

Una escoba para barrer algunos preconceptos y presentar el concepto de torque

M. Fonseca^a, A. Hurtado Márquez^b

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia, fisinfor@udistrital.edu.co

^aProyecto Curricular de Tecnología/Ingeniería Mecánica, mfonseca@udistrital.edu.co†

^bProyecto Curricular de Licenciatura en Física, ahurtado@udistrital.edu.co

† Autor para la correspondencia

Recibido el 1/06/2007. Aprobado en versión final el 15/07/2007.

Sumario. Si un cuerpo se corta verticalmente pasando por su centro de gravedad, parece sorprendentemente fácil suponer que sus partes tienen el mismo peso. Es necesario “sacrificar” una escoba para mostrar que el sentido común no está bien, para ver que la diferencia de pesos es más que el error del corte. El experimento sorprende a los estudiantes y los lleva a pensar en explicaciones alternativas dando oportunidad de presentar el concepto de torque. También presentamos otro ejemplo relacionado que atenta contra el sentido común.

Abstract. If a body is cut vertically passing through its center of gravity, it seems surprisingly easy to suppose that its parts have the same weight. It's necessary “to sacrifice” a broom to show that the common sense is not right, to see that the difference of weight is more than the error of cutting. The experiment surprises the students and leads them to think on alternative explanations, giving occasion to introduce the concept of torque. We also give another related example that attempt against the common sense.

Keywords. Demonstrations experiments, 01.50.My, Forces and torques, 45.20.da, Newtonian Mechanics, 45.20.D.

1 Introducción

Cuando se habla de equilibrio, típicamente, se recurre a los primeros conceptos de los cursos de mecánica Newtoniana, particularmente la estática, de allí creen que la sumatoria de fuerzas igual a cero es condición necesaria y suficiente para afirmar que un objeto está en equilibrio. Un experimento sencillo y bien casero pone en crisis el concepto de equilibrio y lleva a los estudiantes a preguntarse si éste requiere alguna otra condición. Problemas como éste y otros¹ han sido abordados y trabajados por el grupo de investigación tratando de indagar sobre los preconceptos que los estudiantes traen.

2 El experimento mental

Se pide a los estudiantes que imaginen una escoba, que

se coloca horizontalmente sobre un dedo, de manera que esté en equilibrio. Si ahora se cortara la escoba por ese punto y se pesan por separado las dos partes, y se pregunta que relación habrá entre las dos partes, si pesan lo mismo o si una pesa más que la otra.

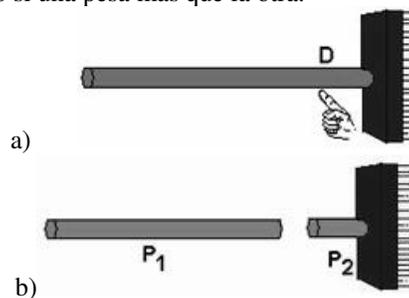


Figura 1. a) Escoba en equilibrio horizontal sobre un dedo; b) escoba cortada para pesarse.

La mayoría de los estudiantes, responden que pesan lo mismo, y que si hay alguna diferencia se debe a un error de corte, que la diferencia entre las respectivas masas no pasará de un gramo o fracción. Es tal la seguridad que algunos dicen arriesgar su cabeza a que su respuesta es correcta. Algunos estudiantes, frente a una pregunta como esta, formulada por el profesor, no se atreven a responder pensando que en la pregunta hay alguna trampa, que la situación no puede ser tan fácil.

Buscando soportes bibliográficos, en Internet se encontró que alguien hizo una pregunta probablemente de una tarea buscando ayuda, y las respuestas (Yahoo Respuestas, <http://ar.answers.yahoo.com/question/>) no son acertadas y son parecidas a las de los estudiantes, citemos algunas de ellas: “si están en equilibrio, las dos partes pesarán igual!”, “Si está en EQUILIBRIO la escoba pesa lo mismo de ambos lados”, “Pesan lo mismo pues EXISTE EQUILIBRIO”, “Pesan igual no? no te olvides que están en equilibrio”, “Las dos partes pesarán igual, el centro de gravedad y centro de masas del conjunto escoba estará justo en un punto cuya vertical pasa sobre el punto de equilibrio”, “Si mantiene el equilibrio pesaran lo mismo”, “Tienen que pesar lo mismo para que queden en equilibrio”.

P1 (gramos fuerza)	P2 (gramos fuerza)
125	315
220	360
125	305
120	230
186	302

Esto lleva a los estudiantes a buscar explicaciones para el equilibrio complementarias.

3 Pedagogía de la experiencia

El experimento mental indaga sobre las concepciones y expectativas de los estudiantes, luego se pesa la escoba, se halla el punto de equilibrio (figura 1a), se corta la escoba en ese punto, se pesan las partes, se discuten los resultados versus las hipótesis iniciales.

Se invita a los estudiantes a hallar por el mismo método los nuevos puntos de equilibrio de cada una de las partes y hallen las distancias de estos puntos al punto donde se hizo el corte (x_1 y x_2 ; figura 2). Se presenta el concepto de Torque o Momento de fuerza. Los estudiantes hacen las operaciones y comprobaciones pertinentes: para este caso las condiciones de equilibrio son:

1. Que la sumatoria de fuerzas sea cero: el peso de la escoba (fuerza con que la tierra atrae la escoba) es contrarrestada por la fuerza que hace el dedo sobre la escoba (para que esta no caiga); $F_{\text{dedo}} - \text{Peso}_{\text{escoba}} = 0$.

2. Que la sumatoria de torques sea cero: En este caso $x_1 \times P_1 - x_2 \times P_2 = 0$ es decir que los torques que

pueden hacer girar la escoba hacia la izquierda o hacia la derecha se equilibren $x_1 \times P_1 = x_2 \times P_2$.

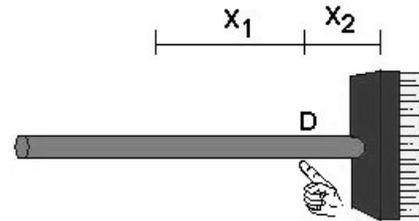


Figura 2. Distancias a los centros de masa de las partes de la escoba, convenientes y necesarias para calcular los respectivos torques o momentos de fuerza, que equilibran la escoba

Para concluir la experiencia se solicita a los estudiantes hacer un pequeño informe y que tienen la libertad de titular el informe como quieran, y los títulos dan cuenta de lo sorprendente y útil que ha resultado el experimento. Algunos de ellos son: “Equilibrio de una escoba”, “La escoba desequilibrada”, “Cuerpos en equilibrio”, “Errores comunes al pensar en equilibrio estático”, “Centro de masa de una escoba”, “El equilibrio no es como lo pintan”.

Y algunos comentan “Antes del experimento pensaba que ambas partes iban a pesar exactamente igual, sorpresa cuando el experimento mostró que no era así, recomiendo esta práctica, estoy seguro que muchas personas creen que los pesos son iguales”.

Ahora se plantea un ejercicio sencillo: En la figura 3 se muestra una balanza, supóngase que la barra está pivotada justo en el medio y es suficientemente larga, es decir, la barra sola estaría equilibrada. Si las canastillas tienen peso despreciable y tres (3) naranjas ubicadas a tres unidades de distancia (3 ud) equilibran a dos (2) bocadillos ubicados a dos unidades de distancia (2 ud). ¿Donde se deben ubicar dos (2) naranjas para que equilibren a tres (3) bocadillos ubicados a tres unidades de distancia (3 ud)?

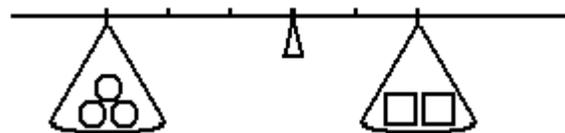


Figura 3. Balanza en equilibrio

4 Conclusiones

Experiencias sencillas como esta desequilibran en los estudiantes algunos conceptos que según ellos el sentido común, la lógica son suficientes en el análisis de ciertas situaciones. La experiencia también es útil para presentar y definir el centro de masa y centro de gravedad de un objeto.

En la “web” también es posible encontrar lecciones y guías de laboratorio, y ejercicios complementarios (Tea-

ching Resources, episode 203: Turning effects., http://www.iop.org/activity/education/Teaching_Resources/Teaching%20Advanced%20Physics/Mechanics/Statics/page_3802.html) e interesantes tales como: ubicar el centro de masa de una persona (Center of gravity vs torque, http://dev.physicslab.org/Document.aspx?doctype=5&filename=Compilations_NextTime_CenterGravityTorque.xml), hallar el peso de un brazo sin procedimientos tan extremos como el que se le aplicó a la escoba, como funcionan los móviles en los que el centro de masa esta fuera del objeto y por debajo del punto de apoyo. Ó la escoba inteligente (J.Ossandon, *escoba inteligente*, <http://www.profisica.cl>), que colocada horizontalmente sobre los dedos índices y observa que pasa al juntar los dedos lentamente, la escoba se las arregla para no caerse y mantener el equilibrio.

Esta estrategia ha sido utilizada permanentemente por el grupo de investigación Física e Informática en situaciones problemáticas similares², buscando proponer nuevas opciones metodológicas para la enseñanza y apren-

dizaje de la física.

Agradecimientos

A la Facultad de Ciencias y Educación, a la Facultad Tecnológica y al Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital, por el apoyo a los miembros del grupo Física e Informática.

Referencias

1. C.Lombana, A.Hurtado, M Fonseca., y O. Ocaña, *Una colisión que sorprende. y choca con los preconceptos*, Rev. Colombiana de Física, ISSN 0120-2650, Vol. 34, pp. 99–102 (2003)
2. A.Hurtado, *Experimento y simulación, Opciones didácticas en la enseñanza-aprendizaje de la física*, Fondo de publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas, p.97-106, Nov. (2006).