

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y SU MARCO TEÓRICO

El problema que pretendemos abordar en este trabajo consiste, por una parte, en detectar las principales dificultades de aprendizaje que se presentan en primer curso de Universidad al introducir los diferentes conceptos asociados al Campo Magnético Estacionario (en el vacío), y por otra, en diseñar un microcurrículum, correspondiente al tema anteriormente citado, basado en un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada, que favorezca un mejor conocimiento significativo de dicho campo.

Este problema se sitúa dentro de la principal línea de investigación en didáctica de las ciencias denominada “el movimiento de las concepciones alternativas” (Pozo 1993). Estos estudios sobre concepciones alternativas (Wandersee, Mintzes and Novak 1994), confirman que los estudiantes tienen sus teorías “personales implícitas”, y que este conocimiento previo es un factor muy relevante para el aprendizaje de las teorías científicas. Esto, entre otras cosas, ha contribuido a la aparición de diferentes modelos de intervención didáctica dentro de una visión del aprendizaje denominada constructivista. Esta orientación (Resnick 1983) considera que todo aprendizaje depende de los conocimientos previos y que el proceso de aprender consiste en construir significados, estableciendo relaciones a partir de las concepciones que ya tienen, en un proceso de modificación de conceptos.

La investigación sobre las concepciones de los estudiantes está centrando su atención en cómo aprende, progresa o cambia el estudiante en dominios específicos de conocimiento. La discusión sobre lo que significa comprensión, progresión en el aprendizaje o cambio conceptual es antigua y sigue teniendo mucha actualidad (Hashweh 1986, Hewson & Thorley 1989, Gruender & Tobin 1991, Matthews 1997).

Los modelos constructivistas de la década de los 80, basados inicialmente en el cambio conceptual, han puesto de relieve el conocimiento previo del estudiante y han evolucionado hacia modelos de cambio conceptual, procedimental y actitudinal (Duschl 1990). Cada vez existe un mayor número de investigadores en la bibliografía que

estudian cómo comprenden los estudiantes a medida que progresa su aprendizaje y así elaborar hipótesis de progresión que faciliten la comprensión en cada dominio específico (Millar 1996, Rahayun & Tytler 1999). Estas hipótesis de progresión servirán para caracterizar la comprensión y para fundamentar, desde el punto de vista psicológico, la toma de decisiones en la secuenciación del contenido a enseñar (Adey 1997).

De lo anterior se deduce que la investigación didáctica está ampliando el campo de estudio a aspectos tales como los epistemológicos (por ejemplo, las formas de razonamiento empleadas, visiones distorsionadas de la ciencia, etc.) (Wandersee 1992) y axiológicos (por ejemplo el interés de los estudiantes, las actitudes hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes y profesores, valores, etc.) (Solbes y Vilches 1997), que están originando tendencias que suponen cambios importantes en la dirección de los modelos de cambio conceptual. En este sentido, han surgido nuevos modelos entre ellos destacaríamos el de “aprendizaje como investigación orientada” (Gil 1993, Furió 1994, Gil et al. 1999).

Un enfoque didáctico que atienda a la perspectiva constructivista, debe plantearse actuar sobre las concepciones alternativas de los estudiantes, propiciar el cambio epistemológico y metodológico (sin los cuales, como se verá en el apartado 3.2.2 de este trabajo, diversos autores postulan que no se puede producir el cambio conceptual) y proponer una estrategia de enseñanza-aprendizaje que mejore la actitud de los estudiantes hacia la ciencia y sobre todo hacia el propio aprendizaje. *El trabajo que aquí se presenta pretende incluirse dentro del marco constructivista así considerado, en el denominado modelo de aprendizaje como investigación orientada.*

Este trabajo parte de reconocer una preocupación entre el profesorado de Física de primer ciclo de Universidad por los resultados de la enseñanza que imparte en el área del magnetismo. A pesar de los esfuerzos y del tiempo que se invierten en este área de la Física, los resultados que se obtienen son poco satisfactorios, como lo demuestra el alto índice de fracaso escolar que se produce, que generalmente es bastante mayor al de otras áreas básicas como podría ser la mecánica.

Frente a este panorama se han intentado diversas alternativas, unas, la mayoría, consistentes en dedicar más tiempo y esfuerzos en el ámbito del magnetismo, basadas en la idea intuitiva de que este área es especialmente difícil a nivel conceptual; otras, las menos, fundamentadas en apreciaciones didácticas teóricamente fundamentadas.

Por otro lado, las investigaciones, en el ámbito del magnetismo, sobre concepciones alternativas, son, a nuestro juicio, no sólo muy escasas, y más si lo comparamos con la abundante bibliografía en el campo de la Mecánica (Carrascosa y Gil 1992), o incluso dentro de la Electricidad en lo referente al campo de la corriente continua (Duit 1993, Manriquez, Varela y Favieres 1989), sino que además, la mayoría de los estudios realizados se centran casi en exclusiva en diferentes aspectos particulares de la teoría del electromagnetismo, sin apenas estudios globales.

Veamos a continuación algunos de esos estudios, indicando el tema sobre el que versan.

- Detección de ideas previas entre los aprendices y formulación posterior de modelos mentales explicativos de dichas ideas. En este campo la mayor parte de los trabajos son a nivel de enseñanza primaria; analizando exclusivamente los imanes como fuente del campo magnético (Bailey, Francis and Hill 1987, Erickson 1994, Bar, Zinn and Rubin 1997, Maarouf and Benyamna 1997). En un sentido análogo a los anteriores, pero realizado en niveles superiores de enseñanza, están los trabajos sobre modelos mentales en el ámbito de la Electricidad y Magnetismo (Borges y Gilbert 1998); los autores, en lo que se refiere al magnetismo hablan de cinco modelos: a) Magnetismo como algo “que tira de”, b) Magnetismo como una “nube”, c) Magnetismo como electricidad, d) Magnetismo como polarización eléctrica y e) Magnetismo como modelo de “campo”. En un trabajo complementario, Borges (1999) focaliza su interés en la evolución de esos modelos en tanto que se produce un progreso en el aprendizaje, observando que se sofistican a medida que aumenta la instrucción.
- Déficit relacionados con la interpretación de las denominadas “líneas de campo”, en la mayor parte de las ocasiones ejemplificadas a partir de situaciones que se enmarcan en el área del campo electrostático; todos ellos analizados a nivel

universitario (Törnkovist, Petterson and Tranströmer 1993, Galili 1995, Pocovi and Finley 2001).

- Disfunciones en el manejo de los conceptos de fuerza y campo, confundiéndolos (Viennot & Rainsong 1992). En este artículo, también, las actividades propuestas pertenecían al ámbito del campo electrostático y se realizaron a nivel universitario
- Trabajos relacionados con el aspecto relativista que intrínsecamente tiene el campo magnético, también a nivel universitario (Assis and Peixoto 1992, Galili and Kaplan 1997).
- Relaciones entre las diferentes áreas de la Física, en este caso entre la Mecánica y la “Teoría de Campo” (Galili 1995).

Ciertamente hay algunos trabajos en los que se realizan unos análisis más globales que en los casos anteriormente mencionados, y todos ellos a nivel universitario. Existe un denominador común en las conclusiones de todos ellos: la confusión de los estudiantes entre el campo electrostático y el magnético. Entre estos trabajos cabría destacar:

- En el estudio de Colombo de Cudmani et al. (1990), los autores defienden que los déficits observados en el electromagnetismo radican básicamente en la tradicional estructuración de los contenidos y lanzan como hipótesis que sería mejor tomar como concepto estructurador de las concepciones del electromagnetismo el concepto de energía y como “subsunsor” (ver significado en el apartado 3.2.1 de este trabajo, en las páginas 72 y 73) fundamental la corriente eléctrica, consecuencia, según los autores, de que dichos conceptos son más familiares para los estudiantes, lo que no quiere decir que las ideas que tienen de dichos conceptos coincidan con los de la Ciencia.
- Meneses y Caballero (1995) realizan uno de los pocos trabajos donde el acento se pone en operativizar una alternativa al proceso de enseñanza habitual de todo el electromagnetismo, a través de un programa de actividades. En ese sentido, para

confeccionar la planificación curricular, tienen en cuenta principalmente tres factores:

- a) La problemática científica que se deriva de la temática a estudiar
 - b) Las ideas previas de los estudiantes
 - c) Las estrategias y el proceso metodológico a seguir
- El trabajo de Pais de Sousa (1997), es una tesis doctoral en la que la autora detecta una serie de ideas alternativas entre los estudiantes (en todo el ámbito del electromagnetismo) y propone una alternativa a la enseñanza habitual en la que trata de “hacer un todo” de los “tres tipos de aula” que propugna, a saber: Aula experimental, Aula teórico-práctica y Aula teórica, dando especial importancia a las Aulas de experiencias prácticas. La secuencia de enseñanza que propone es idéntica a la que postulan Meneses y Caballero, en el artículo citado previamente.
 - El artículo de Bagno and Eylon (1997), en su primera parte, detecta una serie de déficits entre los estudiantes, en el área del electromagnetismo. Después, ante las deficiencias observadas, propone un modelo de enseñanza para superarlas. El modelo incluye una propuesta para la elaboración de una estructura del conocimiento, así como un abordaje didáctico; esta aproximación didáctica trata el conocimiento conceptual y la resolución de problemas de una forma integrada y los relaciona para proponer una estructura del conocimiento que se realiza de forma activa por el propio estudiante. Finalmente, en la tercera parte, se evalúa la eficacia de la propuesta didáctica alternativa frente a otras formas de enseñanza-aprendizaje más tradicionales.

A pesar de todo, creemos que hay que resaltar la falta de trabajos de investigación que consideren como problema, la enseñanza-aprendizaje (de una manera holística) de un núcleo teórico elemental (Lucas 1993), donde se desarrollen y relacionen los conceptos básicos del campo magnético como: la identificación correcta de sus fuentes y su unicidad, el conocimiento de sobre qué actúa dicho campo, la distinción clara (en todos sus aspectos) entre el campo electrostático y el magnético estacionario, el carácter relativista del campo magnético, la relación cuantitativa entre el “patrón” del campo magnético y su fuente...

Además creemos necesario que cuando los conceptos investigados son prerrequisitos básicos, para analizar un gran conjunto de fenómenos electromagnéticos, (no se olvide que el establecimiento del campo electromagnético ha conducido a toda la revolución que ha supuesto el uso de la electricidad a partir del siglo XX), no es suficiente con conocer los conceptos, sino que es necesario integrarlos en la estructura cognitiva para aplicarlos a otros campos que no son el propio donde se ha estudiado.

En todo caso, y ésta es quizá la conclusión más importante, las dificultades puestas de manifiesto por las investigaciones mencionadas, están sirviendo para mostrar la necesidad de sustituir una enseñanza transmisiva de los conceptos básicos del Campo Magnético, muy poco eficaz, por una nueva enseñanza de orientación constructivista. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo es contribuir a la mejora de la enseñanza y el aprendizaje del Campo Magnético Estacionario en el primer curso de la Universidad, considerando aquél como un núcleo básico dentro del área del electromagnetismo.

De acuerdo con la problemática descrita, los interrogantes que nos planteamos son los siguientes:

- a) ¿Cuáles son las principales dificultades de aprendizaje que se presentan al introducir en primer curso en la Universidad los conceptos básicos del Campo Magnético Estacionario?
- b) ¿Existe alguna semejanza entre concepciones vigentes a lo largo de la Historia del pensamiento científico y las concepciones alternativas de los estudiantes?
- c) En qué medida el poco aprendizaje producido puede ser debido a carencias y deficiencias epistemológicas de los contenidos y estrategias de transmisión verbal empleadas habitualmente en la enseñanza?
- d) ¿Se tienen en cuenta las aportaciones de la investigación didáctica? O, de otra manera, ¿qué insuficiencias didácticas existen en las estrategias utilizadas en la enseñanza habitual de estos conceptos y teorías?. ¿Cómo se enseña el tema del Campo Magnético Estacionario y, en particular, los conceptos relacionados con la fuente de dicho campo?

e) ¿Es posible diseñar y desarrollar una programación de la teoría del Campo Magnético Estacionario, basado en un modelo de aprendizaje por investigación, que favorezca un mejor aprendizaje de dichos conceptos?

De acuerdo con dichos interrogantes, se puede decir que nuestra investigación tiene un doble objetivo. Por un lado, será necesario realizar un análisis crítico de la situación de la enseñanza habitual del Campo Magnético Estacionario en el primer ciclo de Universidad; este análisis comprenderá la presentación didáctica, de este núcleo teórico, en los libros de texto y las programaciones y estrategias de enseñanza de los profesores para su desarrollo en el aula. Por otro lado, analizaremos las dificultades que tienen los estudiantes para el aprendizaje del Campo Magnético Estacionario en la enseñanza habitual durante un período largo de tiempo (desde 2º de Bachillerato hasta 3º de Universidad).

Además, trataremos de encontrar propuestas alternativas de enseñanza que puedan paliar, en la medida de lo posible, el poco aprendizaje significativo que logran los estudiantes en la enseñanza habitual.

Una vez hecho el planteamiento general del problema, abordaremos a continuación, dentro de la primera parte de este trabajo, la emisión de las hipótesis que, supuestamente, solucionarían el problema que hemos planteado en este capítulo.