

Contenidos y métodos en la enseñanza de la física

El título genérico de estos encuentros:

Isabel Brincones

«MÉTODOS Y CONTENIDOS EN LA ENSEÑANZA: ELEMENTOS PARA UNA POLÉMICA», parece conducir directamente a un enfrentamiento entre dos tendencias, que han coexistido en los últimos años, y que centran la enseñanza de la Física bien en los contenidos, o bien en los métodos de la propia disciplina.

La primera de estas dos tendencias ha sido la tradicional hasta hace aproximadamente dos décadas. El currículo de Física estaba formado, casi exclusivamente, por contenidos de tipo conceptual que presentan la ciencia como un conjunto de conclusiones sin relación con los problemas que se plantearon y a los que dieron solución las ideas o conceptos que se aprenden. Por otra parte, este contenido se estructura, casi siempre, desde un punto de vista lógico de acuerdo con una visión estática del conocimiento. En conjunto, la Ciencia que refleja este currículo está caracterizada por estructuras conceptuales que aparecen estables y definitivas, presentadas sin tener en cuenta el proceso mediante el cual se ha llegado a establecerlas.

Esta concepción va asociada a una forma dogmática de enseñar. La Ciencia se presenta como un cuerpo de conocimientos verificado y cierto. Los

cursos presentan el conocimiento sin ninguna referencia a la forma

en que se ha desarrollado. La Ciencia se enseña más como una antología de logros que como el trabajo de la inteligencia humana que busca refinar la comprensión que tiene el hombre sobre el mundo natural. Se pone más énfasis en describir que sabemos que cómo lo sabemos, se da más énfasis a contestar preguntas que a decidir que preguntas deben hacerse.

El resultado de esta forma de presentar el contenido de los programas de Física es que los cursos son «trozos sueltos de conocimiento» (Dehart, 1969) sin unidad conceptual. Cada unidad consiste en varias ideas que se definen y explican, y el capítulo siguiente consiste en otras ideas que se tratan de la misma manera con poca fundamentación de un tema sobre otro. Otra consecuencia bastante frecuente de este tipo de enfoque, es que el trabajo de laboratorio consiste en ejercicios para desarrollar destrezas de manipulación, pero no constituyen un instrumento de pensamiento sistemático, ni proporciona un conocimiento de cuales son los procesos por los que se construye la Física.

En los años 60 se produjeron en los países anglosajones los primeros síntomas de reacción a esta concepción de la Ciencia. El foco de aten-

ción pasa de los análisis lógicos «estáticos» sobre productos terminados, al estudio de la Ciencia «en desarrollo».

Este cambio ha tenido implicaciones en el campo de la enseñanza llevando a considerar la enseñanza de la Física como un aprendizaje de los métodos de la Ciencia. En algunos lugares, y esto ocurrió con algunos profesores españoles de Enseñanza Media, esta visión de la Ciencia se acompaña frecuentemente con un enfoque empirista del conocimiento, en el que la correspondencia entre realidad y conocimiento parece directa e inequívoca, y además los conceptos y principios están basados firmemente en la experiencia a través de un proceso exhaustivo de recolección de datos e inferencia inductiva.

Como siempre que se plantean dos alternativas opuestas se ha establecido lo que se ha venido en llamar la «polémica entre contenidos o procesos», que ha dado lugar a diversos estudios sobre la validez y conveniencia de uno u otro planteamiento. Pero no es este el enfoque que ha asumido esta sesión, y esto por varias razones.

En primer lugar pensamos que este enfrentamiento no es real. No es concebible un aprendizaje de destrezas, aún siendo éstas tan importantes como los métodos de la Ciencia, sin que esten apoyadas sobre un contenido de la propia ciencia. Y recíprocamente, como ya expuso en la primera sesión el Dr. Aparicio, no se puede hablar de aprendizaje de un contenido, y creo que menos aún de contenido científico, si los alumnos no son capaces de usar este contenido mediante destrezas de diferente tipo. Podemos suponer que esta idea está en forma implícita en los nuevos planteamientos del currículo establecido por la Administración educativa para la Enseñanza Secundaria Obligatoria al considerar, dentro de los bloques de contenido, un apartado relativo al

contenido conceptual, otro a los procedimientos y otro a las actitudes.

En segundo lugar, cuando se diseña un currículo es inútil intentar separar los métodos de los contenidos. El profesor es un tomador de decisiones y, cuando toma una decisión respecto a métodos o a contenidos, esta decisión está también afectando, no sólo al otro elemento del diseño considerado, sino también a los demás que no estamos considerando en esta ocasión (objetivos y evaluación).

En tercer lugar, aún considerando que el objetivo de la enseñanza de la Física es el aprendizaje de conceptos, el aprendizaje, entendido como construcción de conocimientos, supone también el aprendizaje de los procesos, especialmente de las destrezas cognitivas implicadas en esta construcción. Existen estas y otras razones por las que se ha decidido no centrar las intervenciones en ese enfrentamiento. Esto no quiere, sin embargo, negar la importancia de los métodos y los contenidos en el diseño de los cursos de Física. Es más, gran parte del trabajo que debe realizar un profesor en el período de planificación se centra en la selección y secuenciación de estos dos elementos del currículo.

El diseño de la estructura conceptual del currículo requiere seleccionar una parte de los contenidos de la propia disciplina, aquella que, una vez estructurada, formará lo que conocemos por programa de la asignatura. Las decisiones tomadas a este respecto van a determinar, no sólo lo que aprende el alumno, sino también la idea de Ciencia que adquiere y sus actitudes futuras hacia la Ciencia. Las decisiones que toma el profesor para realizar estas operaciones están fundamentadas en diversas fuentes, entre las que se encuentran la propia disciplina y el alumno que va a aprender.

En lo que se refiere a la fuente epistemológica, si tradicionalmente el currículo se estructuraba de acuerdo con las relaciones lógicas que existen entre conceptos constituyentes de las teorías «terminadas», dando como resultado convertir el curso en una «retórica de conclusiones» (Schwab, 1962), los nuevos cursos de Física tratan de poner énfasis en la idea de que las conclusiones científicas tienen una historia, son tentativas y pueden estar alteradas o rechazadas en el futuro (Klopfer, 1971). Para esto se necesita un nuevo tipo de estructuración conceptual del currículo que incluya no sólo los conceptos y principios que forman el cuerpo de conocimientos actual, sino también los métodos que permiten la construcción y evolución de ese cuerpo de conocimientos. Una ayuda importante para esta tarea puede representar la Historia de la Ciencia que permite la utilización, por ejemplo, de un modelo de evolución conceptual.

El conocimiento del alumno como fuente de diseño del currículo es esencial en la actual concepción del profesor como director-coordinador del aprendizaje de sus alumnos. En esta concepción es importante la idea que tiene el profesor sobre en que consiste el conocimiento, así como la forma en que el alumno construye su propio conocimiento.

De nuevo aquí nos encontramos con dos visiones diferentes, una centrada en conocimientos (visión cognitiva) y otra en procesos (visión evolutiva).

En la visión cognitiva la estructura mental de las personas está formada por conocimiento que incluye conocimiento declarativo (saber que, constituido por hechos, conceptos y principios) y conocimiento procedimental (saber hacer, es decir, los procedimientos). El conocimiento procedimental, a su vez incluye conocimiento de estrategias para hacer cosas (destrezas científicas, como utilizar instrumen-

tos de laboratorio), y de estrategias para aprender (estrategias de procesamiento de la información, como realizar inferencias, y estrategias metacognitivas). Todo este conocimiento se encuentra organizado en la llamada estructura cognitiva del alumno de manera que los conocimientos no se encuentran aislados unos de otros, sino relacionados entre sí dando lugar a una determinada organización. En el proceso de aprendizaje se produce una modificación de esta estructura mediante la incorporación de nueva información mediante las estrategias de aprendizaje que posee el alumno.

Según la visión evolutiva, las personas poseemos estructuras cognitivas formadas por procesos cognitivos u operaciones intelectuales que nos permiten establecer relaciones con el medio. El aprendizaje consiste en un aumento de estas estructuras cognitivas. En el caso del aprendizaje de la Física, los alumnos usan estas operaciones intelectuales cuando se encuentran ante un fenómeno e intentan interpretarlo y explicarlo. Por ejemplo: Para interpretar el fenómeno natural de la cristalización de la sal procedente de una disolución, se debe aplicar una operación intelectual consistente en la aplicación de un principio de conservación. Para interpretar el hecho de que al aplicar la misma fuerza a diferentes cuerpos, éstos recorren diferente longitud antes de pararse, es preciso comprender la proporcionalidad inversa. Ahora bien, para que se produzca aprendizaje no es suficiente con que exista el fenómeno natural, o con que el alumno lo observe pasivamente, es preciso que intente comprenderlo y explicarlo, para lo que debe realizar alguna acción que le permita aplicar sus procesos cognitivos u operaciones intelectuales. Por tanto, tiene que existir una interacción entre el alumno y el medio, en este caso los fenómenos naturales. En este proceso de

interacción, el alumno actúa sobre el medio y el medio proporciona nuevos conocimientos al alumno. Esta interacción produce modificaciones en la estructura cognitiva del alumno dando lugar a un enriquecimiento de las operaciones intelectuales que es capaz de realizar, bien por aumento de estas o por ampliación del campo al que puede aplicarlas. Según esta visión, el objeto principal del aprendizaje es el desarrollo del individuo, y en concreto de su estructura cognitiva, quedando en segundo lugar la adquisición de conocimiento en el sentido de contenido científico. Esto no quiere decir que este segundo tipo de conocimiento no se considere importante, juega un papel esencial ya que sólo puede producirse desarrollo mediante la interacción con la realidad física (presente o imaginada) y esto lleva invariablemente al conocimiento de esa realidad que es el objeto del conocimiento científico. Lo que ocurre es que se considera que no es posible este conocimiento de hechos, principios etc., sin la existencia de la estructura cognitiva de operaciones intelectuales. Por tanto, lo que hay que pretender intencionalmente es un aumento de los procesos cognitivos u operaciones intelectuales que forman la estructura cognitiva, y ese aumento se produce simultáneamente con el aumento del conocimiento de datos, hechos, etc.

Toda esta exposición puede llevarnos, por una parte a pensar que está suficientemente claro que, tanto lo que tradicionalmente hemos venido llamando contenidos, como los métodos son igualmente importantes en las tareas de aprendizaje de la Física. Pero por otro lado puede estar bastante oscuro el papel que unos y otros juegan en este mismo aprendizaje. Esto puede estar debido a que ambos se complementan. Todo ello nos conduce que en esta sesión se trate del «qué» Física y el «cómo» deben aprenderla nuestros alumnos, pero no desde un en-

frentamiento, sino desde una cooperación, y que entendamos los contenidos como aquellas ideas de la Física como disciplina, que nuestros alumnos deben aprender, y los métodos no tanto como los métodos usados por el profesor para mostrar esos contenidos, sino como las estrategias que usan los propios alumnos para lograr el aprendizaje.

En este sentido, las dos intervenciones van dirigidas a estudiar cuál es la formación en Física que deben tener nuestros alumnos, aunque una se centrará en cómo influyen los contenidos en este aprendizaje, mientras que la otra tratará cuáles son los métodos con los que aprenden los alumnos. Sin embargo, ninguna de las dos constituye un listado de cuáles son los contenidos que hay que enseñar, ni los métodos con los que hay que hacerlo. Lo que van a presentar los ponentes es un análisis de algunas de las deficiencias en el conocimiento previo de los alumnos, de las que los profesores solemos quejarnos, y que dificultan el aprendizaje de la Física, por lo que sería conveniente salvar a fin de que nuestros alumnos estuvieran mejor capacitados para aprender la Física que nosotros queremos que aprendan, y esto visto desde los dos puntos de vista que hemos venido planteando.

El Dr. Jaque va a plantear el tema desde el punto de vista de los contenidos, y no porque piense que no son necesarias las estrategias de aprendizaje (en este caso métodos para aprender). El motivo por el que nos presenta este punto de vista es que, unido a su profundo conocimiento de la disciplina, ha sido capaz de realizar una profunda reflexión sobre el valor de estos contenidos. En su dilatada experiencia como coordinador de las pruebas de Selectividad ha sido capaz de realizar una documentada relación de los fallos que presentan los alumnos que intentan acceder a la Universidad, en relación con sus cono-

cimientos de Física. Este listado, aun siendo importante no es suficiente. Lo esencial es el análisis posterior de estos fallos en función de su importancia como base para dificultar la adquisición de los nuevos conocimientos. Por tanto, de entre todos ellos, el Dr. Jaque nos señalará cuales son verdaderamente preocupantes y en que sentido, a lo que añadirá algunas recomendaciones sobre el tipo de conocimiento a potenciar en nuestros alumnos, lo que resultará doblemente enriquecedor para nuestra tarea de profesores.

El Dr. Otero analizará algunos fallos que suelen presentar nuestros alumnos en cuanto a las estrategias que usan para aprender Física. El aprendizaje de los contenidos de la Física presenta algunas dificultades que se repiten sistemáticamente, y que tiene que ver con las dificultades que aparecen a lo largo de la historia para el establecimiento de nue-

vos conceptos y teorías que van elaborando la propia Ciencia. Para que nuestros alumnos construyan un aprendizaje significativo de la Física no basta con enseñar cosas correctas y bien organizadas, es preciso que los alumnos tengan determinadas estrategias de aprendizaje, y para que los alumnos adquieran estas estrategias de aprendizaje es preciso que los profesores los ayudemos a adquirirlas. En su intervención el Dr. Otero nos proporcionará su conocimiento, adquirido a través de múltiples investigaciones sobre el tema, de cuales son estas estrategias, junto con algunas sugerencias sobre su forma de adquisición.

Sólo terminar diciendo que, debido a las características de los dos ponentes, las intervenciones estarán centradas fundamentalmente en el alumno como figura esencial del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Resumen

El debate que se plantea no responde al enfrentamiento tradicional entre contenido y método, en el que se contraponen la tendencia a enseñar la Física como ciencia hecha, con la tendencia de enseñar los métodos de la Ciencia y en concreto el llamado método científico. Por el contrario, se parte de la idea de que los alumnos construyen su propio conocimiento de la Física y se conciben los contenidos como las ideas de la Física que nuestros alumnos deben aprender, y los métodos no como los métodos usado por el profesor para mostrar esos contenidos, sino como las estrategias que usan los propios alumnos para lograr el aprendizaje. Las dos visiones que se debaten se centran en las deficiencias en el conocimiento de Física de nuestros alumnos, una desde el punto de vista de los conocimientos necesarios para seguir aprendiendo Física, y la otra desde el punto de vista de las estrategias de aprendizaje necesarias para la construcción significativa del conocimiento de Física, y ambas incluyen recomendaciones para los profesores.

Palabras clave: enseñanza de la Física, contenidos, métodos, conocimientos necesarios, estrategias de aprendizaje.

Abstract

This article does not try to bring about the traditional controversy between content and method, that is to say between the tendency to teach Physics as set science and the tendency to teach the methods of Science and more specifically the so called scientific method. All the contrary, we start with the idea that pupils construct their own knowledge and that contents are the ideas about Physics that our pupils should learn, and also that methodology does not mean the strategies used by teachers to teach those contents, but the strategies pupils use to acquire that knowledge. There are two ideas in this article and both of them analyze the deficiencies pupils have in Physics. One of the ideas have to do with the knowledge pupils should have in order to carry on learning Physics and the other deals with the different learning strategies that are necessary to reach meaningful learning and both ideas provide suggestions for teachers.

Key words: Teaching Physics, contents, methods, knowledge, learning strategies.

Isabel Brincones

Instituto de Ciencias de la Educación

Universidad de Alcalá de Henares

C/ Paseo de los Libreros, 13

28801 Alcalá de Henares (Madrid)