



Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios. Consideraciones para su superación

Previous Ideas about Electric Charge, Force and Field in University Students. Considerations for Overcoming Them

*Marianela Nava**, *Xiomara Arrieta*** y *María Flores****

Resumen

El presente trabajo trata sobre el valor didáctico de las ideas previas de los estudiantes para la construcción de nuevos saberes, que lo posibiliten para dar explicaciones acordes con el conocimiento científico. Luego del análisis de los datos, se plantea el diseño de situaciones didácticas, fundamentadas en Posner et al, Ausubel, Amestoy, Alonso et al, que permitan promover la construcción de conceptos, aplicable a diversos campos. El estudio se encuentra enmarcado en un paradigma cuali-cuantitativo, a nivel descriptivo. Una conclusión importante es que las nociones sobre campo eléctrico, resultaron más deficientes que las de carga, pero menos que las de fuerza eléctrica, siendo necesario fomentar la construcción de conceptos científicos en los estudiantes universitarios.

Palabras clave: Ideas previas, carga, fuerza y campo eléctrico, situaciones didácticas.

Recibido: Abril 2008 • Aceptado: Junio 2008

* Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia.
E-mail: marianelanava@gmail.com

** Centro de Estudios Matemáticos y Físicos. Facultad de Humanidades y Educación.
Universidad del Zulia. E-mail: xarrieta2410@yahoo.com

***Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia.
E-mail: nenala@hotmail.com

Abstract

The present work deals with the didactic value of students' previous ideas for constructing new knowledge, making it possible to give explanations according to scientific knowledge. After analyzing the data, the design of didactic situations was proposed, based on Posner et al, Ausubel, Amestoy, Alonso et al, which allow for promoting the construction of concepts applicable to diverse fields. The study is framed in a quali-quantitative paradigm, at a descriptive level. An important conclusion was that students' notions about electric field were more deficient than those about electric charge, but less deficient than those about electric force; therefore, it is necessary to foment the construction of scientific concepts in university students.

Key words: Previous ideas, electric charge, force and field, didactic situations.

1. Introducción

Las nuevas tendencias en la enseñanza de las ciencias, rescatan la importancia de los conocimientos previos del sujeto para la construcción de nuevos saberes. Estos tienen su base en la percepción de los fenómenos físicos del entorno y en las relaciones de las abstracciones que de ellos se hacen, y que dan lugar a esquemas mentales más elaborados y complejos, asociados a un conocimiento de nivel superior.

Tal afirmación, es producto del consenso existente en la actualidad entre diversos investigadores en didáctica de las ciencias, sobre la consideración de que la mente de un sujeto no es una hoja en blanco o un receptáculo vacío, donde se puede copiar información arbitrariamente, sino que por el contrario, los conocimientos previos que se manejan respecto a un fenómeno o hecho en particular, debe interactuar con la nueva información que se le presenta, con relación al mismo aspecto (Greca y Moreira, 1998; Campanario y Otero, 2000).

Así pues, las ideas que se forma un aprendiz de ciencias, guardan una estrecha relación con el conocimiento tanto cotidiano o espontáneo (producto de la interacción del aprendiz con el mundo que lo rodea), y con el académico (producto de un proceso de instrucción previo). En consecuencia, la representación mental que el sujeto hace del mundo físico, podría no estar acorde con las ideas expuestas por la ciencia y por ende, generar concepciones erróneas desde la visión científica, considerando a las mismas factores clave para el aprendizaje significativo.

Desde esta perspectiva, se hace necesario indagar sobre las ideas previas que presenta el estudiante con relación a la temática a ser abordada por el docente, con la finalidad de detectar las posibles concepciones erróneas, las cuales, en muchos casos son muy resistentes al cambio, lo que amerita una diversidad de estrategias y situaciones novedosas que permitan poner de manifiesto la inconsistencia de estas ideas para la explicación de los fenómenos (Arrieta y Marín, 2006).

Al respecto, la presente investigación tiene por objetivo determinar los conocimientos previos, relacionados con los conceptos de carga, fuerza y campo eléctrico, que presentan los estudiantes de la cátedra Física II de la Facultad de Ingeniería de LUZ, estableciendo posteriormente las consideraciones pertinentes que contribuyan, por un lado, a optimizar los actuales procesos educativos, y por otro, promover la construcción de conceptos científicos en los aprendices, ligados a las investigaciones en el área de la enseñanza de la física.

2. Naturaleza del conocimiento

Los seres humanos tienden, por medio de sus interacciones con el entorno, a elaborar espontáneamente el conocimiento sobre los fenómenos físicos de la realidad circundante y que están presentes en el quehacer diario; tal conocimiento es llamado cotidiano o común. Así mismo, estas ideas, no siempre coincide con las teorías que actualmente acepta la comunidad científica, las cuales permiten establecer el llamado conocimiento científico.

Desde el campo epistemológico, existen diversas concepciones sobre la relación entre ambos tipos de conocimiento. Al respecto, Soto (2003) establece tres perspectivas:

a) Los conocimientos cotidiano y científico son formas distintas de un solo tipo de saber, por tanto, hay una continuidad en las formas de construir el conocimiento individual y el escolar.

b) Existe una incompatibilidad epistemológica entre el funcionamiento de la mente humana, a través del cual se forma el conocimiento cotidiano, y las estructuras del pensamiento científico; lo que impide que ambos tipos de saberes se ubiquen al mismo nivel.

c) Los conocimientos cotidiano y científico son diferentes, y su contextualización depende del pensamiento y razonamiento del sujeto, es decir, de cómo organice cognitivamente su entorno, por lo que persiguen fines diversos. En este sentido, el aprendizaje no se centra en cambiar las concepciones previas de los alumnos, sino en crear estructuras que permitan interpretar los diversos contextos relacionados con el conocimiento.

La primera perspectiva que alude a la continuidad del conocimiento cotidiano al científico, presenta una gran influencia piagetana. Este hecho se evidencia, cuando se afirma que el desarrollo del pensamiento pasa de un pensamiento sensorio-motor a uno pre-operacional, después a un pensamiento concreto, y por último a un pensamiento formal.

Para Piaget (citado por Soto, 2003), “todos los sujetos, independientemente de sus contextos culturales, construyen el mismo conocimiento” (p. 16), afirmación que ha presentado algunas objeciones, principalmente de la epistemología contemporánea, pues al hablar de pensamiento científico, es necesario remitir un contexto en particular.

En este sentido, cada disciplina específica de un área del conocimiento, establece diferencias significativas en la interpretación de un mismo fenómeno, como por ejemplo, el enfoque diferente que dan los físicos cuánticos y los físicos relativistas a la relatividad.

Por su parte, la segunda perspectiva sobre concepciones cotidianas y científicas, hace alusión a una incompatibilidad que implica procesos cognitivos diferentes, donde el conocimiento científico proporciona una mayor comprensión y un mayor control del conocer del mundo, es decir, se plantea que una forma de pensamiento es más simple que la otra; esto lo ratifica Pozo (1999) cuando señala que el conocimiento cotidiano admite estructuras simples, mientras que el científico utiliza estructuras más complejas.

Sin embargo, se presentan dudas en cuanto a la superioridad de una concepción sobre la otra, pues a pesar de que un estudiante pueda comprender la ciencia en algunos contextos, siguen aferrados a sus concepciones cotidianas, lo que da al contexto un papel relevante, presentando al conocimiento científico y al cotidiano como dos formas alternativas de ver la realidad.

3. Ideas previas y su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Con relación a las formas de concebir el conocimiento como cotidiano o científico, se han encontrado en los aprendices de ciencias, fuertes ideas o posiciones sobre los fenómenos físicos, que tienden a ser contrarias a los conceptos científicos que se les quiere transmitir.

Este tema ha sido motivo de múltiples investigaciones (Carrascosa, 2005; Carrascosa y Gil, 1992; Campanario, 1995; Furió y Guisasola, 1999; Flores y Gallegos, 1999), pues se ha detectado gran porcentaje de respuestas erróneas en los estudiantes con relación a aspectos teóricos que exigen más allá de la mera repetición de una teoría impartida en clase, la aplicación de sus conocimientos en diversas áreas del saber. El estudio de este tipo de respuestas erradas, se ha centrado en las llamadas ideas o concepciones previas, ideas o concepciones alternativas.

El primer aspecto que llama la atención en estos trabajos, es la diversidad terminológica usada para nombrar lo que el alumno sabe sobre una temática determinada, y que difiere del conocimiento científico en la mayoría de los casos. Al respecto, Abimbola (citado por Furió y Guisasola, 1999), registró 28 términos diferentes: ideas erróneas, errores conceptuales, concepciones precientíficas, preconcepciones, razonamiento de sentido común, modelos personales de la realidad, ciencia de los niños, entre otros.

Puesto que existen múltiples acepciones para el término, es importante esclarecer su definición. Al respecto, Limón y Carretero (1996), señalan que las ideas previas son construcciones personales que suelen estar guiadas por la percepción, la experiencia y el conocimiento cotidiano del alumno, hay diferencia en la especificidad de cada una de ellas, tienen cierto grado de estabilidad, así como

de coherencia y solidez, que las hacen constituir representaciones difusas y aisladas, o por el contrario formar parte de un modelo mental explicativo. En este sentido, el saber científico aparecerá a los ojos del estudiante, como contrario a lo que parece indicar la certeza del sentido común.

Según Tamayo (2002), las ideas previas se refieren a las nociones que los alumnos poseen antes del aprendizaje formal de una determinada cátedra. Por lo general, tales ideas tienen un origen individual y social, pues se construyen a lo largo de la vida del sujeto mediante la influencia del contexto en el cual se encuentra inmerso. Asimismo, se caracterizan por ser respuestas rápidas, poco reflexivas y que transmiten mucha seguridad.

En el campo de la electricidad, que es el tema de interés en la presente investigación, se han efectuado algunos trabajos sobre las ideas previas de los estudiantes, tal como lo reflejan Furió y Guisasaola (1993). Estos estudios muestran, que aún después de haber estado sometidos a un período instruccional, presentaban confusiones al tratar de establecer la causa del movimiento de las cargas eléctricas y su relación con algunas cantidades físicas como corriente, diferencia de potencial y resistencia, entre otras.

Carrascosa (2005) plantea que las situaciones erróneas que comúnmente se presentan en los estudiantes de física, constituyen en algunos casos serios obstáculos para la adquisición del conocimiento, hecho conocido a lo largo de la historia y considerado como uno de los principales responsables de los intentos fallidos de los docentes y estudiantes, en el logro de la construcción de conceptos científicos.

Bachelard (citado por Pesa, 2002) afirmaba que para resolver este tipo de problema se debe esbozar la solución en términos de la superación de obstáculos. Así pues, expresa que los docentes establecemos obstáculos pedagógicos con el simple hecho de ignorar el por qué los estudiantes no comprenden. De manera similar, denomina obstáculos epistemológicos a las resistencias del pensamiento al pensamiento y señala que son ideas impregnadas de gran energía psicológica, atendiendo a intereses y opiniones de base afectiva, que dificultan la posibilidad de construcción de conocimiento objetivo.

De lo anterior, resulta lógico pensar por qué los enfoques tradicionales vayan cada día más en decadencia, dado el fracaso que han tenido en el intento por transmitir las concepciones científicas comúnmente aceptadas. Así pues, si en la enseñanza por transmisión no se tiene en cuenta las ideas alternativas de los alumnos, difícilmente logrará cambiarlas (Campanario, 1995), sobre todo si se toma en cuenta que dichas ideas resultan ser muy resistentes al cambio, de allí su importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4. Cambio conceptual

El estudio sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, que conlleva al establecimiento de conceptos científicos que garanticen la comprensión del fenómeno real, ha sido abordado desde diferentes ópticas. Una de ellas es la referente al cambio conceptual, cuya idea fundamental es la formación de conceptos cientí-

ficos a partir de la reestructuración de las concepciones alternativas que ya posee el alumno (Pozo, 1999).

Tal como lo señala Martínez (2004), el cambio conceptual ha despertado el interés de la psicología educativa, la psicología del desarrollo, la psicología cognitiva y la enseñanza de las ciencias. Desde cada una de estas disciplinas se aborda este aspecto tomando posiciones distintas, atendiendo especialmente a: 1) los procesos básicos del aprendiz, 2) los cambios ocurridos durante el desarrollo, y/o 3) la estrategia instruccional y su efecto en el cambio conceptual.

Unos de los primeros en hacer estudios sobre el cambio conceptual, desde la perspectiva educativa, fueron Posner et al (1982), quienes conciben el conocimiento como una articulación entre concepciones alternativas, centrado principalmente en aspectos epistemológicos y en el conflicto cognitivo como la vía para lograr el reemplazo de ideas previas por nuevas.

Este modelo inicial de cambio conceptual está centrado en el aprendizaje como actividad racional de comprender y aceptar ideas que son vistas como inteligibles y racionales. Su base epistemológica, como afirma Hewson (1993), está provista principalmente de las ideas asociadas a dos posiciones filosóficas: Khun y Lakatos.

5. Metodología

La investigación está enmarcada principalmente en el paradigma positivista, con el fin de obtener la mayor objetividad posible en los resultados. Sin embargo, se establecen algunos elementos del paradigma cualitativo, relacionados con la identificación de la naturaleza de las respuestas dadas por los estudiantes, lo que conlleva a una descripción más detallada de la realidad de los mismos.

En este sentido, el estudio se encuentra al nivel descriptivo, pues pretende caracterizar tales respuestas, estableciendo así su estructura o comportamiento.

Recolección de datos

Dado el carácter cuantitativo de la investigación, se utilizó para la recolección de información, un cuestionario mixto que abarca los tres conceptos bajo estudio, con un total de 29 ítems, de tipo cerrado en su mayoría. Dicho instrumento presentó una confiabilidad de 0,75 (usando el paquete estadístico SPSS 10.0), valor bastante aceptable considerando que se trata de una prueba de rendimiento (Ruiz, 2002).

Desde esta óptica, la codificación de las respuestas tanto cerradas como abiertas, se realizó en primera instancia, con base al establecimiento de tres categorías:

a) Categoría 1: Corresponde a los estudiantes que no tienen ninguna noción o no la manifiestan, sobre el aspecto de un concepto en particular. Podría decirse entonces que estos sujetos presentan elevadas carencias que le impiden construir alguna interpretación del fenómeno físico en estudio.

b) Categoría 2: Está asociada con los sujetos que muestran alguna noción respecto al concepto, pero no alcanzan a construir la respuesta correcta desde el punto de vista científico, es decir, poseen una deficiente interpretación física del fenómeno bajo estudio.

c) Categoría 3: Incluye a los sujetos que tienen cierto dominio de los aspectos relacionados del concepto bajo estudio, lo cual le permite una interpretación del fenómeno físico de manera integrada, alcanzando la respuesta esperada.

Adicionalmente a las categorías establecidas, se suman una serie de aspectos teóricos o indicadores asociados a cada uno de los conceptos involucrados, los cuales están directamente relacionados con los ítems del referido cuestionario, y en consecuencia serán una guía adicional para el análisis de las respuestas de los estudiantes.

Así, para establecer las ideas previas sobre carga eléctrica se definen como indicadores: su naturaleza, sus propiedades y el comportamiento eléctrico de la materia.

Con relación a su naturaleza, se señala la existencia de dos tipos de carga (positiva y negativa), y el comportamiento que de su interacción se deriva, es decir, cargas del mismo signo se repelen y de igual signo se atraen. En cuanto a las propiedades de la carga eléctrica, se alude a la conservación y a la invarianza de la misma; mientras que el comportamiento eléctrico de la materia, corresponde a la capacidad de las sustancias para conducir carga eléctrica y a las formas de electrificación de los cuerpos.

Para el análisis del concepto de fuerza eléctrica, se consideran como indicadores la dependencia de la fuerza eléctrica con la carga, luego con la posición y la influencia del medio material sobre la misma. Esto se tomó del carácter vectorial de la fuerza eléctrica reflejado en la Ley de Coulomb.

Por su parte, el concepto de campo eléctrico requiere de los indicadores: fuentes de campo eléctrico, representación de éste mediante líneas de fuerza y movimiento de partículas dentro del mismo.

Como complemento de la codificación anteriormente expuesta, el carácter cualitativo de la investigación se verá reflejado en el análisis detallado de las preguntas de tipo abierto, lo cual persigue el establecimiento de posibles causales del comportamiento de las respuestas dadas por los estudiantes.

Población y muestra

La población y la muestra censal del presente estudio, estuvo constituida por 60 estudiantes que conforman dos secciones de la cátedra de Física II, pertenecientes al cuarto semestre del pensum de estudios de las carreras de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia, núcleo Maracaibo.

6. Resultados

Atendiendo a los indicadores relacionados con los conceptos de carga, fuerza y campo eléctrico, y a las categorías de análisis señaladas en la metodología, se presenta en el Cuadro 1, la distribución porcentual por categorías y por indicadores, asociada con el concepto de carga eléctrica.

En el referido cuadro se establece un predominio de respuestas correctas en el indicador naturaleza de la carga (61,90%), en comparación con el indicador propiedades de la carga (50,00%) y un mínimo asociado con el comportamiento eléctrico de la materia (34,28%).

Cuadro 1
Distribución porcentual por categorías de los indicadores del concepto carga eléctrica

Categoría	Indicadores			Total
	Naturaleza de la carga eléctrica	Propiedades de la carga eléctrica	Comportamiento eléctrico de la materia	
	(%)	(%)	(%)	(%)
1	5,48	10,83	10,72	8,44
2	32,62	39,17	55,00	43,23
3	61,90	50,00	34,28	48,33
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Las autoras (2008).

Con relación a la naturaleza de la carga, se puede observar en las respuestas de tipo abierto, como la mayoría de los sujetos reconocen la existencia de dos tipos de carga, denominadas positiva y negativa. Sin embargo, algunos señalan la existencia de tres tipos de carga (positiva, negativa y neutra), otros aun cuando reconocen dos tipos, las denominan protón (positiva) y electrón (negativa). Asimismo, un grupo minoritario clasifican la carga eléctrica como inducción, polarización y transferencia o como catión y anión.

De lo anteriormente expuesto se puede evidenciar que existe al menos una noción previa sobre la naturaleza de la carga, puesto que manifiestan en sus respuestas algún elemento asociado con las cargas negativas y positivas, mayoritariamente en términos de los elementos constituyentes de la materia (partículas del átomo). Otro aspecto encontrado es que la mayoría identificó correctamente los tipos de interacción entre las cargas, en términos de fuerzas de atracción (cargas de signos opuestos) y repulsión (del mismo signo), que en un cuerpo eléctricamente neutro existe igual número de electrones y protones, y que al frotar dos cuerpos de material diferente, uno adquiere carga positiva y el otro negativa, fenómeno que obedece a la transferencia de electrones.

En cuanto a las propiedades de la carga, se puede percibir que la propiedad de invarianza de la carga eléctrica pareciera ser del dominio de la mayoría, más sin embargo, no puede decirse lo mismo de la propiedad de conservación, donde las respuestas no son claras.

Referente a los ítems relacionados con el indicador comportamiento eléctrico de la materia, para el caso de un cuerpo conductor o un cuerpo aislante, al acercarle una barra cargada negativamente, la mayoría de los estudiantes confunden los términos “polarización de cargas” con el de “inducción”.

Tal y como puede observarse en el cuadro 1, las nociones sobre el comportamiento eléctrico de la materia no son las más adecuadas, probablemente como consecuencia del desconocimiento del comportamiento de las partículas constitutivas de la materia, razón por la cual no puede identificarse una clara definición de los materiales eléctricamente conductores o aislantes.

En síntesis, puede decirse que el concepto de carga eléctrica aun cuando es reconocido por la mayoría de los sujetos (91,56%), no refiere una concepción acorde con la ciencia y presenta nociones erradas desde esta perspectiva en un número significativo de sujetos bajo estudio (51,67%).

En el Cuadro 2 se muestra la distribución porcentual por categorías y por indicadores, asociada con el concepto de fuerza eléctrica.

De lo reflejado en el Cuadro 2, y del análisis de las respuestas dadas, se puede observar que la mayoría de los estudiantes reconocen el carácter vectorial de la fuerza eléctrica entre dos partículas cargadas (89,44%), pero no su dependencia con la magnitud de las cargas que interactúan para generar dicha fuerza (42,22%); esto como consecuencia del desconocimiento de la ley de Coulomb.

Otro aspecto encontrado, y que es producto del análisis de las respuestas asociadas con los ítems abiertos, es que un grupo significativo confunde la fuerza eléctrica con el campo eléctrico, tal como lo refieren otras investigaciones (Martín y Solbes, 2001). Esta afirmación se sustenta en las respuestas de algunos estudiantes quienes dibujaron como línea de acción de la fuerza eléctrica entre dos partículas cargadas, las líneas de campo eléctrico. Igualmente, al solicitarles alguna noción sobre campo eléctrico aludieron respuestas como: “campo es la fuerza eléctrica de atracción o repulsión que se produce entre las partículas o fenómenos naturales”; esto es, se manifiesta un desconocimiento importante de la representación vectorial correcta para una fuerza eléctrica, pues no lo asocian al tipo de interacción entre partículas cargadas descrita por la ley de Coulomb.

Considerando el indicador influencia del medio material sobre la fuerza eléctrica, se observó un desconocimiento de la misma, pues solo una minoría de educandos (28,33%) afirmó que la fuerza eléctrica se ve disminuida al sumergirse en otro medio material, diferente al vacío. Un 25% no emitió opinión alguna, indicando no tener idea sobre el asunto y un 48,67% presentaron nociones erradas desde el punto de vista científico.

Cuadro 2
Distribución porcentual por categorías de los indicadores del concepto fuerza eléctrica

Categoría	Indicadores			Total
	Dependencia de la fuerza eléctrica con la carga	Dependencia de la fuerza eléctrica con la posición	Influencia del medio material en la fuerza eléctrica	
	(%)	(%)	(%)	(%)
1	10,56	13,89	25,00	14,05
2	47,22	55,00	46,67	50,48
3	42,22	31,11	28,33	35,47
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Las autoras (2008).

En general, las nociones sobre fuerza eléctrica resultaron deficientes y en consecuencia no solo deben ser reforzadas en algunos aprendices (64,53%), sino en la gran mayoría de ellos, sustituir las por otras concepciones más cercanas a las de la ciencia.

Para el análisis del campo eléctrico, se tomó en cuenta la distribución porcentual por categorías y por indicadores, asociada con dicho concepto y evidenciada en el Cuadro 3.

Se observa que un 65,00% de los estudiantes, no manifiestan ninguna noción sobre el concepto de campo eléctrico y sus fuentes ó presentan ideas erróneas sobre el mismo. Este hecho de antemano nos señala que no existe una buena conceptualización de esta cantidad física y que los conocimientos en el área son prácticamente nulos.

Por su parte, la minoría que evidenció nociones adecuadas (35,00%), al preguntárseles por su idea sobre campo eléctrico, mostraron respuestas que aluden a la región donde se encuentran las cargas, tales como: “es el espacio en el cual las cargas eléctricas interactúan”; “es el área que conforma la atracción o repulsión entre dos cuerpos cargados”; “es el perímetro hasta donde alcanza la fuerza de atracción o repulsión de una partícula cargada positiva o negativamente”; “región formada alrededor de cualquier partícula cargada que al unirse con cualquier otra interactúan totalmente”.

Otros educandos evidenciaron respuestas un poco más formales con respecto al campo: “ $E = F/q$ ”; “el campo E son las líneas que salen de las cargas positivas”;

Cuadro 3
Distribución frecuencial por categorías de los indicadores
del concepto campo eléctrico

Categoría	Indicadores			Total
	Fuentes de campo eléctrico	Representación del campo mediante líneas de fuerza	Movimiento de partículas en un campo eléctrico	
	(%)	(%)	(%)	(%)
1	40,00	19,17	21,67	30,00
2	25,00	35,00	13,33	26,39
3	35,00	45,83	65,00	43,61
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Las autoras (2008).

$$“E = \frac{Q}{4\tilde{O}e_0r^2}”$$

Con relación a la pregunta sobre cuáles pueden ser las fuentes de campo eléctrico, la mayoría lo asoció a dispositivos que ven en su entorno: “transformadores, tendidos eléctricos”; “pilas o baterías”; “cualquier aparato eléctrico”; “televisores, computadores y celulares”; “condensadores, bobinas”, resaltando que su conocimiento es más producto de lo empírico, consecuencia de su interacción con el entorno, que de un conocimiento formal.

En cuanto al indicador representación del campo mediante líneas de fuerza, un 35,00% de estudiantes evidencia nociones erradas sobre este aspecto, considerando que no siempre lograron identificar las líneas de fuerza partiendo de cargas positivas y llegando a cargas negativas, así como también se les dificultó indicar, de varios puntos en la región que rodea las cargas involucradas, cual era el comportamiento del campo en cuanto a su intensidad.

Finalmente, el indicador de movimiento de partículas en un campo eléctrico, evidencia una situación opuesta a la expuesta en los indicadores anteriores, pues la mayoría (65,00%) identificó correctamente la trayectoria que sigue una partícula con carga negativa en una región donde está presente un campo eléctrico. Esto refleja que pueden relacionar la dirección de movimiento de la partícula cargada con la dirección del campo eléctrico.

Tal como se observa, los elementos de la instrucción para la superación de ideas previas erróneas que conduzca a un aprendizaje significativo, se centran en los aspectos de este último como son: disposición para aprender, concepciones alternativas y material potencialmente significativo.

Con relación a la disposición para aprender, se destaca el papel relevante de los estilos de aprendizaje predominante en el aprendiz, así como la utilización de sus habilidades para manejar los procesos básicos del pensamiento. Por su parte, las concepciones alternativas o ideas previas constituyen no solo el elemento central del aprendizaje significativo sino también del cambio conceptual buscado. Mientras tanto, el material potencialmente significativo alude a los procesos de reconciliación integradora y diferenciación progresiva de la información que se presente en la instrucción y su respectiva relación con el conocimiento previo del sujeto.

Dentro de los elementos de la instrucción también se destaca el establecimiento de comunidades de aprendizaje y de discusiones grupales orientadas a la generación de conflictos cognitivos, que permitan reemplazar el conocimiento cotidiano erróneo por el científico o al menos la discriminación entre ambos. Asimismo, se contempla el uso de herramientas heurísticas, tales como elaboración de mapas conceptuales o situaciones problemáticas directamente relacionadas con fenómenos físicos presentes en la cotidianidad. Este tipo de actividades promueven nuevas formas de razonamiento y el desarrollo de otras competencias que hagan a los estudiantes más hábiles a la hora de pensar y manifestar sus respuestas. Al respecto, sería interesante mostrar las teorías científicas como un modelo explicativo del mundo, diferente a como ellos lo vienen manejando y con algunas reglas de juego particulares (Greca y Moreira, 1998).

Una forma de ayuda al estudiante para comprender tales aspectos científicos sería recurrir al campo de la epistemología de las ciencias y retomar los momentos históricos que dieron origen a ese conocimiento y los supuestos de los cuales se valieron los investigadores de la época para llegar a cristalizar tales teorías, puesto que al igual que los estudiantes, partieron de la percepción del mundo circundante para generar su interpretación de los mismos, y en consecuencia la formulación de leyes y principios válidos para describir su comportamiento.

Desde esta perspectiva, cabe señalar que los docentes dan poca importancia a la evolución histórica del conocimiento y en la mayoría de los casos hacen un uso indiscriminado de un operativismo puro (predominio de un formulismo matemático), dejando a un lado los significados inherentes a las cantidades físicas involucradas en el desarrollo de esas operaciones, y lo más importante, no existe una evaluación de los resultados obtenidos luego de aplicar tal formalismo.

Así pues, es necesario hacer énfasis en el sentido que puede tener el conocimiento formal basado en el cálculo, para que dejen de ser solo fórmulas que caen en el vacío (Greca y Moreira, 1998) y que siguen siendo ideas aisladas en la estructura cognitiva del sujeto, pues como dice Bachelard (citado por Pesa, 2002), los profesores de física o de otras ciencias debemos tratar de derribar todos los obstáculos

que ya trae el estudiante (ideas erróneas), para que puedan hacer nuevas conexiones en sus redes conceptuales y en consecuencia explicar mejor su entorno.

8. Consideraciones finales

Con relación a la revisión documental efectuada, se identificaron algunos elementos que caracterizan las ideas previas de los estudiantes de ciencias, y que además de observarse en los resultados del presente estudio, son producto del consenso entre diversos autores (Carrascosa, 2005; Campanario, 1995; Furió y Guisasaola, 1999; Limón y Carretero, 1996); ellos coinciden en señalarlas como construcciones personales guiadas por la percepción del entorno, de origen afectivo, lo cual las hace muy resistentes al cambio, y en consecuencia tienden a dificultar la construcción del conocimiento científico que difiere de las mismas.

Desde la perspectiva científica, las ideas previas sobre campo y fuerza eléctrica son más deficientes que las evidenciadas para la carga eléctrica, razón por la cual debe fomentarse la construcción de esta área del conocimiento en los estudiantes que ingresan a nuestras aulas universitarias, pues repercuten directamente en el aprendizaje de conocimientos más complejos.

El aspecto más importante encontrado en este estudio se refiere a que, las ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico, así como muchas otras, son producto de representaciones mentales que el aprendiz hace de lo percibido en su entorno y del conocimiento adquirido en un contexto escolar. Es decir, sus ideas son producto tanto del conocimiento cotidiano, como del científico, y se forman con la finalidad de lograr interpretar al menos medianamente el entorno.

Lo anterior confirma que la instrucción en nuestros días debe orientarse a la detección de ideas previas en los estudiantes sobre el conocimiento a impartir, mediante actividades tales como discusiones grupales, resolución de problemas en forma consensuada, realización de mapas conceptuales, entre otras, de tal manera que se logren cambios conceptuales por ideas expuestas por la ciencia, o en su defecto, haciéndolas cada vez más próximas a éstas, pues como dice Moreira (2003), parafraseando a Ausubel: “Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influye en el aprendizaje, es aquello que el aprendiz ya sabe. Averíguese esto y enseñese de acuerdo con ello”.

La estrategia didáctica esbozada brevemente se aplicó a la muestra bajo estudio, tomando en consideración todos los elementos involucrados. Los resultados obtenidos y su análisis se reportarán en investigaciones posteriores.

Referencias Bibliográficas

- Alonso, C., Gallego, D. y Honey, P. (1994). **Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora**. Ediciones Mensajero, Bilbao, pp. 104-116.
- Amestoy de Sánchez, M. (2004). **Desarrollo de habilidades del pensamiento: Procesos Básicos del pensamiento**. Editorial Trillas, México.
- Arrieta, X. y Marín, N. (2006). "Las prácticas habituales de laboratorio de física y la transferencia de conocimiento". **Encuentro Educativo**. Vol. 13, N° 3, pp. 401-413.
- Ausubel, D. (1976). **Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo**. Editorial Trillas. México.
- Campanario, J.M. (1995). Los problemas crecen: a veces los alumnos no se enteran de que no se enteran. **Aspectos didácticos de Física y Química (Física)** Vol. 6, pp 87-126. España: ICE, Universidad de Zaragoza.
- Campanario, J. y Otero, J. (2000). "Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas del pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias". **Enseñanza de las Ciencias**. 18(2), 155-169.
- Carrascosa, J. (2005). "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen". **Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias**. 2(2), 183-208.
- Carrascosa, J.; Gil, D. (1992). "Concepciones alternativas en Mecánica". **Enseñanza de las Ciencias**. 10. 314-327.
- Flores, F. y Gallegos, L. (1999). "Construcción de conceptos físicos en estudiantes. La influencia del contexto". **Perfiles Educativos**. Vol. XXI. (núms. 85-86), pp. 90-103.
- Furió, C. y Guisasola, J. (1993). "¿Puede ayudar la historia de la ciencia a entender por qué los estudiantes no comprenden los conceptos de carga y potencial eléctrico?" **Revista Española de Física**. 7(3), 46-50.
- Furió, C. y Guisasola, J. (1999). "Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento". **Enseñanza de las Ciencias**, 17(3), 441-452.
- Greca, I. y Moreira, M. (1998). "Modelos mentales y aprendizaje de la física en electricidad y magnetismo". **Enseñanza de las Ciencias**. 16(2), 289-303.
- Hewson, P. (1993). *Conceptual change in science teaching and teachers education*. Natural Center for educational research, Documentation, and Assessment, Ministry of Education and Science. Madrid, España.

Ideas previas sobre carga, fuerza y campo eléctrico en estudiantes universitarios

- Limón, M. y Carretero, M. (1996). Las ideas previas de los alumnos: ¿qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias?, en M. Carretero (Comp). **Construir y enseñar las ciencias experimentales**, Aique, Buenos Aires, Argentina, pp. 19-45.
- Martín, J. y Solbes, J. (2001). “Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo en Física”. **Investigación didáctica**, 19(3), 393-403.
- Martínez, J. (2004). Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios de Psicología. [Documento en línea]. Consultado el 27 de Enero de 2005 en: http://www.tdx.cesca.es/TE-SIS_UB/AVAILABLE/TDX-1006104-91520//Tesis_final.pdf
- Moreira, M. (2003). **Aprendizaje significativo: teoría y práctica**. (2ª edición). Editorial Machado libros, S.A. Madrid, España.
- Posner, G.; Strike, K.; Hewson, P. y Gertzog, W. (1982). “Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change”. **Science Education**, 66(2), 211-227.
- Pesa, M. (2002). “La epistemología bachelardiana. Aportes a la enseñanza y al aprendizaje de las ciencias”. **Investigación en Enseñanza de la Física: IV Escuela Latinoamericana**. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela.
- Pozo, J. (1999). **Teorías cognitivas del aprendizaje**. (6ª edición). Ediciones Morata, S.L. Madrid, España.
- Ruíz, C. (2002). **Instrumentos de investigación educativa. Procedimiento para su diseño y validación**. (2ª edición). Editado por CIDEG. Barquisimeto, Venezuela.
- Soto, C. (2003). **Metacognición. Cambio conceptual y enseñanza de las Ciencias**. (1ª edición). Cooperativa editorial Magisterio. Bogotá, Colombia.
- Tamayo, O. (2002). De las concepciones alternativas al cambio conceptual en la enseñanza y aprendizaje. [Documento en línea]. Consultado el 15 de Enero de 2005, en: <http://docencia.udea.edu.co/educacion/gecem/ ConferenciaOscarTamayo.pdf>