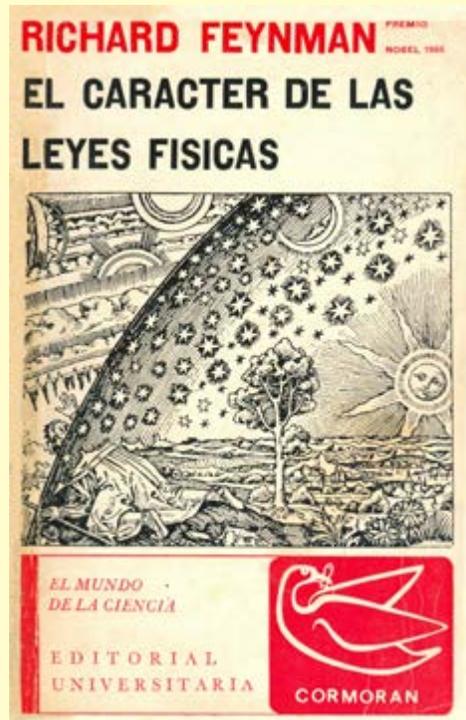




Leyendo a...

El carácter de las leyes físicas de Richard Feynman



Feynman dice en su libro "El carácter de las leyes físicas" que la naturaleza es simple y, por eso mismo, de una gran belleza. Y esa belleza y simplicidad es la que debe recoger todo científico que aspire a sintetizar sus principales leyes en formulaciones matemáticas. Elegancia y sencillez también es lo que encontramos en este libro muy fácil de leer, en las que Feynman nos introduce en algunos aspectos fundamentales de la física: desde la ley de gravitación y los grandes descubrimientos de Newton, Maxwell y Einstein, hasta los principios de conservación y simetría, el carácter irreversible del tiempo o el predominio de la probabilidad e incertidumbre en la mecánica cuántica. La imaginación y brillantez del autor, que no renuncia al rigor, hacen de este libro una introducción entusiasta, amena y de gran valor didáctico, no sólo a las principales leyes físicas que rigen el universo, sino a las claves del propio quehacer científico. La revista Physics Today publicó un número completo a su labor científica y su dedicación a la enseñanza (figuras 1 y 3).

Eureka, Enseñanza de las Ciencias Físicas, julio 2014

Richard P. Feynman (1918, 1988) estudió en el Massachusetts Institute of Technology, donde se licenció en 1939, y tres años más tarde se doctoró en la Universidad de Princeton. Durante la segunda guerra mundial trabajó en el Laboratorio Científico de Los Álamos. Fue profesor de física teórica en la Universidad de Cornell, y desde 1950 en la de California, donde colaboró durante varios años con Murray Gell-Mann. Los trabajos en electrodinámica cuántica le valieron el Premio Nobel de Física en 1965. Feynman es autor, entre otros, de los libros "Electrodinámica cuántica", "Seis piezas fáciles y Qué significa todo esto". El éxito de su autobiografía "¿Está usted de broma, Sr. Feynman?" (1985) le hizo popular en medios ajenos al científico y propició una segunda parte: "¿Qué te importa lo que piensen los demás?" (1987). Otro libro de Feynman es "La conferencia perdida. El movimiento de los planetas alrededor del Sol" (Colección Metatemáticas 59 de Editorial Tusquets, 1999), editada por David L. y Judith R. Goodstein.

Este libro de Richard Feynman está constituido por siete capítulos: 1. La Ley de Gravitación, un ejemplo de ley física. 2. Relación de la matemática con la Física. 3. Los grandes principios de conservación. 4. Simetría en la ley física. 5. Distinción entre pasado y futuro. 6. Probabilidad e incertidumbre. La concepción mecánico-cuántica de la Naturaleza. 7. En busca de nuevas leyes. Se seleccionan algunos extractos del primer capítulo acerca de la Ley de Gravitación, así con mayúscula, como se refiere a ella Feynman.

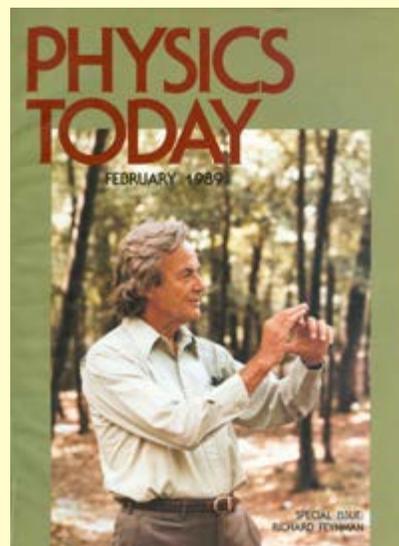


Figura 1. Revista dedicada al trabajo de Feynman

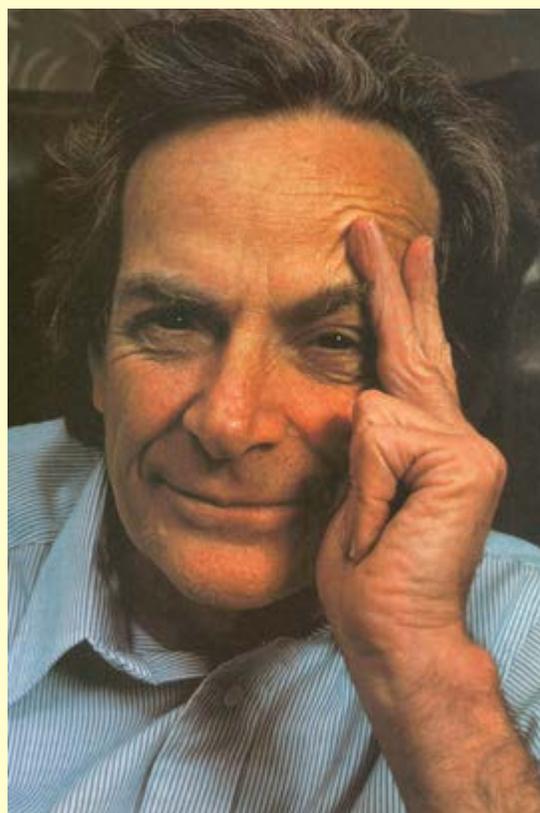


Figura 2. Retrato de Feynman

“La Ley de Gravitación dice que dos cuerpos ejercen el uno sobre el otro una fuerza que varía en razón inversa del cuadrado de la distancia que los separa y en proporción directa al producto de sus masas. En términos matemáticos, podemos anotar esa gran ley con la fórmula

$$F = G \frac{M m}{r^2}$$

una cierta constante multiplicada por el producto de las dos masas y dividida por el cuadrado de la distancia. Pues bien, si agrego la observación de que un cuerpo reacciona a una fuerza acelerando, o cambiando su velocidad en cada segundo en razón inversa a su masa (inversamente a su masa: si la masa es menor más varía su velocidad), entonces he dicho todo cuanto requiere decirse de la Ley de la Gravitación. Todo lo demás es consecuencia matemática de estas dos cosas. Ahora bien, yo sé que no todos ustedes son matemáticos y no pueden ver inmediatamente todas las consecuencias de estas dos observaciones; por eso, lo que quisiera hacer aquí es contarles brevemente la historia del descubrimiento, decirles cuáles son algunas de sus consecuencias, cómo influyó en la historia de la ciencia, qué clase de incógnitas entraña dicha ley, algo de los refinamientos que le hizo Einstein y, posiblemente, su relación con las demás leyes de la física.”

“En pocas palabras, la historia es esta. Primeramente, los antiguos observaron cómo los planetas parecían moverse en el cielo y concluyeron que todos ellos, incluida la Tierra, giraban alrededor del Sol. Más tarde, Copérnico hizo independientemente este descubrimiento, después que la gente había olvidado que ya estaba hecho. La cuestión que surgió enseguida a este estudio fue: ¿cómo giran alrededor del Sol, es decir, exactamente con qué clase de movimiento? ¿Giran, teniendo al Sol por centro de un círculo, o “describiendo algún otro tipo de curva? ¿A qué velocidad se desplaza? Y así sucesivamente. Descubrir esto demoró más. Los tiempos posteriores a Copérnico fueron tales que hubo en ellos grandes discusiones acerca de si los planetas giraban junto con la Tierra alrededor del Sol, o si la Tierra estaba en el centro del universo, etc. Entonces un hombre llamado Tycho Brahe (1546 – 1601) ideó una manera de resolver la cuestión. Él pensó que sería una buena idea mirar con mucho, mucho cuidado, anotar exactamente dónde aparecen los planetas en el cielo y, enseguida, cotejar las distintas teorías. La clave de la ciencia moderna y el comienzo de la verdadera comprensión de la naturaleza fue esto, esa idea de examinar el objeto, tomar nota de los detalles y esperar que en la información así obtenida esté el hilo que conduzca a una u otra interpretación teórica. De modo que Tycho, hombre rico, dueño de una isla cerca de Copenhague, equipó su isla con grandes círculos de bronce y puestos de observación especiales, y registró noche a noche la posición de los planetas. Solamente con un trabajo tan arduo es cómo podemos averiguar algo.”

"Todos estos datos, una vez recopilados, llegaron a manos de Kepler (1571 – 1630), quien trató, entonces de analizar la clase de movimiento con que giraban los planetas alrededor del Sol. Y lo hizo aplicando el método de prueba y error. En una etapa, creyó que ya lo tenía, se figuró que giraban en círculos, con el Sol fuera del centro. Enseguida advirtió Kepler que un planeta – Marte, me parece – quedaba desplazado en ocho minutos de arco y concluyó que, siendo éste un error demasiado grande para que lo hubiera cometido Tycho Brahe, su solución no era la correcta. Así es que gracias a la precisión de los experimentos, pudo proceder a otra prueba y por último averiguó tres cosas."

"Llamo la atención de ustedes a este caso particular (... el estudio de Roemer de los satélites de Júpiter y la medición de la velocidad de la luz), porque él ilustra el hecho que, cuando una ley es correcta, sirve para encontrar otra. Si confiamos en una ley y algo parece no confirmarla, entonces ella puede sugerirnos otro fenómeno. Si no hubiésemos conocido la Ley de Gravitación, habríamos demorado mucho más en hallar la velocidad de la luz, porque no habríamos sabido qué conducta esperar de los satélites de Júpiter. Este proceso desató una avalancha de descubrimientos, cada uno de los cuales proporciona las herramientas para descubrir muchas otras cosas; y tal fue el comienzo de la avalancha que ya lleva 400 años de avance continuado, y en el que aún seguimos precipitados a gran velocidad."

"La Ley de Gravitación difiere de muchas otras. Es obvia su gran importancia para la economía del Universo, para su funcionamiento: hay muchos lugares donde la gravedad tiene aplicaciones prácticas, en lo que al Universo se refiere."

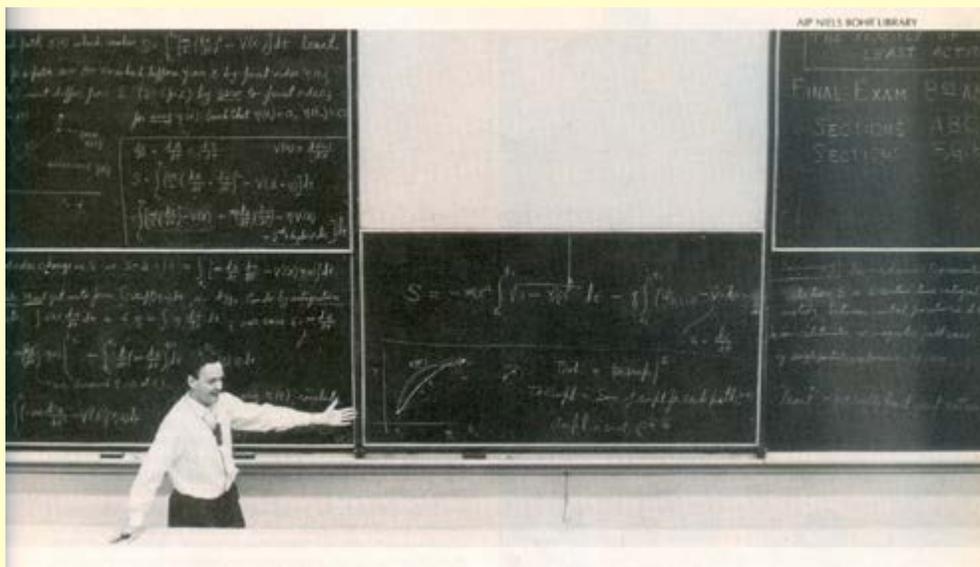


Figura 3. Feynman dando clases acerca del principio de mínima acción a comienzos de los años 60s.

La aplicación didáctica de la lectura completa de este libro y, en particular, del primer capítulo, se puede efectuar en una asignatura de Física General, Mecánica, Historia y Filosofía de la Ciencia, u otras similares, a nivel universitario o también de Educación Media. Por ejemplo, se sugiere plantear las siguientes actividades:

- *Hacer un recuento histórico de todos los descubrimientos que llevaron a la formulación de la ley de gravitación universal y de todas sus consecuencias, aplicaciones y predicciones.*
- *¿Cuál fue el trabajo realizado por Newton para la formulación de la ley de gravitación universal?*
- *¿Cómo se explica en el texto el fenómeno de las mareas mediante la aplicación de la ley de gravitación universal?*
- *¿Explicar cómo la ley de gravitación permitió descubrir el planeta Neptuno antes de que fuese observado por un telescopio?*
- *¿Cuál es el alcance de la ley de gravitación universal? ¿Es válida más allá del sistema solar?*
- *¿Cómo se puede aplicar la ley de gravitación universal a un sistema estelar doble, es decir, una estrella que orbita alrededor de otra estrella?*
- *¿Cuál es la formulación de Newton de la tercera ley de Kepler, aplicando la ley de gravitación universal?*
- *¿Cómo la NASA aplica la ley de gravitación universal y las leyes del movimiento planetario al envío de sondas de exploración hacia los planetas del sistema solar?*

Selección y notas : Juan Espinoza G.