

CAPÍTULO 6. OPERATIVIZACIÓN DE LA SEGUNDA HIPÓTESIS Y DISEÑOS EXPERIMENTALES CORRESPONDIENTES

En el capítulo 3 de este trabajo se establecieron las principales características del modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación dentro del paradigma constructivista del aprendizaje de las ciencias, así como la fundamentación didáctica del modelo.

Por otro lado, la contrastación de la primera hipótesis realizada en el capítulo anterior indica que la enseñanza habitual del Campo Magnético Estacionario no facilitará un aprendizaje significativo del mismo, ya que presentará graves carencias epistemológicas y didácticas en relación al modelo de enseñanza/aprendizaje presentado. Sin embargo, las posibles deficiencias de la enseñanza habitual no debe llevarnos a concluir que es imposible cambiar la realidad; al contrario, las nuevas propuestas de enseñanza/aprendizaje (apartado 3.2), así como algunos de los resultados de la investigación en Didáctica de las Ciencias que han mostrado la insatisfacción del profesorado y alumnado (Dumás-Carré et al. 1990), nos han permitido emitir la segunda hipótesis como complemento superador de la primera. En este sentido, suponemos que es posible aplicar a la enseñanza del Campo Magnético Estacionario, para un nivel de primer curso de Universidad, el modelo de enseñanza como investigación, y que con ello se conseguirán alcanzar mayores logros en el aprendizaje.

Más concretamente, en este capítulo nos planteamos en qué medida será posible elaborar y desarrollar un programa de Campo Magnético Estacionario a nivel de primer curso universitario que impulse un aprendizaje significativo de los conceptos básicos asociados a dicho tema.

En primer lugar, analizaremos qué características deben reunir las nuevas estrategias de enseñanza para producir un cambio conceptual y metodológico duradero en los estudiantes y una mejora en su actitud hacia el aprendizaje del Magnetismo. A continuación, nos plantearemos las posibles derivaciones de la segunda hipótesis de forma que se concreten en consecuencias posibles de contrastar. Por último,

expondremos los diversos diseños desarrollados para la contrastación de dichas derivaciones.

6.1. Principales características que debe reunir el desarrollo de innovación curricular, en el ámbito del Campo Magnético Estacionario, que sea coherente con el modelo de aprendizaje como investigación orientada

En el capítulo 3 hemos puesto de manifiesto las posibles aportaciones que la Historia y la Filosofía de la Ciencia pueden hacer a la Enseñanza de las Ciencias. en este sentido, hemos visto que la contextualización histórica de las teorías científicas muestra que éstas son productos socio-históricos continuamente reelaborados y sometidos a permanente debate. Esta visión de la ciencia implica, en el terreno didáctico, la necesidad de realizar una presentación de las teorías científicas diferente a la habitual, es decir, no caer en una visión de crecimiento de la ciencia como una acumulación lineal de conocimientos acabados. Así pues, una primera característica que debe cumplir un programa de Campo Magnético Estacionario será la de *estar organizado alrededor de un problema estructurante* que permita ir integrando los sucesivos avances y aportaciones, con la intención de que los alumnos y alumnas vayan adquiriendo una idea globalizadora de la teoría del Campo Magnético y de la naturaleza magnética de la materia. el desarrollo de este problema estructurante nos va a permitir *elaborar un hilo conductor* del tema en cuestión, que proporcione sentido a la distribución de contenidos a lo largo del tema, frente a una introducción, muchas veces, arbitraria de los mismos en la enseñanza habitual.

Otra de las aportaciones de la Historia de la ciencia es la detección de los obstáculos epistemológicos y ontológicos que se dieron en el desarrollo de una teoría. Esta aportación trasladada al terreno didáctico nos indica que en la estructuración del programa del Campo Magnético Estacionario *se deben tener en cuenta estos obstáculos para encarar la enseñanza desde una perspectiva de construcción de los conocimientos científicos*, frente a la perspectiva de memorización de los mismos, propia de la enseñanza habitual. En consecuencia, esta segunda característica del programa alternativo hará que en el hilo conductor del problema estructurante se tengan en cuenta las diferentes categorías epistemológicas que se han producido en el desarrollo en el desarrollo del Magnetismo (ver capítulo 3).

Las diferentes formulaciones, de nivel de explicación cada vez más complejo, que se han ido desarrollando en torno al problema estructurante nos permiten eludir una visión acumulativa de la ciencia, que frecuentemente se encuentra en la enseñanza habitual, en el sentido de exponer todos los contenidos de forma lineal sin mencionar las diferentes reformulaciones y cambios que tuvieron lugar en el desarrollo de una teoría.

De acuerdo con otra de las líneas de investigación en didáctica de las ciencias, que habla del paralelismo existente entre las categorías epistemológicas que se han producido en el desarrollo de una teoría científica y las diferentes categorías explicativas de los estudiantes en la comprensión de esa teoría, será conveniente tener en cuenta el “reduccionismo conceptual” que suele abundar cuando se piensa sobre los objetivos de la enseñanza de la ciencia o cuando se practica un determinado currículum. En este sentido, se ve la necesidad de ampliar esta visión, tratando de incorporar objetivos metodológicos y axiológicos, junto a los objetivos conceptuales aceptados por los profesores. Por lo tanto, una tercera característica de nuestro programa del Campo Magnético Estacionario será el *tratamiento conjunto (conceptual, procedimental y actitudinal) de las situaciones problemáticas que estructuran el tema*.

Para llevar a cabo la tercera característica, y evitar así un tratamiento aproblemático y memorístico que frecuentemente se presenta en la enseñanza habitual, desarrollaremos una serie de estrategias que describiremos a continuación. Para comenzar, realizaremos un estudio cualitativo de las situaciones problemáticas iniciales que permita acotar el problema a analizar, haciendo las simplificaciones necesarias.

A continuación, pasaremos a realizar un *tratamiento científico de los problemas* lo que supone, en primer lugar, la emisión de hipótesis a título de posibles soluciones. Aquí los estudiantes tendrán ocasión de explicitar sus posibles ideas alternativas. En segundo lugar pasaremos a la elaboración de estrategias de resolución que nos permitan contrastar las hipótesis emitidas. Así pues, se hará el adecuado tratamiento de los resultados, tanto analíticos como, en su caso, gráficos y se cotejarán con las hipótesis emitidas. Esto puede dar lugar a un conflicto cognitivo entre diferentes concepciones, obligando a introducir nuevos conceptos o a concebir nuevas hipótesis.

Por último, plantearemos *el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en diferentes situaciones* para hacer posible la profundización y afianzamiento de los mismos. Aquí se pondrá énfasis en presentar situaciones que presenten aplicaciones técnicas de lo estudiado, o posibles problemas históricos que dieron lugar a avances tecnológicos, de forma que se incentive el interés de los alumnos y alumnas hacia la ciencia y el trabajo científico. En definitiva se tendrán presentes las relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad que enmarcan el desarrollo científico.

Al finalizar el tema se favorecerán las actividades de síntesis (memorias, esquemas, etc.) y la explicitación de nuevos problemas generados a partir de los conocimientos que se han construido en el tema y que pueden dar pie a continuar investigando en temas posteriores del curso.

Las estrategias didácticas enumeradas exigen la transformación de las actividades fundamentales del aprendizaje del Campo Magnético Estacionario, (desde la introducción de conceptos, pasando por la resolución de problemas de lápiz y papel...sin olvidar, por supuesto, la evaluación), para que se oriente el aprendizaje hacia la construcción de conocimientos. Esta transformación de las actividades de la enseñanza habitual no se concibe como una serie de actividades disjuntas (introducción de conceptos, trabajos prácticos, resolución de problemas...), sino coherentemente relacionadas a través de un programa de *tratamiento y resolución de situaciones problemáticas* (ver capítulo 3). Por consiguiente, *el tema de Campo Magnético Estacionario que proponemos está concebido como un programa de actividades* que intenta dar una visión correcta del trabajo científico, evitando los reduccionismos habituales (visión aproblemática, visión acumulativa, visión exclusivamente analítica, etc.). Para ello, tanto en la elaboración como en el desarrollo, utilizaremos las estrategias didácticas que hemos propuesto.

6.2. Operativización de la hipótesis

Al igual que en la primera hipótesis, también esta segunda se ha dividido en concreciones, a modo de hipótesis derivadas, encaminadas a realizar contrastaciones parciales de las mismas. A continuación exponemos las consecuencias que se han derivado para operativizar la segunda hipótesis:

D. Es posible desarrollar un hilo conductor, con su secuenciación de contenidos y su correspondiente programa de actividades, que tenga en cuenta las posibles dificultades epistemológicas que se pueden presentar en la construcción de la teoría magnética por los estudiantes y que sean coherentes con una familiarización metodológica de dichos estudiantes con los procedimientos y razonamientos propios de la cultura científica.

E. Los profesores, debidamente tutelados, serán capaces de implicarse en el diseño del programa de actividades y en su implementación en el aula. Estos profesores también valorarán positivamente el programa de actividades desarrollado.

F. La aplicación, del programa de actividades elaborado, a grupos aleatorios de estudiantes de primer curso universitario, logrará un mejor aprendizaje significativo del Campo Magnético Estacionario y un mayor interés hacia la Ciencia y su aprendizaje.

Con respecto a esta última derivación nos hemos propuesto verificar las siguientes consecuencias contrastables:

F.1. Comparados con los resultados que obtienen los estudiantes sometidos al tipo de enseñanza habitual, los alcanzados por los grupos de estudiantes de la clase experimental serán significativamente mejores en relación al aprendizaje y aplicación de los conceptos básicos del Campo Magnético Estacionario, así como en la utilización explícita de aspectos esenciales de la metodología científica al enfrentarse a situaciones problemáticas.

F.2. Los estudiantes de la clase experimental evidenciarán actitudes positivas hacia el aprendizaje de la Física.

Una vez expresada las cuatro consecuencias (D, E, F.1 y F.2) en que ha quedado desglosada la segunda hipótesis de este trabajo, vamos a exponer a continuación la visión general del diseño realizado para contrastarlas.

6.3. Visión general del diseño

Tal y como se ha hecho en la contrastación de la primera hipótesis, en el diseño de los instrumentos para comprobar la segunda también se ha tenido en cuenta su variedad (técnicas cuantitativas, semicuantitativas y cualitativas) y su convergencia, de forma que nos permita reducir considerablemente las probabilidades de que algunos hallazgos sean atribuibles a semejanzas de método.

El grado de significación para comparar si existen o no diferencias significativas en las medias o en los datos porcentuales, se ha hecho mediante el cálculo del “Chi cuadrado (χ^2)” la para el nivel confianza habitual del 5 % o menor.

Vamos a presentar los diversos instrumentos (programas, cuestionarios, entrevistas, estadillos...) que se elaboraron para contrastar cada una de las consecuencias de la segunda hipótesis.

6.4. Diseños centrados en la enseñanza impartida

Una condición previa a cumplir en pretensión de validar la aplicación a la enseñanza del Campo Magnético Estacionario del modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación es disponer de los materiales necesarios para su aplicación en el aula. En consecuencia, los diseños que expondremos en primer lugar se referirán a esta posibilidad expresada en la consecuencia D.

6.4.1. *Diseño para contrastar si es posible elaborar un hilo conductor y su correspondiente programa de actividades para el Campo magnético Estacionario, que tenga en cuenta las dificultades de aprendizaje en la construcción del Magnetismo como ciencia, y sean coherentes con el modelo de aprendizaje como investigación orientada*

Para mostrar que es posible realizar una organización y secuenciación de contenidos adecuados al modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación explicitado en el capítulo 3, la primera consecuencia de la segunda hipótesis ha previsto la puesta a punto de un hilo conductor que desarrolle el tema del Campo Magnético

Estacionario. Cuando hablamos de hilo conductor nos referimos a una secuencia de contenidos que sea coherente con la estructura de la disciplina y su desarrollo, y que además, resulte claro para los estudiantes de forma que éstos puedan adquirir una concepción preliminar de la tarea que dé sentido e interés a su trabajo.

Más concretamente se ha previsto realizar una introducción al tema del Campo Magnético Estacionario donde se discuta la problemática a abordar y se analice en qué medida es útil este estudio. Después se ha completado el hilo conductor justificando la organización de los contenidos en la unidad didáctica correspondiente. el hilo conductor de la secuenciación que vamos a exponer lo hemos denominado: *“Búsqueda de un modelo teórico que explique los fenómenos magnéticos de carácter estacionario”*.

El nivel en el que se va a poner en marcha el programa alternativo para la enseñanza del Campo Magnético Estacionario, es el de un primer curso universitario.

En este sentido hay que recordar que hasta llegar a esta parte del cuerpo teórico de la Física, los estudiantes han visto que todos los cuerpos, por el hecho de tener masa, crean un campo gravitatorio. Además, también han analizado que todo cuerpo cuando está cargado, esté o no en movimiento respecto de un observador, crea siempre un campo eléctrico.

El tema que en este trabajo se aborda es el de la aparición de un nuevo campo...el magnético estacionario. Dicho campo es engendrado por una corriente estacionaria, o en su caso por un cuerpo cargado con velocidad constante respecto de un observador inercial, o por un imán. Así pues, en este tema abordaremos lo que se ha venido en llamar por muchos autores la Magnetostática (aunque esto sea una aproximación a la realidad). Analizaremos, concretamente, la parte de la Magnetostática correspondiente a la creación de campos magnéticos estacionarios.

De acuerdo con lo anterior, podemos decir que el tema que hemos abordado es una parte del gran cuerpo teórico del Electromagnetismo tal y como se indica en el esquema 6.4.1.I, donde las partes exteriores a la raya discontinua constituirán la parte del cuerpo teórico abordado en este trabajo; quedando las que están en el interior para futuros trabajos.