

INTRODUCCIÓN

En las últimas tres décadas se han realizado innumerables estudios sobre cómo comprenden los estudiantes la Física que se les enseña. Lo que se ha encontrado una y otra vez en estos estudios es que todos hemos estado aprendiendo inconscientemente una especie de física desde que nacemos, aunque, por supuesto, no de manera intencional. Es la física que aplicamos sin darnos cuenta cuando nos movemos o movemos otras cosas; es la física que nos permite anticipar el comportamiento de los objetos en movimiento y explicarnos privadamente lo que sucede en el mundo físico. Ahora bien, resulta que esa física inconsciente, profundamente arraigada, está en conflicto con la física newtoniana objeto de estudio en los cursos de Física. Por supuesto, en el choque entre ambas, que se produce en la mente del estudiante, esta última lleva las de perder. Sólo mediante un trabajo concienzudo de confrontación con la experiencia y la consecuente reflexión podemos llegar a dar cabida en nuestra mente a las extrañas ideas de los científicos.

Este material está dirigido a los estudiantes, especialmente universitarios, verdaderamente interesados en comprender a fondo la estructura conceptual básica de la física newtoniana y que, por consiguiente, están dispuestos a emprender ese arduo trabajo de remodelación mental, pues su propósito es ayudar a la comprensión en profundidad y al aprendizaje de las ideas fundamentales de la mecánica newtoniana. Para hacer realidad este propósito, los conceptos newtonianos se desarrollan de manera novedosa, ligándolos desde un comienzo a esa física intuitiva que hemos construido en nuestra primera infancia, y teniendo en cuenta las investigaciones sobre las dificultades y los obstáculos psicológicos que encuentran los estudiantes de cualquier cultura para asimilar tales conceptos, por cier-

to muy similares a los que enfrentaron los pensadores sobre los cuales (y contra los cuales, en algunos aspectos) trabajó Newton.

Sin embargo, el texto no contiene el desarrollo matemático de la teoría newtoniana. Los estudiosos del aprendizaje de la teoría de Newton han mostrado que la prisa en introducir las ecuaciones sin haber primero comprendido los conceptos hace que la mayoría de los estudiantes se quede ya para siempre con una comprensión muy deficiente, pues aprenden a resolver ciegamente los ejercicios con que pueden pasar el curso sin entender lo que están haciendo. Así, pues, el estudio de estos apuntes no ahorra el esfuerzo de estudiar los textos tradicionales, que presentan el tratamiento matemático de la Física. También puede leerse, quizás incluso más provechosamente, por los estudiantes que ya han cursado la asignatura, y deseen mejorar su comprensión. Por último, podría emplearse como material básico en un curso de introducción a la Física con un enfoque no matemático.

VISIÓN DE CONJUNTO DEL TEXTO

Las presentes notas constan de tres capítulos. El primero tiene por objetivo señalar el “punto de partida” de nuestro viaje por la física, haciendo consciente al estudiante de su “física intuitiva”, la que trae consigo cuando comienza el estudio de esta ciencia. El segundo capítulo establece, por así decir, el puente que nos llevará hasta nuestro punto de llegada, a saber, la estructura conceptual *inventada* por Newton (por supuesto que en un trabajo de construcción colectivo en el que participaron muchas personas), y que los estudiantes han de *reinventar* si quieren comprender lo que se les enseña (uso las palabras “inventar” y “reinventar” en su significado familiar; también estudiaremos, en la primera parte, en la sección *La naturaleza del conocimiento físico*, que los conceptos de la Física no se descubren sino que se inventan). Por último, el tercer capítulo presenta una visión condensada de esa estructura conceptual, pero no la desarrolla pues tal tarea requiere un manejo del aparato matemático de la teoría newtoniana que haría de estos apuntes un texto demasiado extenso.

Adquirir conciencia de la física que ya conocemos por experiencia, aunque no somos conscientes de ella, sabemos es el primer paso en el recorrido de comprender los nuevos conceptos newtonianos, pues la física intuitiva forma una barrera conceptual para la reinención o comprensión de la mecánica, y es la misma barrera que la ciencia tuvo que superar para inventar por primera vez la mecánica newtoniana, en el proceso que los historiadores de la ciencia han bautizado como la “revolución científica”. Mientras el alumno no llegue a ser consciente explícitamente de su física intuitiva no podrá analizarla y criticarla, hasta dar cabida a los extraños conceptos newtonianos como el de inercia (que por cierto no invalidan la

física intuitiva o cotidiana, aunque sí la requieren para su reinterpretación, a la vez que reducen su ámbito de aplicación).

El segundo capítulo es el más importante, pues introduce y explica la famosa *Primera ley del movimiento de Newton*. Al contrario de lo que generalmente se piensa, esta ley no se puede demostrar mediante experimentos, sino que constituye, desde el punto de vista lógico, un axioma indemostrable. Pero entender lo que nos dice este principio exige haber comprendido dos conceptos que no tienen una base en la física intuitiva, a saber, el concepto de *relatividad del movimiento* (más precisamente, de la velocidad) y el concepto de *inercia*. Que el movimiento sea relativo significa que en un cierto sentido es simplemente consecuencia del punto de vista de quien lo observa: dos espectadores diferentes, que se mueven uno respecto al otro, definen movimientos diferentes. Por su parte, el concepto de inercia nos dice que solamente requiere explicación el cambio de movimiento —es decir, el movimiento no uniforme—, pero no el movimiento en sí mismo. También introduciremos en esta parte una primera noción cualitativa de fuerza (en el sentido newtoniano, muy diferente de los significados que tiene esta palabra en la vida cotidiana), como aquello que proporciona esa explicación del cambio de estado de movimiento, en términos de la interacción entre dos cuerpos, y, por último, la noción de “fuerzas de resistencia al movimiento”, como la explicación de la falta de evidencia del principio de inercia en nuestra experiencia cotidiana.

En el tercer capítulo se concluye la introducción de los conceptos básicos de la mecánica newtoniana, pero ahora tratando, en especial, el cambio de movimiento y la *Segunda ley del movimiento*. Comienza presentando las definiciones cuantitativas de masa y cantidad de movimiento (también llamado “momentum”), y discutiendo la naturaleza direccional de la última y de la fuerza. Así estaremos preparados para comprender la noción cuantitativa de “fuerza”, en términos del cambio de la cantidad de movimiento por unidad de tiempo.

Nota: Las palabras señaladas con un asterisco se definen en el glosario al final del texto.