

Iniciación a la metodología de la Física en EEMM

Seamos realistas, nuestros alumnos de EEMM ni por tiempo ni por capacidad pueden redescubrir en los laboratorios, más allá de un 0,01 % de los conocimientos de su curriculum escolar. Redescubrir es muy distinto que llegar a unos determinados resultados de la mano de un guión planteado por el profesor, sirviéndose de unos aparatos de medida aceptables -aunque no sean de alta sensibilidad- y con un sistema de unidades bien definido. No olvidemos que históricamente las tareas más ingratas y largas en la construcción de la Física han sido: detección de cada nueva magnitud, definición de una unidad para dicha magnitud, definición de una escala, invención de aparatos de medición sensibles. Nosotros mismos, los profesores con estudios superiores ad hoc, no lograríamos mucho más que nuestros alumnos. ¡Qué sencillo nos parece ahora, por ejemplo, la unidad de longitud: el metro!; sin embargo leamos atentamente sobre las empresas, las comisiones de trabajo y los esfuerzos que desde el siglo XVIII se han venido realizando para definirlo.

DESIDERIO FDEZ. MANJÓN

El objetivo fundamental de la enseñanza de la Física en la Escuela Secundaria, no es la invención, ni el redescubrimiento; si ambos procesos se producen, tanto mejor. *El objetivo prioritario*, en cambio, es la preparación para la invención, que exige un conjunto de aptitudes y actitudes que debe potenciar, casi con obsesión, la Escuela, como son: la habilidad en la manipulación de los aparatos, capacidad de iniciativa y de resolución de situaciones embarazosas, paciencia, tenacidad, atención a la tarea concreta, probidad intelectual, respeto al trabajo de los demás, respeto y cuidado de los aparatos e inmuebles, capacidad crítica y actitud antidogmática, capacidad de exposición de los temas estudiados en Informes científicos. *Solamente* por esto ya merecería la pena intensificar al máximo el trabajo en los laboratorios.

Frente a un esquematismo dogmático: a la lección magistral (dogmatismo ex cathedra) que muchos queremos desterrar de las aulas no se puede contraponer un experimentalismo ingenuo (dogmatismo experimentalista). Es preciso reconocer, sin complejos ni temores, que toda forma de enseñanza de la Física es prioritariamente dirigista y que lo más importante es que los alumnos participen en el mayor número de tareas, desde la discusión de los programas concretos, la preparación de una determinada experiencia, hasta la crítica de la realización de los trabajos mismos de laboratorio. Puede resultar muy negativo que un profesor se obsesione porque todo, absolutamente todo, lo estudien experimentalmente; es preciso también que se realicen ejercicios numéricos en el aula, a ser posible con datos reales que pueden tomar precisamente de los experimentos, y que asienten los conocimientos adquiridos en los laboratorios.

En la práctica se nos pueden plantear muchas peculiaridades. En algunas ocasiones un determinado experimento, realizado una sola vez es suficientemente demostrativo; en otras sólo son posibles dos o tres ensayos; y en ciertas ocasiones no debe permitirse ni un solo ensayo. Por eso es preciso establecer un cuadro de prioridades, de peligros, de costes, de tiempos, etc. y a partir de él decidir.

¿Una metodología única en la enseñanza de la Física?

No hay una sola metodología en el proceso del descubrimiento científico (unos son falsacionistas, otros inductivistas, etc.) y por ende tampoco puede haber una sola metodología de la enseñanza de la Física. Nos han inculcado la idea de que para hacer ciencia es imprescindible conocer y seguir mecánicamente el denominado *método científico* que parece entroncar en Bacon y Galileo. Pero ¿qué métodos usaban los sabios antiguos del medioevo (árabes, hindúes, etc.)? Si diversos científicos y metodólogos van enriqueciendo día a día la metodología del descubrimiento, nosotros debemos evitar aferrarnos a un único método y ser receptivos a diversos métodos o a aportaciones concretas de alguno de ellos.

Entre nosotros algunos piagetianos llegaron incluso a establecer correlaciones muy ajustadas entre las edades óptimas de los niños y preadolescentes y la potenciación de la enseñanza de determinadas fases o etapas del método científico.

Otro grave error en el que en ciertos medios se ha incurrido ha sido la obsesión por enseñar el método científico erradicando casi por completo los contenidos, so pretexto de que éstos se vuelven obsoletos en breves años y son olvidados con rapidez. Es peligroso enseñar con todo el fervor el método científico con el esquematismo ya conocido (observar, medir, controlar variables, clasificar, interpretar datos, inducir, predecir, deducir, formular hipótesis, etc.), del mismo modo también es desdeñable rechazar los contenidos, puesto que hay un altísimo porcentaje de *contenidos-núcleo* consagrados en la Física y que, por tanto, aunque se olvidan en un momento dado, resulta fácil rescatarlos del olvido.

EJEMPLOS CONCRETOS

Falsacionista: Caída libre de los cuerpos

Alumno 1 (A-1): Los cuerpos pesados llegan antes al suelo que los menos pesados.

A-2: Si un cuerpo pesa doble que otro llega al suelo dos veces antes.

Profesor: Parece que estáis todos de acuerdo. ¿Y si yo lo pusiese en duda?

A-3: Es de sentido común que los más pesados lleguen antes. Basta ver lo que ocurre a una hoja de árbol o de papel.

Nota: Ellos en parte tienen razón y han llegado a ella mediante una observación vulgar, no sistemática, es decir, no han tenido en cuenta todo un conjunto de variados objetos.

Y el desafío se asume. Se diseña el experimento. Se busca un lugar suficientemente alto (puede ser la azotea del Centro Escolar, una ventana de un segundo piso, un árbol suficientemente alto). Se pesan previamente, por ejemplo: una pelota de tenis y una bola de hierro. Se realizan de 5 a 10 caídas con cada objeto y se halla la media.

A-2: ¡Asombroso; tardan lo mismo! A-4: Pero, ¿y una hoja de papel y la bola de hierro?

Se realiza.

A-5: En parte tenemos razón.

Se realiza otra experiencia: una hoja sin arrebujar y otra exactamente igual en peso arrebujada. Hay que introducir el concepto de *resistencia de las capas de aire*.

Ejemplo de inducción-deducción: Principio de Arquímedes:

- Tómense unos 5 a 10 objetos diversos en forma y naturaleza y de considerable volumen. Mídase su peso, hallando la media.

- Próbeta con agua. Anótese este valor.

- Se introduce cada objeto en probeta y se anota: nuevo peso, altura alcanzada por el agua.
- Todos los datos pueden disponerse en una tabla como la adjunta:

Sería ridículo pensar, porque algún alumno sagaz concluyese que la disminución de peso del cuerpo en cuestión coincide con el peso de agua desalojada, que habría redescubierto el Principio de Arquímedes.

Si les invitásemos a que lo realicen con otros muchos líquidos: agua muy salada, aceite, alcohol, gasolina, etc., pudiera generalizar algo más su hallazgo.

A continuación hemos de someterles a una serie de contrastaciones para ver hasta qué punto han asimilado y son capaces de saber aplicar estos conocimientos sobre flotación en líquidos. Por ejemplo, en la resolución de diversos problemas numéricos. Pongamos dos:

1. Un cuerpo al ser introducido en agua destilada pierde 80 g. ¿Cuánto peso y volumen de agua desalojada observamos? Si su densidad es 3,4 g/cc., ¿cuánto pesa fuera del agua? (Se entiende que han estudiado ya el tema de la densidad).

2. Un cuerpo flota en un cierto líquido pero en agua se hunde. ¿Cuál de los dos líquidos es más denso? ¿Cuál de los tres cuerpos es más denso? Gradúalos atendiendo a la densidad. Si el volumen del cuerpo es 150 cc., ¿en cuál de los dos líquidos desaloja más peso?, ¿en cuál desaloja más volumen?

La evaluación de los métodos de enseñanza de la Física:

Un mismo fenómeno puede ser enfocado y presentado a los alumnos con distintos métodos. ¿Cuál de ellos es el más acertado? Sería necesario evaluar los resultados. Pero sin caer en la trampa de evaluar una sola de las facetas del aprendizaje. Trampas unilaterales han sido tendidas, entre otros, por quienes sostienen que la enseñanza tradicional dogmática consigue mejores resultados que la enseñanza activa. Para evaluar con rigor un método de enseñanza hay que evaluar el mayor número de objetivos posibles: memorísticos, manuales, de creatividad, etcétera.

Se trata de un reto. La optimización de un método está en función del número y de la calidad de los objetivos logrados. Quizás, por ejemplo, el método óptimo para aprender de memoria unos ciertos contenidos es el método tradicional expositivo dogmático. Pero ahí termina su gloria. Simplemente diciendo a los alumnos que han de aprender a observar, a anotar datos, a medir, a hacer hipótesis, etc., no se aprende nada de esto. En muchos libros de Física de EEMM hay un capítulo inicial dedicado al método científico, pero de ese modo no se puede aprenderlo.