



**Figura 4.1.11** Max Planck (1858–1947).

Primera Guerra Mundial, con su terrible carnicería, Planck dio una conferencia en honor de este gran científico y de su descubrimiento del principio de mínima acción.

En los siguientes párrafos se resumen algunas de las frases de Planck.

La ciencia moderna, en particular bajo la influencia del desarrollo de la noción de causalidad, se ha alejado del punto de vista teleológico de Leibniz. La ciencia ha abandonado la suposición de que existe una razón especial, providencialista, y considera que cada suceso del mundo natural y espiritual es, al menos en principio, reducible a estados anteriores. Pero, a pesar de ello, seguimos observando un hecho, particularmente en la más exacta de las ciencias, que, al menos en este contexto, resulta de lo más sorprendente. La física actual, en lo que respecta a su organización teórica, está completamente gobernada por un sistema de ecuaciones diferenciales espacio-temporales que afirman que todo proceso natural está completamente determinado por los sucesos que tienen lugar en su vecindad inmediata temporal y espacial.

Todo este rico sistema de ecuaciones diferenciales, aunque diferentes en los detalles, porque hacen referencia a procesos mecánicos, eléctricos, magnéticos y térmicos, está ahora completamente contenido en una única máxima —*el principio de mínima acción*. Resumiendo, esta máxima afirma que, de todos los posibles procesos, los únicos que tienen lugar en realidad son aquellos que implican una cantidad mínima de acción. Como podemos ver, solo hace falta un pequeño paso para reconocer, en esa preferencia por la cantidad mínima de acción, el imperio de la razón divina, y por tanto para descubrir una parte de la ordenación teleológica del Universo postulada por Leibniz.<sup>2</sup>

En la física actual, el principio de mínima acción juega un papel relativamente menor. No encaja bien en el marco de las actuales teorías. Por supuesto, está claro que es una máxima correcta, a pesar de lo cual no suele servir como base de la teoría, sino como un apéndice cierto, pero prescindible, porque la física teórica actual está completamente enfocada en el principio de los efectos locales infinitesimales, y ve la extensión a espacios y tiempos de mayor tamaño como una complicación innecesaria y poco práctica del método de tratamiento. Por ello, la Física se inclina a considerar el principio de mínima acción más como una curiosidad formal y accidental, que como un pilar del conocimiento físico.

## Trayectorias en la vida real

En nuestro propio sistema solar aparecen interesantes trayectorias en  $\mathbb{R}^3$  que obedecen a la segunda ley de Newton y que son usadas por la NASA para planear misiones espaciales. Una de esas misiones, la *Genesis Discovery Mission*, lanzada desde la Tierra el 8 de agosto de 2001, tiene una trayectoria particularmente interesante, como puede verse en la Figura 4.1.12. Más información acerca de esta trayectoria y de los objetivos de esta misión puede verse en <http://genesismission.jpl.nasa.gov/>.

Los puntos denotados por  $L_1$  y  $L_2$  en esta figura son puntos de equilibrio (descubiertos por Euler) entre la Tierra y el Sol. Una nave espacial estacionaria colocada en uno de esos puntos permanecería allí indefinidamente. Hay órbitas periódicas alrededor de esos puntos que hemos

<sup>2</sup>Para obtener más información y datos históricos, véase S. Hildebrandt y A. J. Tromba, *The Parsimonious Universe: Shape and Form in the Natural World*, Springer-Verlag, Nueva York/Berlin, 1995.