ciones obvias tanto en problemas industriales como científicos: una mejor comprensión del fenómeno haría posible, por ejemplo, fundir los metales de forma más eficiente y permitiría a los científicos determinar la temperatura de un cuerpo conociendo la temperatura en su frontera, así como conocer de forma aproximada la temperatura del interior de la Tierra.

Sea $\mathcal{B} \subset \mathbb{R}^3$ un cuerpo homogéneo (Figura 3.1.2) cuya representación es una cierta región del espacio tridimensional. Sea $T(x, y, z, t)$ la temperatura del cuerpo en el punto (x, y, z) en el instante t. Fourier demostró, basándose en principios físicos (descritos en la Sección 8.5), que T debe satisfacer la ecuación en derivadas parciales denominada ***ecuación del calor***,

$$k\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right) = \frac{\partial T}{\partial t}, \tag{1}$$

donde k es una constante cuyo valor depende de la conductividad del material que constituye el cuerpo. Esta ecuación describe cómo el flujo de calor se aleja de un punto cuya temperatura es más alta que la de los puntos más próximos.

Fourier utilizó esta ecuación para resolver problemas de conducción del calor. De hecho, sus investigaciones sobre las soluciones de la Ecuación (1) le condujeron al descubrimiento de las *series de Fourier*.

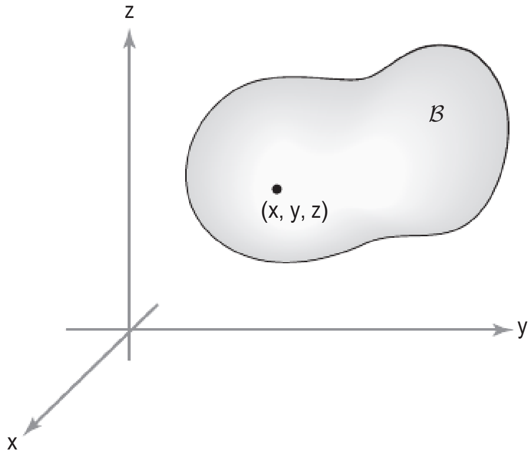

Figura 3.1.2 Un cuerpo homogéneo en el espacio.

Ecuación del potencial. Consideremos el potencial gravitacional V (a menudo denominado potencial de Newton) de una masa m en un punto (x, y, z) debido a una masa puntual M situada en el origen. Este potencial está dado por $V = -GmM/r$, donde $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$. El potencial V satisface la ecuación

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0 \tag{2}$$

en todas partes excepto en el origen, como probaremos en el siguiente capítulo (véase también el Ejercicio 25). Esta ecuación se conoce como ***ecuación de Laplace***. Pierre-Simon de Laplace (1749–1827) trabajó en la atracción gravitatoria de masas no puntuales y fue el primero en considerar la Ecuación (2) en relación con la atracción gravitatoria. Proporcionó argumentos (que más tarde se vio que eran incorrectos) por los que la Ecuación (2) tenía que cumplirse para cualquier cuerpo y cualquier punto, tanto si estaba dentro como fuera de dicho cuerpo. Sin embargo, Laplace no fue la primera persona que escribió la Ecuación (2). La ecuación del potencial apareció por primera vez en uno de los principales trabajos de Euler, en 1752, "Principios de los movimientos de los fluidos", en el que deducía la ecuación del potencial en relación