

**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

Concepciones previas respecto de los conceptos de Interacciones y de Campo en Física

FRACARO, A; PERALES, F.

Concepciones previas respecto de los conceptos de Interacciones y de Campo en Física

Anahí Catalina Fracaro¹ y Francisco Javier Perales²

¹ Universidad de Mendoza, Argentina. anahi.fracaro@yahoo.com.ar

² Universidad de Granada, España. fperales@ugr.es

Resumen

La investigación, desarrollada en el marco de la Didáctica de la Física, tuvo como objetivo principal determinar en qué grado la aplicación de una estrategia didáctica basada en el uso de las *analogías*, facilita el aprendizaje de las interacciones a distancia y del campo eléctrico, magnético y gravitatorio, vistos como un único concepto de campo, con sus similitudes y diferencias. La idea era lograr que el alumno genere un *modelo de campo*, una representación provisoria y perfectible del fenómeno.

La aplicación de la estrategia fue llevada a cabo en la Escuela Técnica Pablo Nogués de la ciudad de Mendoza, Argentina. Se realizaron dos intervenciones (2010 y 2011), siendo la primera tomada como prueba piloto. Se trabajó en ambos casos, con dos grupos experimentales y uno control, con alumnos de 3º año de secundaria.

El análisis de los documentos y el desarrollo de la Unidad Didáctica están basados en una enseñanza por competencias, tal como lo indican las leyes que enmarcan la educación argentina, por lo que debieron elegirse las capacidades a analizar y desarrollar en esta intervención.

El objetivo general fue determinar en qué grado la estrategia planteada logra formar en los alumnos un modelo de campo, de forma que pueda explicar los distintos fenómenos a través del mismo y transferirlo a otras situaciones.

De aquel se desprendieron tres objetivos específicos, de los cuales el primero fue identificar las concepciones previas de los alumnos.

El trabajo que se presenta, muestra las concepciones identificadas en la investigación. Para lograrlo, se analizaron cualitativamente las respuestas a un Pretest de 15 preguntas abiertas, construido y validado para esta oportunidad, como también los dibujos realizados por los alumnos, sobre cómo imaginan la forma del campo gravitatorio y eléctrico.

Los resultados muestran que los alumnos presentan concepciones previas ya observadas en otras investigaciones y en otros contextos, por lo que podemos considerarlas universales.

Palabras claves: Concepciones previas- Interacciones- Campo eléctrico y magnético- Escuela Técnica

1. Introducción

La idea de *Campo* en la Física supuso poner en duda la teoría mecanicista de *interacciones a distancia*, produciendo una revolución conceptual, y técnicamente, el conocimiento de ondas electromagnéticas fue fundamental no solo para la construcción y funcionamiento de equipos electromagnéticos, sino que llevó a la revolución en comunicaciones, a la nueva era de la información (Martín y Solbes, 2001).

Por ello, los alumnos de la Escuela Técnica Pablo Nogués, de la ciudad de Mendoza (Argentina) - ubicada en el nivel secundario y que otorga títulos de Técnico en Electromecánica y Electricidad - no pueden prescindir de dichos conceptos para lograr sus competencias profesionales.

El trabajo que se presenta, desarrollado en el marco de la Didáctica de la Física, forma parte de una investigación doctoral que tuvo como **objetivo principal** determinar en qué grado la aplicación de una estrategia didáctica basada en el uso de las *analogías*, facilita el aprendizaje de las interacciones a distancia y del campo eléctrico, magnético y gravitatorio, vistos como un único concepto de campo, con sus similitudes y diferencias. La idea era lograr que el alumno genere un *modelo de campo*, una representación provisoria, perfectible e idealizada del fenómeno físico.

De aquel se desprendieron **objetivos específicos**:

- Identificar las concepciones alternativas de los alumnos.
- Analizar si con la estrategia planteada los alumnos reconocen las fuerzas a distancia y las explican a través de campos.
- Reconocer si la estrategia contribuye a formar capacidades argumentativas y de razonamiento analógico.

Los resultados que se muestran son respecto del primer objetivo, es decir, el de reconocimiento de las ideas previas de los alumnos, que luego guiaron la construcción de la estrategia didáctica. Los alumnos traen al aula modelos mentales con los que explican el mundo: son modelos causales simples, ya que “todos los eventos tienen causa”. Son sus modelos “del sentido común” o pensamiento espontáneo (Galagovsky et al., 1998), que también llamamos ideas o concepciones previas.

Para lograrlo, se revisaron diversas investigaciones relacionadas con la didáctica de la enseñanza de Interacciones y de Campos Eléctricos y Magnéticos, obteniéndose información sobre el punto de vista desde el que son tratados. Nos permitieron, además, reconocer la relevancia de la presente investigación. En la exploración, se encontraron numerosos trabajos que investigan las concepciones alternativas de los alumnos sobre dichos tópicos, desde una mirada constructivista (Baser y Gebán, 2007; Furió y Guisasola, 1998; Galili, 1995; Siegel y Lee, 2001; Rainson et al., 1994; Maloney et al., 2001; Guruswamy et al., 1997; Guisasola et al., 2003) y, en menor medida, aquellos relacionados con diferentes estrategias de enseñanza que tengan en cuenta esos conceptos. En general son propuestas sustentadas en un modelo de aprendizaje de investigación dirigida, tales como las descritas por Furió y Guisasola (2001), Guisasola et al. (2003), Martín y Solbes (2001), Viennot y Rainson (1999) y Llancaqueo (2006), entre otras.

Baser y Gebán (2007) resumen lo que ellos llaman *preconcepciones* sobre electrostática, extraídas de distintos trabajos de investigación. Algunas de ellas se describen:

- Los estudiantes no tienen claro el concepto de carga eléctrica (Galili, 1995): un objeto neutro no tiene cargas.
- Tienen dificultades al explicar la transferencia de cargas (Guruswamy et al., 1997)
- Un electrón no tiene masa (Furió y Guisasola, 1998).
- Los protones se pueden transferir entre los cuerpos (Furió y Guisasola, 1998).
- Un cuerpo cargado contiene solo protones o electrones (Siegel y Lee, 2001).
- Los estudiantes consideran que las líneas de campo son reales (Galili, 1993).
- Si una carga no se encuentra en una línea de campo, no se le produce ninguna fuerza (Furió y Guisasola, 1998).
- Las líneas de campo pueden cruzarse, comenzar y terminar en cualquier parte, y “hay un número finito de líneas de fuerza” (Rainsong et al., 1994; Maloney et al., 2001).

En cuanto al *campo magnético* y las *concepciones alternativas*, Guisasola et al. (2003), creen que es posible describir las ideas de los estudiantes a través de *categorías explicativas*, que permiten pensar el aprendizaje como una evolución a través de distintos estadios que van desde la concepción alternativa hasta el conocimiento científico. Dichas categorías se enumeran:

- 1) Concepción inicial del magnetismo: cualidades propias de la materia.
- 2) Concepción realista ingenua: se atribuyen a las líneas de campo entidad real. La interacción magnética se produce por atracciones y repulsiones de las líneas de campo.
- 3) Concepción eléctrica: se identifica la carga eléctrica en reposo como fuente del campo magnético. Los imanes se consideran cuerpos cargados.
- 4) Concepción amperiana: se identifican las cargas en movimiento como fuente del campo.
- 5) Concepción amperiana y relativista.

Por ello, para este trabajo nos basamos en las investigaciones nombradas para la construcción del Test, de modo de facilitar la identificación de las ideas previas de los alumnos, si bien dichos trabajos fueron llevados a cabo a nivel universitario.

2. Población y muestra

Durante el año lectivo 2010 se llevó a cabo una Prueba Piloto en la Escuela Técnica Pablo Nogués, de Mendoza, Argentina. Se trabajó con tres cursos paralelos de 3º año de secundaria (de los cinco posibles), cuyas edades oscilaban entre los 15 y 16 años,

con un promedio de 22 alumnos cada uno, De igual modo, se repitió la experiencia en el 2011, en la misma escuela y con tres grupos similares a la prueba piloto en edad y curso. Se trata de adolescentes de clase media, media baja, que eligieron las modalidades de Electricidad y Electromecánica. Se trabajó desde el espacio curricular de Electrotecnia.

3. Metodología

La investigación comenzó con un **Pretest**, cuya aplicación tuvo dos fines: indagar sobre los conocimientos previos de los estudiantes, de modo de ajustar la secuencia didáctica y poder contrastar, a través de un **Postest**, el nivel de conocimientos adquiridos y el avance en la construcción de modelos de interacciones a distancia y de campo. Ambos corresponden al mismo cuestionario, que fue construido para la investigación. Este se compone de 15 preguntas abiertas sobre distintos fenómenos físicos y con ellas se pretende obtener evidencias sobre la consecución de los objetivos planteados. Dicho cuestionario se adjunta como Anexo 1.

Luego del Pretest se aplicó una secuencia didáctica que utiliza estrategias habituales de enseñanza, dentro de la orientación constructivista, a través de un enfoque mixto: explicación del profesor, búsqueda, lectura e interpretación del material, trabajo en pequeños grupos, demostraciones experimentales, y discusión de la clase completa, exponiendo las analogías y diferencias encontradas, analizándolas y logrando el consenso grupal. Esta parte de la investigación se encuadra dentro de la categoría Investigación- acción, es decir, desde la reflexión del profesor, respecto de sus prácticas, para poder planificarlas y realizar los cambios que viera pertinentes.

Tanto el Pretest como el Postest formaron parte de la recogida de datos para comparar, correlacionar y extraer conclusiones. Se estudiaron, además, los dibujos realizados por los alumnos sobre el modo en que imaginan y representan los diferentes campos (la visualización que de ellos tienen), como así también algunos registros de actividades áulicas de aplicación conceptual y de utilización de analogías, que sirvieron para extraer conclusiones y contrastar resultados.

Si bien en la interpretación de las respuestas se utilizaron métodos y técnicas cuantitativas, se incorporaron análisis cualitativos, para no perder la cantidad de información que se obtuvo en “ese caminar” que fue la investigación.

Las respuestas a las preguntas abiertas del Pretest, los gráficos realizados en clase y las respuestas a cuestiones conceptuales, incorporadas en un trabajo de integración, permitieron realizar una *triangulación metodológica* y neutralizar los sesgos de uno u otro método (Rodríguez y Valldeoriola, 2003).

La ventaja de esta triangulación es la información diversificada que se obtiene, logrando una mayor validez en los resultados. Entre las desventajas podemos nombrar el mayor tiempo necesario para realizar el análisis de los datos, como la dificultad de encontrar una unidad de observación común (García de Ceretto y Giacobbe, 2009).

En el análisis de las ideas previas solo tuvimos en cuenta los análisis cualitativos de las respuestas al Pretest y de los dibujos que realizaron los alumnos respecto de cómo visualizan los diferentes campos.

4. Construcción del Pretest

El instrumento para el Pretest se diseñó con preguntas abiertas, considerando que los grupos en este nivel de la educación media prácticamente no habían tenido una instrucción en Física formal, y los distintos temas se suponen prácticamente desconocidos para ellos. Por esta razón, las preguntas cerradas inducirían a dar una respuesta que desconocen. Tal como lo expresa Hernández-Sampieri (2008), el investigador debe asegurarse, para utilizar cuestiones cerradas, que los participantes conocen y comprenden las categorías de respuesta. En contrapartida, la dificultad en la utilización de problemáticas de respuestas abiertas es que son complejas de codificar, categorizar y preparar para el análisis.

La incorporación de cada pregunta tuvo como objetivo primordial observar el grado de capacidad de los alumnos de:

- Reconocer, explicar y graficar las fuerzas de interacción entre partículas. (Materiales, cargadas o no, en movimiento o no)
- Explicar fenómenos de inducción y transferencia de cargas.
- Explicar los fenómenos utilizando el concepto de campo.
- Reconocer las fuentes que provocan la aparición de los distintos campos e interacciones.
- Reconocer analogías y hacer inferencias.

La interpretación del Pretest se realizó de dos maneras:

- En forma cualitativa, analizando las respuestas en búsqueda de las concepciones previas de los alumnos y en el nivel científico donde se ubican, a través de un proceso flexible y dinámico, iluminado por las investigaciones que forman parte del Marco Teórico
- En forma cuantitativa, transformando el análisis de las respuestas en datos, en un proceso que consiste en darle sentido a la información recogida, para que el investigador los organice y resulten manejables (Rodríguez y Valdeoriola, 2003).

Para poder interpretar el Pretest se seleccionaron cuatro contenidos fundamentales, representados en las preguntas indicadas en la Tabla 1

CONTENIDOS	NÚMERO DE PREGUNTA
Interacciones	1-2-3-5-9-12
Campo	4-6-7-8-10-12- 13-15
Fuente del campo	6-8-10-11-13-14-15
Partículas intervinientes	5- 6-9-10- 13-15

Tabla 1- Contenidos fundamentales

Además, tal como lo expresa la ley de Educación Técnica (2005), ésta debe otorgar competencias laborales y competencias para la vida. Cada profesor, desde su espacio curricular promueve capacidades que, al finalizar el ciclo, se integrarían en competencias profesionales. Debido a ello, esta investigación parte de elegir las capacidades que desde Electrotecnia se quieren promover en los alumnos a través de

una secuencia didáctica basada en analogías (Fracaro y Perales, 2010). De este modo, las respuestas al Pretest son analizadas para encontrar evidencias sobre el nivel de adquisición de dichas capacidades. Si bien la estrategia elegida podría desarrollar otras capacidades, como las argumentativas, se decidió para acotar la investigación delimitarlas a las tres que se muestran en la Tabla 2.

CAPACIDAD	NÚMERO DE PREGUNTA
De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto	1-2-3-5-9
De interpretar los fenómenos utilizando el concepto de campo	4-5-6-7-8-9-10-11-12- 13-14-15
De reconocer situaciones analógicas y extrapolar conclusiones	(2-3)- (5-9)-(6-7)- (14-15)

Tabla 2- Capacidades a analizar

En la misma tabla también se muestran los números de preguntan que tienen en cuenta dichos conceptos.

5. Análisis Cualitativo del Pretest. Reconocimiento las ideas previas

En esta ocasión se presenta el análisis de las dos primeras capacidades.

Capacidad 1: De utilizar las leyes de Newton para explicar un fenómeno concreto

Coincidiendo con lo investigado a través del estudio cuantitativo, los alumnos no aplican las leyes de Newton para explicar los fenómenos expuestos. Pero, además, el análisis cualitativo de las respuestas dadas, nos permite reconocer que:

- a) No reconocen interacciones, o si consideran una interacción, el cuerpo mayor provoca una fuerza mayor,
- b) confunden el concepto de fuerza con el de trabajo y el de velocidad,
- c) la fuerza gravitatoria es una fuerza que cae sobre los cuerpos,
- d) la fuerza gravitatoria es confundida con el concepto de presión,
- e) si bien dibujan las fuerzas con un vector, no reconocen el punto de aplicación,
- f) confunden la fuerza con la acción que provoca: deformación, cambio de movimiento, etc.,
- g) la inercia es una fuerza, que adhiere los cuerpos al piso,
- h) ante la falta de los conocimientos necesarios para responder a las cuestiones encontradas, explican los fenómenos tratando de utilizar conceptos físicos estudiados recientemente, tales como trabajo y energía, aunque se les haya pedido que indiquen las fuerzas.

Los nombrados son algunos de los preconceptos que deben tenerse en cuenta al momento de llevar a cabo la unidad didáctica, y sobre los cuales se debe trabajar.

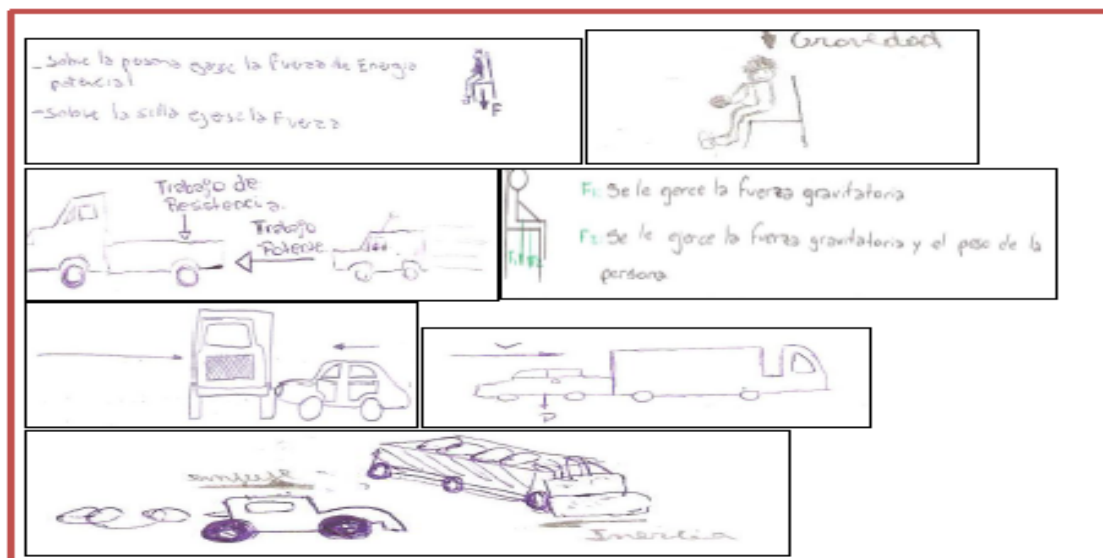


Figura 1- Ejemplos correspondientes a la Capacidad 1

En la figura 1 se observan algunas de las respuestas respecto de la Capacidad 1, recordando, además, que se les pidió dibujaran las fuerzas intervinientes.

Capacidad 2: De interpretar los fenómenos utilizando el Concepto de Campo

Los alumnos, en general, no utilizaron el concepto de Campo para explicar los fenómenos presentados en el Pretest. Algunas de las concepciones previas que mostraron en sus repuestas se indican a continuación:

- A. El Campo Gravitatorio es una propiedad de la Tierra y únicamente de ella.
- B. El Campo Gravitatorio termina donde termina la Atmósfera.
- C. Utilizan el concepto de Campo Eléctrico y Magnético en forma indistinta. No reconocen sus fuentes.
- D. Tal como la gravedad es una propiedad de la Tierra, el magnetismo es una propiedad de los imanes.
- E. Consideran los imanes como cuerpos cargados en los polos, con cargas de distinto signo.
- F. Una bobina por la que circula corriente acumula cargas de distinto signo en su extremos, lo que provoca se comporte como un imán.
- G. Reconocen los efectos del Campo Eléctrico únicamente como “estática”, concepto indefinido, que no logran explicar ni comprender.

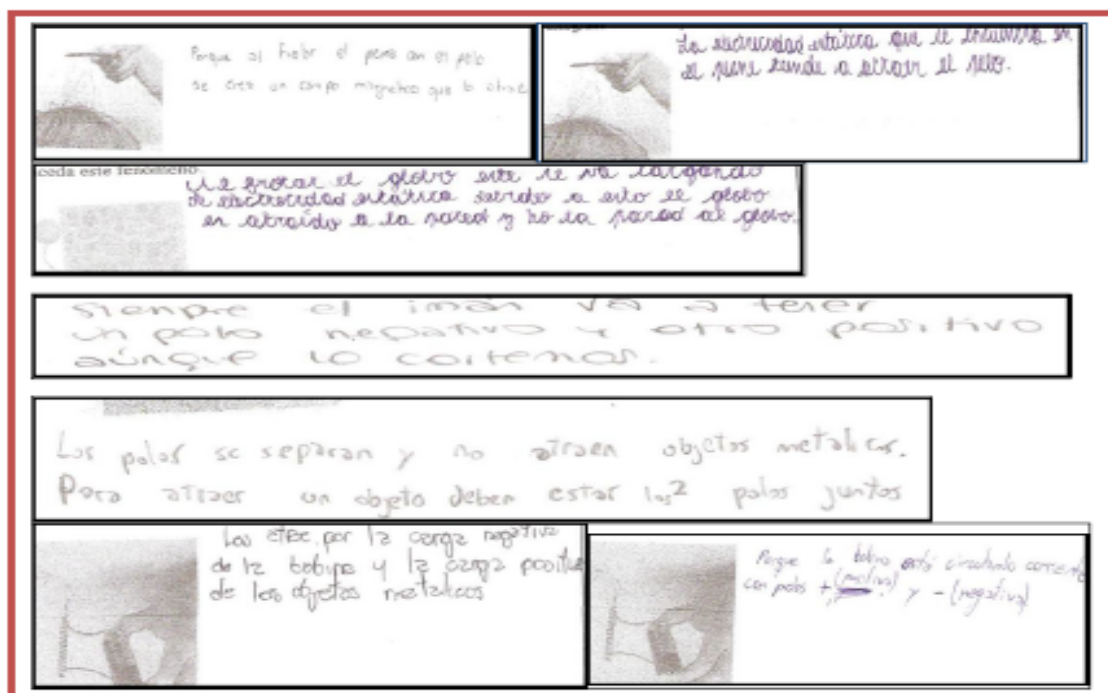


Figura 2. Ejemplos de la Capacidad 2.

5. Conclusiones del análisis de las capacidades a través del Pretest

- ❖ **Capacidad 1:** los tres grupos presentan características similares, mostrando que ninguno de ellos estuvo expuesto a una enseñanza formal sobre Interacciones y las leyes de la Dinámica. Dibujan algunas fuerzas, pero no sus reacciones. El concepto de la misma es algo “energético”, aunque les sirve para explicar su mundo cotidiano.
- ❖ **Capacidad 2:** los tres grupos explican las atracciones gravitatorias, eléctricas y magnéticas a través de propiedades de los cuerpos y de procedimientos. La “gravedad” es una propiedad de la Tierra, por lo que los cuerpos caen; el magnetismo es una propiedad del imán; y los cuerpos adquieren “estática”, cuando se frotan. En un porcentaje menor, indican que los imanes atraen dado que los polos tienen acumuladas cargas de distinto signo. No utilizan en general el concepto de campo.

6. Análisis de las representaciones de Campo

Luego de las actividades respecto a interacciones y la aplicación de las leyes de Newton para explicar distintos fenómenos, la secuencia didáctica debe introducir el concepto de campo. Para ello se realizaron actividades que permitan a priori conocer qué saben los estudiantes al respecto. Comenzaba con el dibujo por parte del alumno de la configuración que producían limaduras de hierro alrededor de un imán. Dicho imán también se movía para observar cómo cambiaba la disposición de las limaduras. Se explicaba el significado de las líneas que formaban las limaduras a las que llamamos *líneas de fuerza*, como forma de representar las características del campo.

Se dibuja primero el campo magnético, dado que permite deducir, a través de la configuración de las limaduras, sus características. Es decir, formaría una imagen

mental de un espacio modificado por la presencia del imán, con propiedades propias, que interactúa con las partículas que entran en él, diferente punto a punto.

El movimiento del imán supuso observar, por parte de los alumnos, un campo tridimensional, que los gráficos de libros, y el propio imán estático no permiten visualizar.

A continuación se pidió al alumno que, análogamente, dibujara la forma que tenía el Campo Gravitatorio alrededor de la Tierra, y el Campo Eléctrico alrededor de un cuerpo cargado. En la clase se les sugirió que pensaran hacia dónde irían los cuerpos o cuerpos cargados, que entraran en dicho campo. Se animó a los estudiantes a hacer sus propias representaciones, todas válidas, de modo que no “copiaran” las que se presentan en la bibliografía.

Concordando con investigaciones anteriores (Martín y Solbes, 1999 y 2001; Furió y Guisasola, 1998; Watts, 1982; entre otros), observamos en general, que las concepciones previas de los alumnos, a través del análisis de sus representaciones, presentan las siguientes características:

- Identificarían el campo como un espacio alrededor del imán, de la carga o de la Tierra, donde estos ejercen su influencia. Las representaciones presentan forma de “halo”, formando un contorno circular, donde terminaría el campo
- Ese espacio tendría límites bien definidos. Respecto del campo gravitatorio terrestre terminaría donde termina la atmósfera. Coincidiría con las respuestas del Pretest, donde justifican en la pregunta 5, que no hay fuerzas entre cuerpos aislados en el espacio, porque no hay aire. Mostraría la necesidad de un medio material que transmita la fuerza, tal como la necesitaron durante siglos los científicos.
- Al momento de realizar las representaciones de los campos, los alumnos habían estudiado las interacciones entre las distintas partículas, y, al intentar representar el campo, utilizarían representaciones de fuerzas.

Se observó, en los dibujos del campo magnético, las dificultades que presentan los alumnos al momento de representar lo que visualizan. Mostraría la necesidad de desarrollar las habilidades de observación (Díaz de Bustamante y Giménez, 1996). Coincidimos con Martín y Solbes (1999), que indican que dada la abstracción de los conceptos implicados, - no relacionables fácilmente con la vida cotidiana - podemos desorientar a los alumnos cuando explicamos las interacciones entre partículas a través de fuerzas, de campos, de energía, etc., sin mostrar las diferencias y los distintos ámbitos de aplicación.

Algunas representaciones que se muestran como ejemplos se encuentran en las figuras 3 y 4. Se pueden observar dibujos del campo magnético visualizado, provocados con limaduras de hierro y un imán, y las representaciones de cómo imaginan los estudiantes el campo gravitatorio alrededor de la Tierra y el campo eléctrico alrededor de una carga.

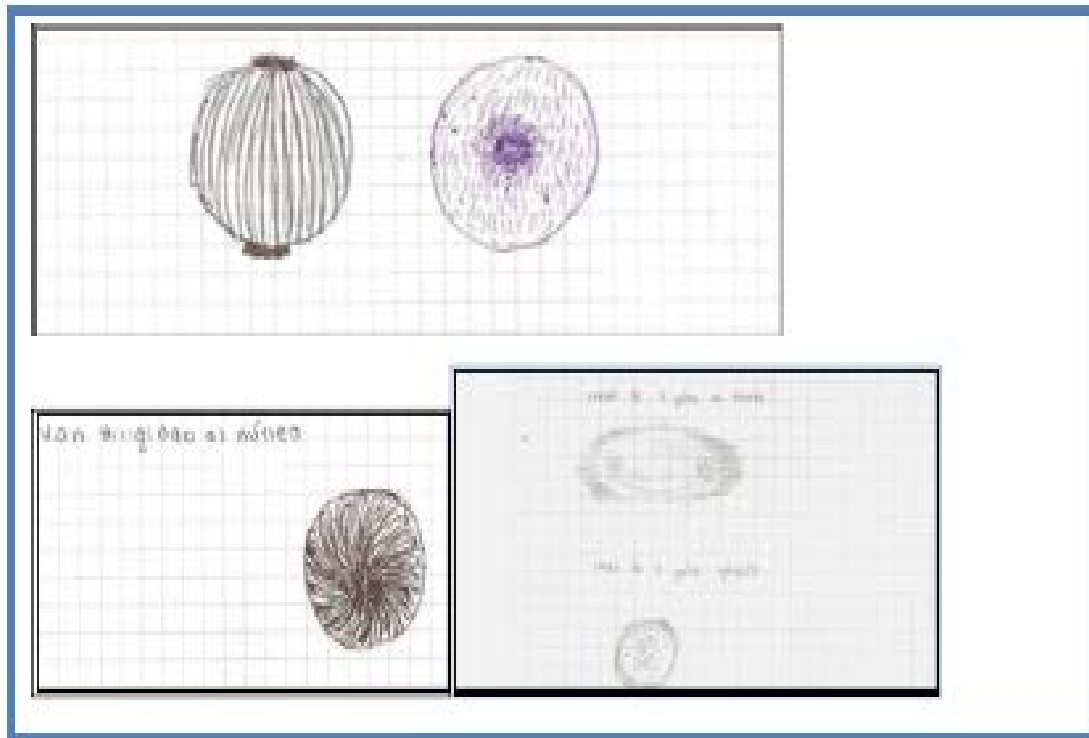


Figura 3- Representaciones del Campo Magnético visualizado

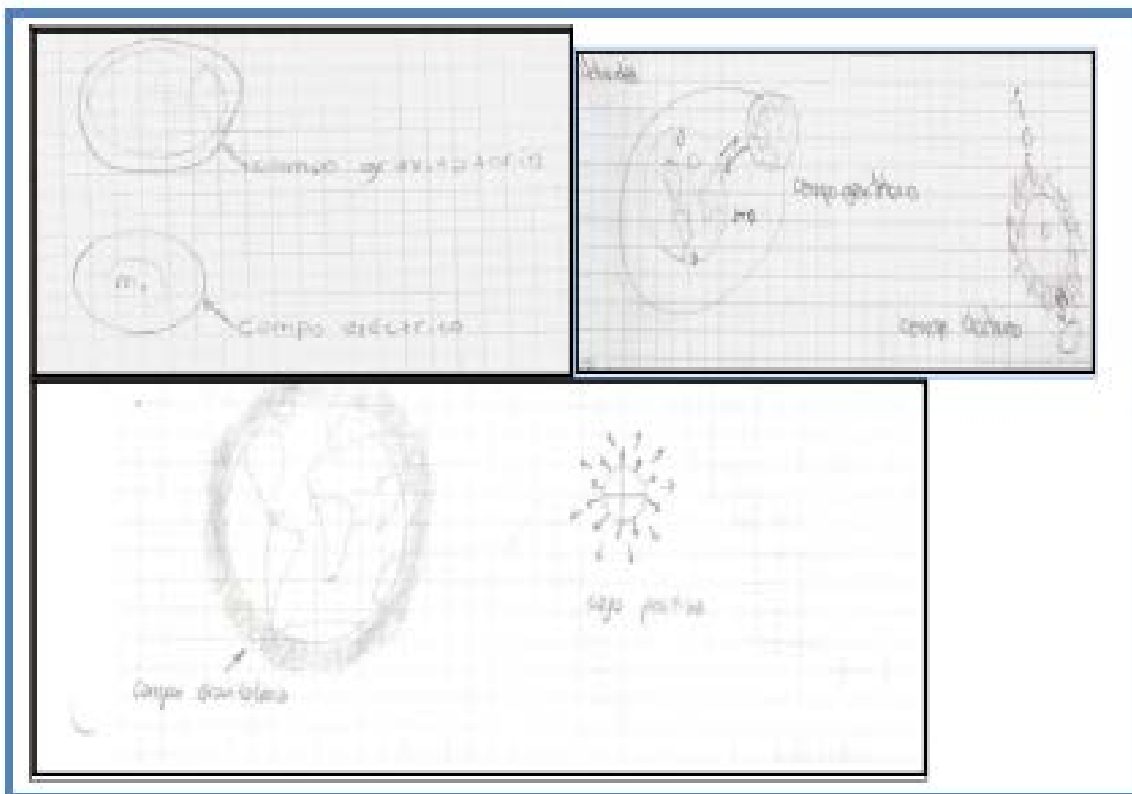


Figura 4- Dibujos del Campo Gravitatorio de la Tierra y del Campo Eléctrico alrededor de una carga

Por otro lado, tal como aparece en los libros de texto y coincidiendo con Martín y Solbes (2001), el campo se presenta vacío de significado. No se llega a diferenciar claramente la teoría *mecanicista* de la de *campos*, dado que no analizan las diferencias e implicancias que supone interpretar los fenómenos a través de interacciones entre campos o mediante fuerzas a distancia.

Por consiguiente, uno de los desafíos de la intervención áulica es encontrar los mecanismos para introducir el concepto del campo, y la necesidad de su existencia para explicar los fenómenos eléctricos y magnéticos.

7. Resumen de las concepciones previas identificadas y analizadas

Para lograrlo, se analizaron cualitativamente las respuestas al Pretest, como así también, los dibujos realizados por los alumnos, sobre cómo imaginan la forma del campo gravitatorio y eléctrico, como actividad áulica.

A continuación, se exponen los resultados de dichos análisis:

- No pueden explicar los fenómenos aplicando las leyes de la dinámica. No reconocen el concepto de interacción.
- Confunden el concepto de *fuerza* con otros tales como velocidad, trabajo, inercia y presión.
- La gravedad es una propiedad de la Tierra, y únicamente de ella.
- La gravedad es una fuerza que “cae” sobre los cuerpos, diferente del peso.
- El magnetismo es una propiedad del imán, y solo de él.
- Reconocen la electrización como “*estática*”, pero no pueden explicarla. No reconocerían el concepto de carga.
- Se explican los fenómenos eléctricos a través de procedimientos. Por ejemplo: “*al frotar el peine adquiere estática*”.
- El campo gravitatorio acaba cuando termina la atmósfera.
- Utilizan el concepto de campo eléctrico y magnético en forma indistinta, dado que no reconocen las fuentes.
- No existe el campo si no hay medio material que lo sustente.

Se pueden observar en los resultados concepciones previas universales que se replican en otros contextos, niveles de educación y culturas, explicando los fenómenos con *modelos mentales* similares.

Y si bien con la edad y la enseñanza formal esos modelos van evolucionando, siendo cada vez más complejos y acordes con los modelos científicos, muchos de los estudiantes no logran salir de esos modelos causales simples y comprender las nociones básicas del campo electromagnético.

La Ley de Educación Nacional (2006) resalta que la educación debe ser para lograr un mejor ejercicio de ciudadanía, pero también una preparación para el trabajo y para continuar estudios superiores. Un desafío que invita a reflexionar sobre las prácticas

docentes y sobre la intención educativa en el momento de planificar las estrategias y contenidos. Reconocer las concepciones previas es el punto de partida para construir ese conocimiento científico, actuando en consecuencia.

Referencias Bibliográficas

BASER, M. y GEBAN, Ö. (2007). Effect of instruction based on Conceptual Change activities on students' understanding of static electricity concepts. *Research in Science & Technological Education*, 25(2), 243-267.

DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. y JIMÉNEZ, M. P. (1996). ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 183-194.

FRACARO, A. y PERALES, F. (2010). Diagnóstico de la Escuela Técnica en Mendoza. Una base insuficiente en Ciencias básicas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 54 (1), 1-13.

FURIÓ, C. y GUIASOLA, J. (1998). Dificultades de los conceptos de carga y campo eléctrico en estudiantes de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 131-146.

FURIÓ, C. y GUIASOLA, J. (2001). La enseñanza del concepto de Campo Eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 319-334.

GALAGOVSKY, L. y ADÚRIZ BRAVO, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 231-242.

GALILI, I. (1993). Weight and gravity: teachers' ambiguity and Students' confusion about the concepts. *International Journal of Science Education*, 15 (2), 149-162.

GALILI, I. (1995). Mechanics background influences students' conceptions in electromagnetism. *International Journal of Science Education*, 17 (3), 371-387.

GARCÍA DE CERETTO, J. Y GIACOBBE, M. (2009). *Nuevos desafíos en investigación: Teorías, métodos, técnicas e instrumentos*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.

GUIASOLA, J., ALMUDÍ, J.M., y CEBERIO, M. (2003). Concepciones alternativas sobre el Campo Magnético Estacionario. Selección de cuestiones realizadas para su detección. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 281-293.

GURUSWAMY, C., SOMARS, M. D. y HUSSEY, R. G. (1997). Students' understanding of the transfer of charge between conductors. *Physics Education*, 32, 91-96.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. (2007). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill. México.

LLANCAQUEO, A. (2006). *El aprendizaje del concepto de Campo en Física: conceptualización, progresividad y dominio*. Tesis Doctoral. Universidad de Burgos.

MALONEY, D., O'KUMA, T., HIEGGELKE, C. y VAN HEUVELEN, A. (2001). Surveying Students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), 12-23.

MARTÍN, J. y SOLBES, J. (1999). La enseñanza del concepto de campo en secundaria y bachillerato. *Actas de la XXVII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física*. Valencia.

MARTÍN, J. y SOLBES, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de Campo en Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 393-403.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA. (2005). *Ley de Educación Técnica y Profesional Nº 26058*. .

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA (2006). *Ley de Educación Nacional Nº 26206*.

RAINSON, S., TRANSTOMER, C. y VIENNOT, L. (1994). Students' understanding of superposition of electric fields, *American Journal of Physics*, 62, 1026-1032

RODRÍGUEZ, D. Y VALLDEORIOLA, J. (2003). *Metodología de la investigación*. Universitat Oberta de Catalunya en <http://www.uoc.edu>.

SIEGEL, A. y LEE, J. (2001). "But electricity isn't static": science discussion, identification of learning issues, and use of resources in a problem - based learning education course. Paper presented at the *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, St. Louis.

VIENNOT, L. y RAINSON, S. (1999). Design and evaluation of research-based teaching sequence: the superposition of electric field. *International Journal of Science Education*, 21 (1), 1-16.

WATTS, M. (1982). Gravity don't take for granted! *Physic Education*, 17, 116-121.

ANEXO 1: PRETEST
Interacciones y Campos

Alumno:

Curso:

Fecha:

Lee atentamente cada consigna y trata de explicar los hechos que se describen, indicando en cada caso el fenómeno correspondiente y, realizando además, los gráficos indicados.

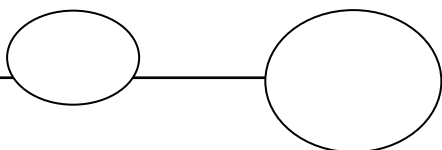
- 1) Cuando desea alejar un bote de la orilla, el remero empuja con el remo la tierra firme. Explica por qué si empuja en un sentido, el efecto es en el sentido contrario.

- 2) Una persona está sentada sobre una silla. Indica qué fuerza o fuerzas se ejercen sobre la persona y cuál o cuáles sobre la silla. Gráficelas.

- 3) Un auto choca con un camión estacionado, cuyo peso es 3 veces mayor. Indica cómo son las fuerzas que se ejercen. Realiza un gráfico de fuerzas en los cuerpos correspondientes.

- 4) ¿Por qué cuando se suelta un objeto cae al suelo?

- 5) Dos cuerpos de masa M y $2M$ respectivamente (la segunda el doble que la primera) se hallan solos en el espacio, enfrentados a una determinada distancia. ¿Existen fuerzas entre ambas? ¿Cómo son? ¿Por qué?

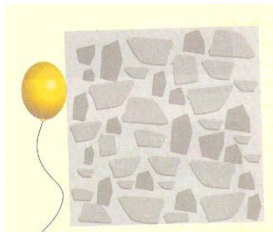


6) Durante una tormenta las nubes se cargan negativamente, ¿cómo se produce, entonces el rayo?

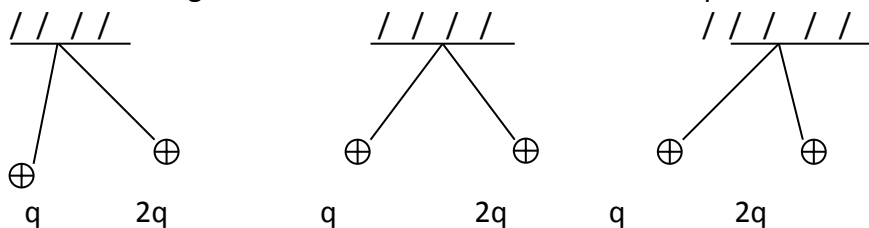
7) Mira la fotografía e intenta explicar por qué el peine atrae el pelo.



8) Un globo frotado se queda adherido a la pared. Explica qué procesos llevan a que suceda este fenómeno

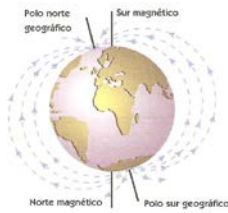


9) Dos pelotas de poliestireno de igual masa m , cargadas con cargas de igual signo, están suspendidas de un hilo una al lado de la otra. La carga de una de las pelotas es el doble de la otra. Elige el diagrama apropiado para mostrar el desplazamiento angular relativo entre ellas. Justifica tu respuesta.



Fuente: Galili 1995

10) ¿Por qué la brújula marca hacia el norte? El dibujo puede ayudarte.



11) Un imán consta de 2 polos ¿Qué sucede con ellos si corto dicho imán por la mitad? ¿se separan los polos? Explica tu respuesta.



12) ¿Qué sucede si enfrente dos imanes?, ¿por qué?



13) ¿Cómo se explica que un imán atraiga un trozo de hierro?

14) A-¿Qué pasa si coloco cerca de un imán un cuerpo cargado eléctricamente y en reposo? B- ¿Y si ese mismo cuerpo se mueve? Justifica tus respuestas

A.

B.

10) Si por una bobina conductora circula corriente, ésta atrae clavos o limaduras de hierro, tal como muestra la fotografía. Trata de explicar por qué los atrae.

