tanto que los docentes conozcan las ideas alternativas de los alumnos y que, teniendo en cuenta las mis-

mas, se elaboren estrategias de enseñanza que involucren de manera activa al educando en la construcción de los saberes.

Motivados por el interés de propiciar aprendizajes significativos en los discentes, se propone una secuencia de aprendizaje que inicia con un sondeo de las ideas previas, esto es, se busca sacar a la luz los modelos mentales de los que parten los estudiantes en relación al concepto de campo magnético, su génesis y comportamiento. Seguidamente, se proponen experiencias de aprendizaje que abordan las ideas alternativas más recurrentes, sobre la base del trabajo experimental y siguiendo el ciclo PODS. Esta propuesta se enmarca en el Aprendizaje Activo de la Física, línea pedagógica constructivista, que propone metodologías de enseñanza que han demostrado ser más eficientes que las metodologías tradicionales.

La contribución que supone esta iniciativa didáctica y, en paralelo, la reflexión a la que invita, radica en la importancia de diseñar secuencias de aprendizaje teniendo en cuenta los modelos mentales y los saberes preexistentes en los educandos. Por lo tanto la misma puede adaptarse a otros contextos educativos y a cualquier contenido curricular, con la pertinente elaboración de los instrumentos de diagnóstico y el posterior diseño de experiencias educativas que posibiliten a los estudiantes construir modelos explicativos de los fenómenos en estudio.

## II. JUSTIFICACIÓN

Nuestra propuesta, concebida a partir de la explicitación de las ideas previas, se respalda en una concepción constructivista del aprendizaje. Según la misma, el aprendizaje es construido por las personas de acuerdo a sus estructuras internas y a las interacciones con su entorno. Como síntesis de las distintas vertientes complementarias del constructivismo (la de estructuras mentales que siguen un proceso madurativo, la de Ausubel con su teoría de los aprendizajes significativos y la propuesta por Vygotsky que postula la interacción entre los aspectos socioculturales y psicológicos para la construcción del conocimiento), Tünnermann (2011) expresa que el conocimiento es una construcción del ser humano a partir de los esquemas que ya posee y que el proceso de construcción depende de dos aspectos: los conocimientos previos que se tengan de la nueva información o tarea a resolver y la actividad externa o interna que el aprendiz realice al respecto.

En línea con este enfoque constructivista, autores como McDermott, Thornton, Sokoloff, Redish, Laws, Benegas, entre otros, proponen el Aprendizaje Activo de la Física como teoría pedagógica que respalda prácticas educativas más eficientes en lo que hace al aprendizaje de esta ciencia. Los investigadores mencionados, plantean que enseñar Física con las tradicionales clases magistrales ubica al estudiante en un rol pasivo, lo cual descarta interacciones imprescindibles (entre el estudiante con sus pares, con el docente, con el contenido) para reconocer las preconcepciones erróneas y alcanzar aprendizajes significativos de los conceptos de física.

Teniendo en cuenta que los estudiantes tienen sus propias explicaciones del funcionamiento de las cosas, las estrategias de aprendizaje activo parten de dichas concepciones previas. Es posible que los alumnos encuentren las contradicciones entre sus explicaciones y las aceptadas por la comunidad científica a partir de la observación y la interacción directa con los fenómenos o con sus representaciones en diferentes medios. Se propone, por lo tanto, un mayor involucramiento de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

De acuerdo con Bransford, Brown y Cocking, si no se consideran las ideas previas de los estudiantes es posible que estos no asimilen los nuevos conceptos que se les están enseñando o bien, puede suceder que los aprendan para un examen, pero que luego regresen a sus concepciones previas (Bransford y otros, 2000).

La estrategia didáctica propuesta adhiere a los principios del Aprendizaje Activo de la Física y se fundamenta en el ciclo PODS propuesto por Sokoloff (2006). La sigla PODS se refiere a los términos “predecir”, “observar”, “discutir” y “sintetizar” que constituyen las etapas básicas a tener en cuenta en el proceso de aprendizaje. En este proceso los alumnos explicitan sus ideas previas sobre los fenómenos y expresan sus predicciones por escrito, luego observan críticamente los fenómenos físicos trabajados y experimentan con ellos, posteriormente discuten en grupos sus diferentes apreciaciones para dar las explicaciones pertinentes y finalmente comparan sus predicciones con los resultados experimentales, confirmando sus explicaciones iniciales, o bien modificando los modelos explicativos.

En el presente trabajo se asocia la noción de “ideas previas” a la de “modelos mentales”, aunque esta última se ha utilizado con diferentes visiones (Borges, 1999). Es decir, consideramos que las ideas previas aportan a los modelos mentales elaborados por los estudiantes, para dar explicaciones a los fenómenos observados o a los problemas planteados. Modelos mentales que, de acuerdo a Borges (1999), son representaciones simplificadas de la realidad, que están en la mente de cada individuo y por lo tanto son particulares para cada uno.

En su trabajo sobre modelos mentales, Borges consideró dos aspectos importantes para la identificación de los modelos: lo que produce magnetismo en un imán y cómo se da la interacción magnética entre imán y otros objetos. Agrupó las respuestas de los estudiantes que participaron en su estudio en cinco categorías, a saber:

a) Magnetismo como Atracción: Este modelo supone que los imanes atraen objetos cercanos por una propiedad intrínseca. No se mencionan entidades o mecanismos para explicar los fenómenos magnéticos, sólo se apela a atributos internos de los imanes o de los objetos que se atraen. No se distingue la atracción de la repulsión y aparentemente no se reconoce la existencia de polos en los imanes.

b) Magnetismo como Nube: Tal modelo considera que la acción de los imanes se manifiesta dentro de una región limitada de influencia. Los objetos dentro de esa región se atraen, mientras que los objetos que no son atraídos están fuera del alcance del imán, es decir, del "campo magnético". El campo magnético se describe como una nube o como una atmósfera que involucra a los cuerpos magnetizados. Se distinguen los polos magnéticos pero sin explicar los mismos.

c) Magnetismo como Electricidad: Se explica el magnetismo en base a la atracción entre cargas opuestas. Los polos son regiones que contienen cargas opuestas. La fuente de este modelo es la noción de un cuerpo electrizado y en esta línea todos los conductores eléctricos son atraídos por un imán.

d) Magnetismo como Polarización eléctrica: Este modelo es un refinamiento del anterior. Los fenómenos magnéticos son explicados, suponiendo que ocurre una separación de cargas eléctricas en los objetos implicados, lo que da origen a los polos. En general, se supone que el campo magnético actúa sobre los átomos y las moléculas, girándolos de modo que se alinean con el campo. Hay una gran similitud con la explicación de la polarización eléctrica de dieléctricos.

e) Modelo de Campo: La interacción directa entre polos es sustituida por la acción del campo. El magnetismo existe a nivel microscópico como resultado del movimiento de cargas eléctricas o debido a la existencia de imanes elementales. La idea de micro-corrientes que circulan dentro de los imanes y materiales ferromagnéticos es la causa más frecuentemente citada para la existencia de magnetismo.

Si bien cada persona crea su propio modelo mental, de acuerdo a las investigaciones de Borges, los modelos de magnetismo pueden ser agrupados en las cinco categorías mencionadas, lo que permite una orientación para los docentes a la hora de estructurar una secuencia didáctica que considere los posibles marcos de referencia de los estudiantes. En nuestro trabajo se contemplaron dichas categorías para la elaboración del Pre-Test y las actividades de aprendizaje y se puso un fuerte acento en la participación activa y el trabajo colaborativo de los estudiantes.

### III. DESCRIPCIÓN

#### A. Destinatarios

La presente propuesta se dirige a estudiantes de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica e Industrial de la Universidad Nacional de San Juan que cursan la asignatura Física II.

#### B. Objetivos de la propuesta

- Indagar las ideas previas que poseen los estudiantes respecto de fenómenos magnéticos a fin de detectar los modelos mentales predominantes en relación al campo magnético.
- Diseñar actividades de aprendizaje experimental, siguiendo estrategias de aprendizaje activo, que permitan revertir los modelos mentales erróneos si los hubiere.
- Implementar las actividades de aprendizaje experimental diseñadas y evaluar su impacto en lo que hace al desarrollo de modelos conceptuales, asociados al magnetismo, coherentes con aquellos aceptados por la comunidad científica.

#### C. Metodología

La siguiente propuesta se estructura en base a cuatro instancias: una primera etapa de detección de ideas previas en base a un Pre-Test, un segundo momento en el que se diseñan actividades de aprendizaje teniendo en cuenta los preconceptos detectados, seguidamente se procede a la implementación de las actividades diseñadas y finalmente se valora el impacto de la propuesta didáctica reevaluando a los estudiantes (Pos-Test) con la misma prueba que se utilizó al inicio del proceso. En lo que sigue se detallan las instancias antes mencionadas.

Inicialmente se presenta a los alumnos una prueba estructurada (Pre-Test) sobre “Magnetismo” que contiene situaciones cualitativas a resolver en formato múltiple opción y/o preguntas de respuesta corta. Dicha prueba, se elabora a partir de los trabajos de investigación desarrollados por Borges (1999), Mendoza (1999), y Guisasaola y otros (2003a; 2003b y 2005) y tiene una doble finalidad, por un lado busca sacar a la luz las ideas previas de los estudiantes en relación al tema antes mencionado y, además, sus resultados se contrastarán con los obtenidos al finalizar la propuesta didáctica a fin de evaluar la eficacia de la misma. Los alumnos elaboran sus respuestas al Pre-Test sobre la base de su conocimiento intuitivo y/o posibles aprendizajes previos acerca de cargas, campos e imanes.

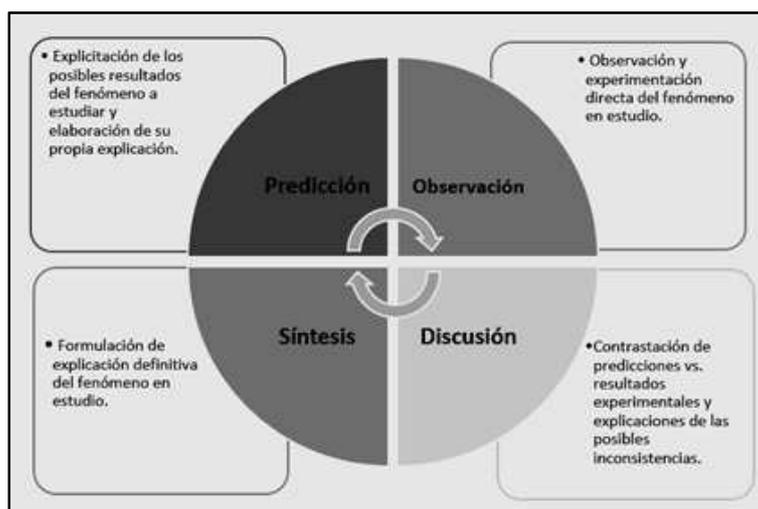
La segunda etapa supone el diseño de actividades de aprendizaje para el tema Magnetismo, teniendo en cuenta los preconceptos antes detectados y sobre la base de estrategias de aprendizaje activo. McDermott, en investigaciones en educación de la Física, recomienda que:

*Los estudiantes deben participar en el proceso de construcción de modelos cualitativos y en la aplicación de estos modelos para predecir y explicar los fenómenos del mundo real. (Benegas, 2007)*

En función de lo anterior es que se diseñan actividades de aprendizaje experimental siguiendo el ciclo PODS, el cual permite que los alumnos participen activamente en la construcción del conocimiento.

Cabe ahora detenernos en la tercera instancia de nuestra propuesta, esto es la implementación de las actividades de aprendizaje. Para las mismas los estudiantes se organizan en equipos de trabajo de 5 o 6 integrantes y abordan, colaborativamente, el trabajo experimental propuesto. Los alumnos disponen de una guía de laboratorio que brinda lineamientos generales, plantea preguntas, detalla parcialmente los procedimientos a realizar pues deja margen de acción para que el alumno decida cómo resolver el problema. El docente acompaña este proceso, indagando y guiando mediante preguntas, pero esta orientación no supone la resolución inmediata de los interrogantes de los alumnos, sino que debe propiciar un espacio de reflexión.

La metodología seguida en las actividades experimentales se esquematiza en la Figura 1.



**FIGURA 1.** Ciclo PODS seguido en las actividades de aprendizaje experimental.

Por último, al finalizar las actividades propuestas se deberá reevaluar a los alumnos mediante un Pos-Test (prueba idéntica al Pre-Test), el cual busca contrastar las respuestas obtenidas en la instancia inicial con las que brindan los alumnos al finalizar el proceso de aprendizaje, a efectos de valorar la efectividad de la propuesta didáctica desarrollada, la persistencia o modificación de concepciones erróneas, las dificultades respecto de la conceptualización del campo magnético.

Cabe destacar que la presente propuesta se ha implementado parcialmente, cumpliéndose con los dos primeros objetivos que la misma plantea. Esto es, se han indagado las ideas previas de los estudiantes en relación a fenómenos magnéticos y, en función de las mismas, se han diseñado actividades de aprendizaje. En el Anexo se presenta, a modo de ejemplo, un extracto del test diseñado para relevar los preconceptos de los estudiantes, así como también algunas de las actividades experimentales propuestas.

## IV. CONCLUSIONES

Nuestra experiencia docente y distintas evaluaciones diagnósticas dan cuenta de la dificultad que tienen nuestros discentes para explicar coherentemente fenómenos magnéticos sencillos asociados a la noción de campo magnético. Motivados por el interés de propiciar aprendizajes significativos en los estudiantes es que surge la presente propuesta, de la cual es pertinente destacar:

- En coincidencia con lo que señala (Fracaro y Perales, 2014), el relevamiento de las ideas previas muestra que nuestros alumnos presentan preconcepciones semejantes a las observadas en numerosas investigaciones y en otros contextos.
- Teniendo en cuenta los modelos explicativos del magnetismo de Borges (1999) se encuentra, a partir del Pre-Test realizado, que el 33% de nuestros estudiantes (sobre una base de 70 alumnos) explica el “Magnetismo como atracción”, el 22% se encuadra en el modelo del “Magnetismo como electricidad”, el 6% adhiere al “Magnetismo como polarización eléctrica” y, en igual medida, un 6% de los alumnos fundamenta sus explicaciones en el “Modelo de campo”, modelo aceptado como válido por la comunidad científica. Cabe señalar que un 33% de los estudiantes dieron explicaciones incoherentes que no se ajustan a ningún modelo o no respondieron los cuestionamientos planteados.
- El diseño de secuencias didácticas debe involucrar activamente al estudiante en el proceso de aprendizaje, desde esta perspectiva nuestra propuesta integra experiencias de laboratorio como elemento de mediación lo que se espera propicie la construcción de modelos explicativos coherentes.
- Las actividades de aprendizaje experimental propuestas buscan que el estudiante aprenda colaborativamente al predecir, observar, experimentar y discutir con sus pares. Se procura, en línea con lo que propone (Benegas, 2007), construir conceptos más que a confirmar lo “aprendido”.
- En este documento se muestra un extracto de las actividades, las mismas involucran fenómenos sencillos de Magnetismo que introducen la conceptualización del campo magnético, por lo cual la presente propuesta puede ser replicada en el nivel medio de educación.
- Por último, destacar la importancia de relevar las ideas previas de los estudiantes y, sobre la base de las mismas, diseñar actividades de aprendizaje. El conocimiento del sustrato donde se cimentarán los futuros saberes es esencial para propiciar aprendizajes significativos.

## REFERENCIAS

- Benegas, J. (2007). Tutoriales para Física Introductoria: Una experiencia exitosa de Aprendizaje Activo de la Física. *Latin American Journal of Physics Education*, 1(1), 32–38.
- Borges, A. T. (1999). Como evoluem os modelos mentais. *Rev. Ensaio*, 1(1), 66–92.
- Bransford, J., Brown, A., y Cocking, R. (Eds.). (2000). *How people learn: brain, mind, experience, and school* (1a ed.). Washington: National Academy Press.
- Fracaro, A., y Perales, F. (2014). Concepciones previas respecto de los conceptos de Interacciones y de Campo en Física. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, 12-14 de noviembre, Buenos Aires, Argentina.
- Guisasola, J., Almudí, J., y Cerberio, M. (2003a). Concepciones alternativas sobre el campo magnético estacionario. Selección de cuestiones realizadas para su detección. *Enseñanza de las ciencias*, 21(2), 281-293.
- Guisasola, J., Almudí, J., y Zubimendi, J. (2003b). 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(1), 79-94.
- Guisasola, J., Almudí, J., Zubimendi, J., y Zuza, K. (2005). Campo Magnético: Diseño y Evaluación de Estrategias de Enseñanza basadas en el Aprendizaje como Investigación Orientada. *Enseñanza de las ciencias*, 23(3), 303-320.
- McDermott, L., y Shaffer, P. (2001). *Tutoriales para Física introductoria* (1a ed.). Buenos Aires: Pearson Education.
- Mendoza, A. (1999). Concepciones alternativas electromagnéticas en estudiantes universitarios de física general y sus implicaciones en la enseñanza. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, (6), 5-27.

Sokoloff, D. (Ed.). (2006). *Active learning in optics and photonics: training manual*. UNESCO. [www.light2015.org/dam/LightForDevelopment/activelearning.pdf](http://www.light2015.org/dam/LightForDevelopment/activelearning.pdf)

Tünnermann, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, (48), 21-32.

## ANEXO 1

Se presentan a continuación, a modo de ejemplo, algunas interrogantes del test diseñado para relevar las ideas previas de los estudiantes.

### Pre-Test

Las siguientes preguntas buscan indagar las ideas previas que posee del tema “Magnetismo”. Responda las mismas sobre la base de su conocimiento intuitivo y/o experiencias de aprendizaje previas acerca de cargas, campos e imanes. Este cuestionario no es una evaluación.

**1-** El magnetismo es un fenómeno que experimentamos en nuestra vida cotidiana. ¿Cuál/es de las siguientes opciones cree que son fuente de magnetismo? (Puede elegir una respuesta o más de una)

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| a- Una carga eléctrica en reposo     | d- Un metal                            |
| b- Una carga eléctrica en movimiento | e- Una corriente eléctrica             |
| c- Un imán                           | f- Otro material: ..... (indicar cuál) |

**2-** ¿Cuál/es de los siguientes materiales cree que será atraído al colocarlo en las cercanías de un imán? (Puede elegir una respuesta o más de una)

- |                           |                                       |
|---------------------------|---------------------------------------|
| a- Un lápiz de madera     | f- Una arandela de acero              |
| b- Un anillo de oro       | g- Un alambre de cobre                |
| c- Un clavo de hierro     | h- Un tubo de vidrio                  |
| d- Un cable de cobre      | i- Una cadena de plata                |
| e- Una esfera de telgopor | j- Otro material:..... (indicar cuál) |

**3-** Como ya sabe, la masa es la causante de que aparezcan campos gravitatorios, ¿cuál cree que es la causa de que se produzcan campos magnéticos? Puede mencionar un ejemplo y explicarlo.

**4-** La brújula es un buen detector de campos magnéticos, ya que en su presencia gira hasta orientarse en la dirección del mismo. Si tenemos una brújula y colocamos cerca de ella una carga eléctrica en reposo, ¿cree que girará la brújula? Explique su respuesta lo más detalladamente posible.

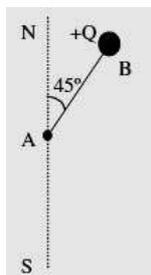
- |       |       |
|-------|-------|
| a- SI | b- NO |
|-------|-------|

**5-** Si tenemos una brújula que se ha orientado según la dirección N-S terrestre y, a continuación, colocamos cerca de ella un conductor por el que circula corriente ¿cree que girará la brújula? Explique su respuesta lo más detalladamente posible.

- |       |       |
|-------|-------|
| a- SI | b- NO |
|-------|-------|

**6-** La línea de trazos de la figura 2 representa la dirección del campo magnético terrestre. En el punto A hay una brújula y en el punto B se encuentra una partícula en reposo cargada con una carga Q positiva.

- a) Dibuje sobre A una flecha que represente la orientación de la aguja de la brújula.  
b) Explíquelas razones de su respuesta.



**FIGURA 2.** Corresponde a pregunta 6. Fuente: (Guisasola y otros, 2003a)

**7-** ¿Cree que una barra cargada con una carga Q negativa hará girar una brújula colocada en sus proximidades? Explique su respuesta lo más detalladamente posible.

- |       |       |
|-------|-------|
| a- SI | b- NO |
|-------|-------|

**8-** Algunos materiales pueden magnetizarse e interactuar magnéticamente con otros. ¿Qué cree que ha pasado en estos materiales que les permite generar un campo magnético?

## ANEXO 2

Se muestran a continuación, a modo de ejemplo, algunas de las experiencias de laboratorio, diseñadas en base al ciclo PODS para abordar las ideas alternativas más frecuentes que presentan los estudiantes. Dichas experiencias se confeccionaron teniendo en cuenta los resultados de la evaluación diagnóstica (Pre-Test) y publicaciones pertinentes, tales como: (McDermott y Shaffer, 2001), (Guisasola y otros, 2003a).

### Experiencias de laboratorio

#### Experiencia 1

1-*Predicción*: Separe los materiales que se le han proporcionado (imanes, madera, plástico, telgopor, vidrio, metales varios-hierro, cobre, plata, acero, aluminio-) en grupos, según cómo considere que se comportarán al interactuar. Complete la Tabla I indicando la característica que distingue a cada grupo y los materiales que cree que pertenecen al mismo. Nota: usted define la cantidad de grupos de su clasificación, pueden ser 2, 3 o más.

**TABLA I.** Clasificación de materiales según su comportamiento magnético en base a predicciones

<i>Grupo</i>	<i>Característica</i>	<i>Materiales</i>
1		
2		
3		

2-*Observación*: Investigue los materiales que se le han proporcionado, experimente con los mismos y observe cómo interactúan. Separe los objetos en categorías basándose en las interacciones observadas y complete la Tabla II con los resultados obtenidos de su experiencia.

**TABLA II.** Clasificación de materiales según su comportamiento magnético en base a experimentaciones

<i>Grupo</i>	<i>Característica</i>	<i>Materiales</i>
1		
2		
3		

3-*Discusión*: Compare los resultados de las tablas I y II, ¿Existen diferencias entre sus predicciones y los resultados de su experiencia? ¿Cuáles? ¿Qué motivó que existieran estas diferencias (si es que las hubo)? Interactúe con sus compañeros y el docente para resolver sus inquietudes.

4-*Síntesis*: Investigue cómo se clasifican los materiales en función de su comportamiento frente a una interacción magnética. Resuma los resultados de sus observaciones e investigaciones.

#### Experiencia 2

1- *Predicción*: Clasifique los elementos que se le han proporcionado (imán, varilla de hierro, varilla de plástico electrificada, cable por el que circula corriente, metales varios) según crea que son o no fuentes de magnetismo. Registre por escrito sus predicciones.

2-*Observación*: Una brújula es un buen detector de campos magnéticos, ya que en su presencia gira hasta orientarse en la dirección del mismo. Experimente con los elementos que se le han proporcionado, observe si son fuentes de magnetismo (utilice la brújula para ello) y clasifíquelos.

3-*Discusión*: Compare los resultados obtenidos en los ítems 1 y 2, ¿Existen diferencias entre sus predicciones y los resultados de su experiencia? ¿Cuáles? ¿Qué motivó que existieran estas diferencias (si es que las hubo)? Interactúe con sus compañeros y el docente para resolver sus inquietudes.

4-*Síntesis*: Investigue acerca de las fuentes de magnetismo. Resuma los resultados de sus observaciones e investigaciones.

#### Experiencia 3

1- *Predicción*: ¿Qué cree que sucederá si acerca un imán a un péndulo eléctrico (pequeña esfera de saúco

o telgopor que pende de un hilo)? ¿Qué cree que sucederá si acerca una varilla de vidrio o plástico cargada electrostáticamente a un péndulo eléctrico? Registre por escrito sus predicciones.

2-*Observación*: Experimente con los materiales disponibles y observe la interacción péndulo eléctrico-imán y péndulo eléctrico-varilla cargada. Describa lo que observa.

3-*Discusión*: Compare los resultados obtenidos en los ítems 1 y 2, ¿Existen diferencias entre sus predicciones y los resultados de su experiencia? ¿Cuáles? ¿Qué motivó que existieran estas diferencias (si es que las hubo)? Interactúe con sus compañeros y el docente para resolver sus inquietudes.

4- *Predicción*: ¿Qué cree que sucederá si acerca un imán a un sujetador de papeles contenido en un vaso forrado en papel de aluminio (tal como se muestra en la figura 3)? ¿Qué cree que sucederá si acerca una varilla de vidrio o plástico cargada electrostáticamente a un sujetador de papeles contenido en un vaso forrado en papel de aluminio (tal como se muestra en la figura 3)?

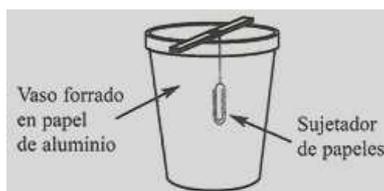


FIGURA 3. Corresponde a experiencia 3. Fuente: (McDermott y Shaffer, 2001)

5-*Observación*: Experimente con los materiales disponibles y observe la interacción sujetador de papeles-imán y sujetador de papeles-varilla cargada. Describa lo que observa.

6-*Discusión*: Compare los resultados obtenidos en los ítems 4 y 5, ¿Existen diferencias entre sus predicciones y los resultados de su experiencia? ¿Cuáles? ¿Qué motivó que existieran estas diferencias (si es que las hubo)? Interactúe con sus compañeros y el docente para resolver sus inquietudes.

7-*Síntesis*: Investigue acerca de las interacciones magnéticas y eléctricas. Resuma los resultados de sus observaciones e investigaciones.

#### Experiencia 4

1- *Predicción*: ¿Podría magnetizar un clavo de hierro con un imán? Si esto fuera posible ¿cómo lo haría?

2-*Observación*: 1° Parte: Experimente con los materiales que tiene a su disposición las alternativas posibles (frotamiento, contacto e inducción) para magnetizar la materia. Compruebe si el clavo ha adquirido propiedades magnéticas acercándolo a limaduras de hierro. Describa lo que observa.

2° Parte: Coloque limaduras de hierro en un tubo de ensayo delgado hasta llenarlo prácticamente y ciérrelo con un tapón de goma. Magnetice (por contacto o frotamiento) el tubo con limaduras de hierro utilizando un imán potente. Compruebe si el tubo con limaduras de hierro ha adquirido propiedades magnéticas acercándolo a otras limaduras de hierro. Describa lo que observa en las limaduras de hierro dentro y fuera del tubo.

3-*Discusión*: Compare los resultados obtenidos en los ítems 1 y 2, ¿Existen diferencias entre sus predicciones y los resultados de su experiencia? ¿Cuáles? ¿Qué motivó que existieran estas diferencias (si es que las hubo)? Interactúe con sus compañeros y el docente para resolver sus inquietudes.

4- *Predicción*: ¿Por algún procedimiento podría lograr que un cuerpo con propiedades magnéticas (como los elementos magnetizados en el ítem 2: clavo de hierro o tubo con limaduras de hierro) pierda dichas propiedades?

5-*Observación*: Investigue acerca de diversos procedimientos para desmagnetizar un elemento previamente magnetizado. Experimente con los materiales disponibles y describa lo que observa.

6-*Discusión*: Compare los resultados obtenidos en los ítems 4 y 5, ¿Existen diferencias entre sus predicciones y los resultados de su experiencia? ¿Cuáles? ¿Qué motivó que existieran estas diferencias (si es que las hubo)? Interactúe con sus compañeros y el docente para resolver sus inquietudes.

7-*Síntesis*: Investigue acerca de los dominios magnéticos. Resuma los resultados de sus observaciones y relacione las mismas con lo investigado.