

9. Equilibrio de fuerzas y tercera ley de Newton

Friedrich Herrmann. Universidad de Karlsruhe, Alemania
Georg Job. Universidad de Hamburgo, Alemania
Nelson Arias Ávila. Universidad Distrital, Bogotá, Colombia

Tema:

Las fuerzas actúan sobre los cuerpos. Si un cuerpo C, sobre el cual el cuerpo A ejerce una fuerza F_{AC} , no está acelerado, entonces existe por lo menos un cuerpo adicional B que ejerce una fuerza F_{BC} de modo que se presenta equilibrio entre F_{AC} y F_{BC} , es decir, que la fuerza resultante sobre C es cero. Sin embargo, si A ejerce una fuerza F_{AC} sobre C entonces, según la tercera ley de Newton, C tiene que ejercer una fuerza F_{CA} sobre A. Lo análogo es válido para B: ya que B ejerce una fuerza F_{BC} sobre C, entonces C debe ejercer una fuerza F_{CB} sobre B. Todas estas cuatro fuerzas F_{AC} , F_{BC} , F_{CA} y F_{CB} , tienen el mismo módulo mientras sus direcciones son opuestas por pares, es decir:

$$F_{AC} = -F_{BC}; F_{AC} = -F_{CA}; F_{BC} = -F_{CB}; F_{CB} = -F_{CA}.$$

Así se describe una situación en la cual el cuerpo C está en reposo. Fuera del caso trivial en que todas las fuerzas son iguales a cero, este es el caso más sencillo que existe, y quien desee comprender el concepto de fuerza, deberá distinguir y entender estas cuatro fuerzas.

Defectos:

El problema así planteado es tan complicado que un alumno promedio no lo puede entender, muchos estudiantes de Física tienen dificultades para distinguir dichas fuerzas aún después de haber terminado el curso de mecánica. Sin embargo, se continúa con el inútil intento de introducir el concepto físico de fuerza en la enseñanza media.

Origen:

El concepto de fuerza tal como se enseña hoy día viene del tiempo de Newton, es decir, de una época en la cual no había otro remedio que describir las interacciones mecánicas por medio de acciones a distancia (1), el concepto de campo surgió más de un siglo después. La fuerza se relacionaba siempre con dos cuerpos: uno que la ejerce y otro sobre el cual actúa. En el problema antes mencionado participan tres cuerpos, lo que implica considerar seis fuerzas de las cuales nos interesan solamente las cuatro relacionadas con el cuerpo C.

Existió un momento histórico en el cual hubiera sido posible una simplificación, cuando Faraday y Maxwell introdujeron el concepto de campo. Sin embargo, tal simplificación fue propuesta mucho más tarde, cuando quedó claro que el momento lineal es una magnitud extensiva y autónoma, y no solamente una abreviación cómoda del producto de masa y velocidad. En 1908, es decir tres años después de la publicación de la teoría de la relatividad especial, Max Planck demostró que la fuerza no es otra cosa que la intensidad de la corriente de momento lineal (2); el valor de una fuerza no se refiere a un cuerpo sino al área de la sección del conductor de la corriente de momento, así como

cualquier otra corriente se refiere a una sección o área.

Si se aplica esta idea al problema con los tres cuerpos C, A y B el galimatías de las cuatro fuerzas sencillamente desaparece: se trata de la intensidad de la misma corriente medida en cuatro lugares o secciones diferentes. F_{CA} es la intensidad de corriente de momento que fluye de A a C al salir de A; $-F_{AC}$ es la intensidad de la misma corriente al entrar en C; F_{BC} es la intensidad de dicha corriente cuando sale de C; y F_{CB} su intensidad cuando llega a B. Es evidente que el valor de esta intensidad permanece constante, ya que no se acumula momento en ningún lugar, ni en los cuerpos, ni el camino entre ellos. El hecho de que el signo no sea siempre el mismo se debe a que el área de referencia no se orienta de manera uniforme.

Eliminación:

El fantasma se esfuma cuando operamos desde el comienzo con corrientes de momento en lugar de fuerzas.

La descripción de la situación antes planteada puede expresarse así: existe una corriente de momento de A a C y de C a B, y dado que no se presenta acumulación de momento en ningún lugar, la intensidad de dicha corriente será la misma en cualquier sección a través de la corriente.

Referencias

- (1) Herrmann, F. *Fernwirkungen*. Im: *Altlasten der Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner, 2002. p. 31-32. Fue publicado en esta serie bajo el título de: *Acciones a distancia*.
- (2) Planck, M. *Bemerkungen zum Prinzip der Aktion und Reaktion in der allgemeinen Dynamik*. *Phys. Z.* **9** (1908); p. 828-830.