

INTRODUCCIÓN: LA FÍSICA Y SU LENGUAJE, LAS MATEMÁTICAS

La física es la más fundamental de las ciencias que tratan de estudiar la naturaleza. Esta ciencia estudia aspectos tan básicos como el movimiento, las interacciones entre diferentes objetos, la materia, el calor, el sonido, la luz, etc. Cada uno de estos fenómenos físicos es estudiado por diferentes ramas de la física. La cinemática se ocupa del movimiento, la dinámica se ocupa de las interacciones o fuerzas entre objetos, la óptica se ocupa de la luz, etc.

Por lo general, al principio del estudio de esta ciencia, el estudiante tiene una visión bastante errónea de lo que es la física. Considera las diferentes partes o ramas de la física como independientes y sin relación ninguna. Es bastante frecuente (para desgracia del profesor) que estudiantes que han aprobado una asignatura de Física I (donde se suelen ver los fenómenos físicos más sencillos, estudiados por la cinemática y la dinámica de una partícula y de un sistema de partículas –Mecánica-) al pasar a estudiar una segunda asignatura de física, Física II (donde se estudian fenómenos físicos relacionados con la electricidad y el magnetismo –Electromagnetismo-) se olvidan por completo de la primera asignatura que ya aprobaron. Otro error que suelen cometer es considerar a la física como una asignatura en la que todo consiste en aprenderse fórmulas de memoria y hacer un montón de cálculos matemáticos. Estos dos errores son la base de muchos de los fracasos al estudiar una asignatura de física.

Las diferentes ramas de la física que se ocupan de los diversos fenómenos naturales no son compartimentos estancos sin ningún tipo de relación entre sí. Por debajo de los diferentes fenómenos que podemos observar en la naturaleza existe un cierto orden, unas ciertas reglas de juego que se pueden expresar en forma de principios o leyes fundamentales de la física, como pueden ser el principio de conservación de la energía, las leyes de Newton, etc. Estos principios o leyes aparecen por primera vez, y se aprenden, cuando uno estudia Física I (Mecánica), pero se siguen aplicando cuando se estudian fenómenos en principio completamente diferentes como es el caso de la asignatura de Física II (Electromagnetismo). Y siguen aplicándose cuando se utiliza la física dentro del marco de la ingeniería. Es por lo tanto importantísimo que el estudiante comprenda correctamente dichos principios y leyes para que pueda aplicarlos más tarde adecuadamente.

Por otro lado la física no es sólo fórmulas y matemáticas. El estudio de los fenómenos naturales por parte de la física comienza con la medición de cantidades (longitudes, tiempos, velocidades, presiones, etc.). El hecho de que existan unas reglas de juego (principios o leyes) en el mundo de la física hace que dichas cantidades estén relacionadas entre sí mediante una fórmula matemática. Las matemáticas son por lo tanto el lenguaje que utiliza la física para expresar el orden en la naturaleza, para expresar la relación entre las diversas magnitudes físicas que podemos medir al estudiar los fenómenos naturales. Pero, que las matemáticas sean esenciales en la física no debe confundirse con la idea de que “la física es pura matemática”. Las diferentes letras de una fórmula física no se corresponden con algo abstracto, puramente matemático, sino que representan conceptos físicos, aspectos ligados a la realidad que nos rodea. Este aspecto debe ser considerado siempre que se hagan cálculos matemáticos. El resultado de todos esos cálculos matemáticos tiene que tener sentido físico.

En conclusión no basta con aprenderse de memoria unos días antes del examen toda una lista de fórmulas o saber hacer cálculos matemáticos complicados para resolver problemas de física. Si uno no sabe aplicar el razonamiento físico, saber dónde y como utilizar los diferentes principios y leyes fundamentales de la física, las matemáticas no sirven de nada.

FÍSICA = RAZONAMIENTO FÍSICO + MATEMÁTICAS
--

El significado y la validez de una fórmula física

Hemos comentado en los apartados anteriores que, a la hora de intentar explicar los fenómenos que observa, el físico extrae información de la naturaleza a partir de medidas de magnitudes físicas. Pero aquí no acaba su trabajo, a continuación tiene que estudiar cómo dicha información está estructurada, ordenada, tiene que encontrar **la relación que existe entre las diferentes medidas tomadas**. Esta relación, si la encuentra, **recibirá el nombre de “ley física”, y se expresará matemáticamente** (el lenguaje de la física) **por medio de una fórmula**. Por ejemplo, la relación para un cuerpo en movimiento vertical entre su velocidad en cualquier instante, el tiempo que marca nuestro cronómetro, y otros parámetros como la velocidad inicial y la aceleración de la gravedad en el sitio en el que se desarrolle el experimento: $V_y(t) = V_0 - g t$. Otro ejemplo, la relación entre el desplazamiento de un cuerpo ligado a un muelle y la fuerza ejercida por éste: $\vec{F} = -k\vec{x}$. **Estas expresiones matemáticas nos permiten condensar en una sola fórmula el resultado de un gran número de experiencias científicas.**

Un aspecto que no suele tener en cuenta el estudiante de física es que estas fórmulas tienen validez restringida, pues, como hemos dicho, representan la relación entre observaciones experimentales realizadas bajo ciertas condiciones experimentales y con cierta precisión. Esto quiere decir que si en algún momento nos salimos de dichas condiciones, o aumentamos la precisión de nuestras medidas, nuestra fórmula podría ya no ser válida. Esto es parte del trabajo científico, idear nuevos experimentos más precisos, o bajo condiciones experimentales diferentes, y ver si nuestras leyes siguen funcionando y en caso negativo mejorarlas. Que la fórmula que representaba una ley física deje de ser válida no quiere decir que toda la física asociada a dicha fórmula haya que echarla por tierra. La nueva fórmula será una expresión más compleja que contendrá a la anterior como caso particular. Esto es algo que no es bien comprendido socialmente, ¡cuántas veces al año se echa por tierra la teoría de Einstein, para más tarde volver a rehabilitarlo! ¿Acaso implica la teoría de Einstein que la teoría de la gravitación de Newton estaba totalmente equivocada? En las condiciones asociadas a nuestra vida diaria (velocidades muy inferiores a la velocidad de la luz, campos gravitatorios débiles) las dos teorías proporcionan, dentro de nuestra precisión experimental, los mismos resultados. De hecho, nuestros cálculos diarios los hacemos

utilizando la teoría de Newton sin introducirnos en las complicaciones de la teoría de Einstein. ¡El trabajo de Newton no fue por lo tanto en vano!

Veamos los dos ejemplos mencionados anteriormente. La relación $V_y(t) = V_0 - g t$ dejará de ser válida si el tiempo de vuelo del objeto es lo suficientemente largo como para que los efectos del rozamiento con el aire se dejen notar, o si la variación de la altura del objeto es lo suficientemente grande como para que la aceleración de la gravedad deje de ser constante. La relación $\vec{F} = -k\vec{x}$ sólo es válida si la variación de longitud del muelle es pequeña en comparación con su longitud natural.

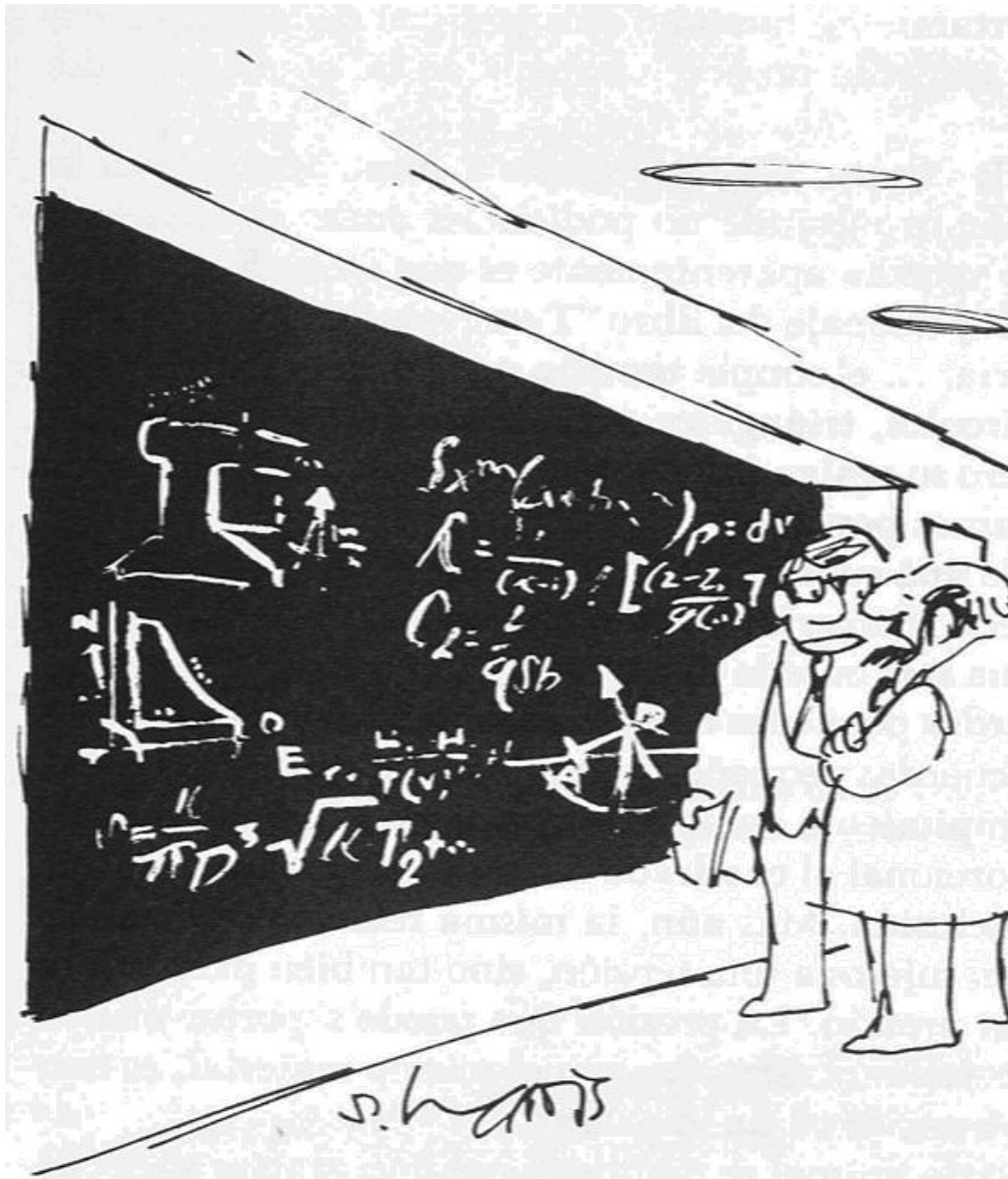
Es por lo tanto muy importante ser capaz de distinguir cuándo se puede o no se puede aplicar cierta ecuación a la hora de resolver los problemas de física. Para hacerlo correctamente es necesario poseer un sentido físico acerca del problema que intentamos resolver. Pegarse un atracón de fórmulas los días anteriores a un examen no nos proporciona precisamente dicho sentido físico, el cual sí se adquiere si se han hecho esfuerzos a lo largo de la asignatura por comprender los diferentes conceptos introducidos y por entender cómo están relacionados entre sí.

¿Qué es un resultado aparentemente correcto?

Según lo discutido en los apartados anteriores deberíamos ser críticos con el resultado que obtenemos al resolver un problema y pedirle que verifique una serie de condiciones:

- a) ser dimensionalmente homogéneo (ver apéndice I sobre análisis dimensional).
- b) nuestro resultado debe verificar las ecuaciones iniciales utilizadas en la resolución del problema (esto nos permitirá comprobar que han sido resueltas correctamente).
- c) si conocemos la solución para algún caso más sencillo comprobar que nuestro resultado general contiene la solución de dicho caso bajo ciertos límites.
- d) utilizar el sentido físico para ver si ese resultado se corresponde con lo que uno esperaba.

Con estas condiciones podemos tener suficiente confianza (aunque no completa certeza) de que nuestro problema ha sido resuelto de forma satisfactoria.



“Bien, ahora convierte todo eso al sistema métrico”

(Serway, Física, tomo I)