

IDEAS DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LOS CONCEPTOS DE *FUERZA* Y *FUERZA DE FRICCIÓN*. AVANCE DE UNA INVESTIGACIÓN

Sonia López Ríos
Rodrigo Covaleta



Leonardo da Vinci,
Jacopo de Barbari (fragmento).

RESUMEN

IDEAS DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LOS CONCEPTOS DE FUERZA Y FUERZA DE FRICCIÓN.

Este artículo está basado en un trabajo de investigación que tiene como objetivo propiciar procesos de conceptualización en el marco del aprendizaje significativo de los conceptos de fuerza y fuerza de fricción. Se presentan los primeros resultados de un trabajo exploratorio que se realizó para conocer los significados previos de los estudiantes sobre los conceptos fuerza y fuerza de fricción, y la manera en que éstos son relacionados con otros conceptos.

RÉSUMÉ

IDEES DES ETUDIANTS SUR LES CONCEPTS DE FORCE ET FORCE DE FRICTION.

Cet article est fondée sur un travail de recherche dont le but est de rendre possibles des processus de conceptualisation dans le cadre de l'apprentissage significatif des concepts de force et force de friction. On présente les premiers résultats d'un travail exploratoire qu'a été effectué pour connaître les notions préalables des étudiants concernant ces deux concepts aussi que la manière dont ils sont mis en rapport avec d'autres concepts.

ABSTRACT

STUDENT IDEAS ON STRENGTH AND FRICTIONAL STRENGTH.

This article is based on a research project which main objective is to allow conceptualization processes within the meaningful learning frame of the concepts strength and frictional strength. The first results of an exploratory work carried out to learn about students' previous understanding of the concepts: strength and frictional strength are presented, as well as the way in which those concepts are related with other concepts.

PALABRAS CLAVE

*Enseñanza de la física, aprendizaje significativo, fuerza, fuerza de fricción.
Teaching of physics, meaningful teaching, strength, frictional strength.*

IDEAS DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LOS CONCEPTOS DE *FUERZA* Y *FUERZA DE FRICCIÓN*



Sonia López Ríos*
Rodrigo Covaleda**

INTRODUCCIÓN

Antes de comenzar un determinado proceso de enseñanza-aprendizaje, es necesario establecer los conocimientos previos de los estudiantes y su influencia en aprendizajes posteriores. Esta afirmación es ampliamente sustentada por Ausubel (2000), quien resume este hecho en el epígrafe de su obra de la siguiente manera:

Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente.

La enseñanza de los conceptos físicos *fuera de fricción* y, en general, el de fuerza, son motivo de preocupación para docentes del área, posiblemente por su nivel de abstracción. Ello se evidencia a partir de investigaciones como la de Watts y Zylbersztajn (1981), Sebastia

(1984), Terry, Jones y Hurford (1985), Hewson (1990) y Veit, Mors y Teodoro (2002), quienes presentan resultados de estudios acerca de las interpretaciones de los estudiantes sobre los conceptos *fuerza* y *movimiento*, mostrando ampliamente que los alumnos llevan a la clase un conjunto diverso de ideas que en ocasiones les han sido enseñadas o son producto de sus propias experiencias, pero, de cualquier forma, difieren enormemente de la interpretación newtoniana, que es la que se aborda en esta propuesta de investigación.

En particular, sobre el concepto *fuerza de fricción*, Concari, Pozzo y Giorgi (1999) analizan el contenido de quince libros de física de nivel universitario, con el objetivo de interpretar el modo en que son enunciadas las manifestaciones del fenómeno de rozamiento, los modelos explicativos, las leyes empíricas y los ejemplos. También estudios como los de Eöt-vös (1994), Ringlein y Robbins (2004) y Car-

* Trabajo de grado de Maestría en Educación con énfasis en Docencia de las Ciencias Experimentales. Se realizó con diez estudiantes del curso Laboratorio de Física I de la Facultad de Ingeniería, Semestre 2004/2.

** Magíster en Educación. Profesora de la Facultad de Educación, Universidad de Antioquia.
E-mail: slopez@fisica.udea.edu.co

*** Magíster en Física. Profesor del Instituto de Física de la Universidad de Antioquia.
E-mail: rcova@fisica.udea.edu.co

valho y Sampaio (2005) discuten los problemas conceptuales que involucra el aprendizaje de este concepto y concluyen que, en la enseñanza, él ha sido abordado de manera parcial, e identifican inconsistencias en el tratamiento del tema.

Al respecto, Caldas y Saltiel, en el artículo "Sentido das forças de atrito e movimento - I" (1999a), discuten el carácter usualmente atribuido al sentido de la *fuerza de fricción* estática y cinética, ejercidas sobre superficies en contacto secas y no lubricadas, a partir de las dificultades presentadas por los alumnos en el estudio de este fenómeno. En otro artículo, "Sentido das forças de atrito e movimento - II: uma análise dos livros utilizados no ensino superior brasileiro" (1999b), los autores parten de la consideración de las dificultades y las ideas presentadas por los alumnos al estudiar las leyes de la fricción, y hacen un análisis del contenido de los libros más utilizados en la enseñanza superior brasilera en lo que se refiere específicamente al sentido atribuido a la fuerza de fricción.

Considerando lo anterior, y pretendiendo indagar cuáles son las relaciones conceptuales que establecen los alumnos entre el concepto *fuerza de fricción* y conceptos subyacentes a éste, en la etapa exploratoria de la investigación se aplicó al grupo de estudiantes un cuestionario de indagación sobre los conceptos *fuerza* y *fuerza de fricción*. Los resultados demuestran que la mayoría de los estudiantes no ha logrado un proceso de conceptualiza-

ción de dichos conceptos, lo cual no les permite relacionarlos con otros como *velocidad*, *aceleración*, *fuerza normal*, *coeficiente de fricción*, entre otros.

METODOLOGÍA

Se realizó una actividad exploratoria con un grupo de diez estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, a quienes se les aplicó un cuestionario de indagación en el que se planteó una serie de situaciones problema y preguntas relacionadas con los conceptos *fuerza* y *fuerza de fricción*. Para efectos de validación, este cuestionario fue sometido a la revisión de cuatro especialistas en el contenido, doctores en Física adscritos al Instituto de Física de la Universidad de Antioquia, quienes aportaron valiosas sugerencias. La descripción, análisis e interpretación de la información se realizó a partir de las respuestas de los alumnos a dicho cuestionario.

RESULTADOS

Se presentan aquí los resultados obtenidos en el cuestionario de indagación, estableciendo diferentes categorías de acuerdo con las diversas respuestas de los estudiantes en relación al significado que le atribuyen a los conceptos *fuerza* y *fuerza de fricción*. Específicamente, para el concepto de fuerza se establecieron tres categorías, que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Categorías para el concepto *fuerza*

Categoría 1: La fuerza como la causa del cambio en el estado del movimiento.	Subcategoría 1.1: La fuerza como algo que se le aplica a un cuerpo y genera un cambio.
	Subcategoría 1.2: La fuerza como causa de la alteración del movimiento.
Categoría 2: La fuerza como la causa y el efecto del cambio en el estado del movimiento.	
Categoría 3: La fuerza como el efecto del cambio en el estado del movimiento.	

Estas tres categorías permiten detectar la primera relación entre los conceptos *fuerza* y *movimiento*. Un 50% del grupo definió la fuerza como la acción ejercida sobre un objeto, causa del cambio en su estado de movimiento. Y aunque su respuesta se asemeja a la de la física con respecto al concepto *fuerza*, ningún estudiante justifica su respuesta en términos de su comprensión. El 30% define la *fuerza* como la causa y, al mismo tiempo, como el efecto del cambio en el estado del movimiento; y el 20% se refiere a la fuerza como el efec-

to del cambio en el estado del movimiento. Es claro que quienes se ubican en las categorías 2 y 3 no comprenden el significado de los conceptos *causa* y *efecto*, y por tanto, no logran definir el concepto fuerza en estos términos.

Con respecto al concepto *fuerza de fricción* se establecen cuatro categorías de acuerdo con el significado que tienen los alumnos sobre este concepto y su relación con otros conceptos. Estas categorías se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Categorías para el concepto *fuerza*

Categorías		Subcategorías
1	La fuerza de fricción independiente de determinados factores.	1.1: La fuerza de fricción es independiente de la fuerza normal que actúa sobre el cuerpo. 1.2: La fuerza de fricción es independiente del área de contacto. 1.3: La fuerza de fricción es independiente de la masa del cuerpo.
2	Acerca del efecto que tiene la fuerza de fricción sobre un cuerpo en movimiento.	2.1: El efecto de la fuerza de fricción sobre un cuerpo en movimiento se manifiesta en disminución de velocidad hasta llevarlo al reposo. 2.2: El efecto de la fuerza de fricción sobre un cuerpo en movimiento es hacer que el cuerpo se pegue (adhiera) más a la superficie. 2.3: El efecto de la fuerza de fricción sobre un cuerpo en movimiento es que tiende a estabilizarlo.
3	Magnitud de la fuerza de fricción para un bloque en superficies horizontales e inclinadas, y en estados de reposo y movimiento.	3.1: La fuerza de fricción entre el bloque y la superficie plana horizontal tiene mayor magnitud cuando el bloque está en reposo sobre la superficie (sin fuerzas aplicadas en dirección horizontal). 3.2: La fuerza de fricción entre el bloque y la superficie plana horizontal tiene mayor magnitud cuando el bloque se desliza sobre la superficie. 3.3: La fuerza de fricción entre el bloque y la superficie inclinada tiene mayor magnitud cuando el bloque está en reposo sobre la superficie. 3.4: La fuerza de fricción entre el bloque y la superficie inclinada tiene mayor magnitud cuando el bloque se desliza sobre la superficie.
4	La fuerza que hay que aplicarle a un objeto en reposo para que inicie el movimiento es mayor que la fuerza que hay que aplicarle una vez está en movimiento; esto se debe a diferentes factores.	4.1: En movimiento sólo hay que contrarrestar la fuerza de fricción. 4.2: Porque el peso y la fuerza de fricción que lo contrarresta disminuyen si el objeto está en movimiento. 4.3: La fuerza de fricción de la superficie sobre el objeto es mayor cuando está en reposo. 4.4: Porque el cuerpo ya venció la fuerza de arranque y lleva un impulso. 4.5: Porque existe una fuerza de fricción estática que se debe superar para iniciar el movimiento.

La segunda relación que se establece es con respecto al reconocimiento de la fuerza de fricción estática y la fuerza de fricción cinética en estados de reposo y de movimiento respectivamente y su relación con una *fuerza* externa aplicada. En la categoría 4, establecida a partir de las respuestas de los estudiantes a la pregunta 9 del cuestionario de indagación, observamos diversidad de respuestas que van desde la idea de que el peso de un objeto disminuye cuando éste está en movimiento, hasta concebir la existencia de una fuerza de fricción mayor cuando el objeto se encuentra en reposo (obviamente en presencia de una fuerza externa aplicada); sin embargo, aunque en esta última respuesta no se reconoce la existencia de fuerza de fricción estática y cinética, y su relación con los estados de reposo y movimiento; por lo menos ya se menciona que la fuerza de fricción es mayor cuando está en reposo, lo que significa que no se descarta la existencia de fuerza de fricción para un objeto en movimiento. Por lo menos un 90% de la muestra total estudiada no establece diferencia entre fuerza de fricción estática y cinética; es más, no hacen referencia a la existencia de estos dos tipos de fuerza y por esta razón no logran relacionar la fuerza de fricción estática con un estado de reposo y la fuerza de fricción cinética con un estado de movimiento.

El 10% del grupo hace alusión a la fuerza de fricción estática como aquella que se debe superar para iniciar el movimiento. Esta respuesta se acerca más al reconocimiento de los tipos de fuerza de fricción y el estado en que actúan, pues se logra por lo menos establecer una relación entre fuerza de fricción estática con un estado de reposo.

La tercera relación que encontramos es la que se da entre la fuerza de fricción con la fuerza normal (N). Esta relación puede detectarse a partir de la categoría 1 establecida con base en las respuestas de los alumnos a la pregunta 3 del cuestionario de indagación, donde se considera un cuerpo sobre una superficie plana horizontal y se pregunta de qué factores

es independiente la fuerza de fricción. Las respuestas encontradas son diversas, aunque se detectó cierta generalidad con respecto a la independencia de la fuerza de fricción con la fuerza normal que actúa sobre el cuerpo, donde una de las justificaciones era, por ejemplo, que la fuerza normal depende del peso del cuerpo sobre la superficie y, por tal razón, no encontraban ninguna relación entre ésta y la fuerza de fricción, posiblemente por las diferentes direcciones en las que estas fuerzas están aplicadas. El 70% de los estudiantes considera esta independencia.

El 20% de los estudiantes considera la fuerza de fricción independiente del área de contacto de los cuerpos, pero no justifican su respuesta. El porcentaje restante (10%) afirma que la fuerza de fricción no depende de la masa del cuerpo, lo que implica de manera implícita que este estudiante tampoco encuentra relación alguna de la fuerza de fricción con la fuerza normal, ni de la fuerza normal con la masa del objeto.

La cuarta relación detectada entre el concepto *fuerza de fricción* con otros conceptos, hace referencia al efecto que tiene la fuerza de fricción sobre la velocidad y la aceleración de un cuerpo. Para este análisis se consideró la categoría 2, establecida a partir de la pregunta 8 del cuestionario de indagación. En esta categoría es posible observar cierta diversidad conceptual acerca de la acción que realiza la fuerza de fricción sobre un cuerpo que se encuentra en movimiento. El 60% de los estudiantes concuerdan en que el efecto de la fuerza de fricción sobre un cuerpo en movimiento se manifiesta en disminución de la velocidad, en una desaceleración, hasta llevar al cuerpo al reposo. Esta respuesta es la que realmente más se acerca a la de la física para esta situación, considerando que en ausencia de fricción un cuerpo se movería indefinidamente; pues es precisamente la fuerza de fricción la que hace que los cuerpos que se encuentran en movimiento se detengan, siempre y cuando no se aplique ninguna otra fuerza so-

bre ellos. El 10% de los estudiantes expresan el efecto de la fuerza de fricción en términos de adherencia a la superficie, lo cual es un efecto relacionado propiamente con la naturaleza de las superficies en contacto, que obviamente tiene como efecto secundario hacer que un cuerpo que se desliza sobre otro se detenga. El 10% de la muestra se refiere a que el efecto de la fuerza de fricción sobre un cuerpo en movimiento es que ella tiende a estabilizarlo. Sin embargo, esta respuesta no es clara, pues la estabilidad puede interpretarse en términos de un estado de reposo o de velocidad constante. El 20% restante no responde.

En la última relación establecida se hace referencia a la magnitud de la fuerza de fricción y su dependencia con la fuerza normal. Para realizar este análisis se considera la categoría 3, establecida a partir de la pregunta 6 del cuestionario de indagación donde se cuestiona a los alumnos acerca del caso en que la magnitud de la fuerza de fricción es mayor para estados de reposo y de movimiento de un bloque en una superficie horizontal e inclinada. Las respuestas son diversas y cubren todas las posibilidades que podrían darse; es decir, el 30% del grupo considera que la fuerza de fricción entre el bloque y la superficie plana horizontal tiene mayor magnitud cuando el bloque está en reposo sobre la superficie (sin fuerzas aplicadas en dirección horizontal). Desde luego, si se tiene el bloque en reposo sobre la superficie plana horizontal y no se le está aplicando ninguna fuerza en dirección horizontal, no podemos afirmar que existe fuerza de fricción, lo que significa que no sería este el caso en el que esta fuerza tuviera su mayor magnitud.

El 10% de la muestra afirma que la fuerza de fricción tiene mayor magnitud cuando el bloque se desliza sobre una superficie plana horizontal. Y es precisamente esta respuesta la que se considera más cercana a la explicación física de este fenómeno, pues para el bloque que se desliza sobre la superficie plana hori-

zontal, la fuerza de fricción es proporcional exactamente a su peso mg , donde su magnitud sería mayor que para el caso en que la fuerza de fricción es proporcional a la componente $mg\cos\theta$ (superficie inclinada). Un 40% de los estudiantes expresa que la fuerza de fricción entre el bloque y la superficie inclinada tiene mayor magnitud cuando el bloque está en reposo sobre la superficie. En este caso es posible hablar de la existencia de fuerza de fricción, ya que aunque no hay movimiento, hay una fuerza que actúa sobre el bloque, que es la componente $mg\sin\theta$; pero la fuerza normal a la cual es proporcional la fuerza de fricción es igual a la componente del peso $mg\cos\theta$ y para toda superficie con un cierto ángulo de inclinación, esta componente es menor que el peso mg . Y el 20% restante considera que la fuerza de fricción entre el bloque y la superficie inclinada es mayor cuando el bloque se desliza sobre la superficie. Al respecto, ya habíamos expresado que la fuerza de fricción (para el mismo bloque y la misma superficie), es proporcional a la fuerza normal N que es menor en la superficie inclinada ($N = mg\cos\theta$) que en la superficie horizontal ($N = mg$); por tanto, esta respuesta tampoco es acertada para la situación planteada.

CONCLUSIONES

Esta etapa exploratoria permite evidenciar que los estudiantes inician los cursos de física sin ideas muy claras sobre determinados conceptos físicos. Por esto, se hace necesario, conocer el grado de conceptualización de los alumnos con respecto a los conceptos en cuestión, pues esto proporciona la información necesaria para tener claro cuál es el punto desde el cual comenzar el proceso instructivo.

En relación con el concepto que nos interesa abordar en este trabajo, es decir, la *fuerza de fricción*, consideramos que los alumnos tienen una muy débil conceptualización, tanto para este concepto como para el de *fuerza*, que en

este caso es más general y abarcador. Y sin tener claridad conceptual sobre un concepto tan importante como es el de *fuerza en física*, es imposible pretender que los alumnos comprendan conceptos más específicos como el de fuerza de fricción y que, además, logren establecer relaciones entre éste y otros conceptos físicos de similar complejidad.

Lo anterior permite enunciar uno de nuestros problemas de investigación: ¿cómo propiciar los procesos de conceptualización de modo que los estudiantes comprendan y establezcan relaciones entre el concepto físico fuerza de fricción y los conceptos *velocidad, aceleración, equilibrio, fuerzas electromagnéticas y de contacto, fuerza normal y coeficiente de fricción*? A este problema buscamos darle solución a partir de la implementación de una propuesta de actividad experimental en la clase de física, haciendo uso de actividades exploratorias de modelación computacional, que constituyen un material potencialmente significativo, todo esto dentro de la perspectiva del aprendizaje significativo, de David Ausubel.

Se considera que los resultados obtenidos en este estudio exploratorio, más los resultados de cada una de las intervenciones de aula que hacen parte del trabajo de investigación, permitirán presentar conclusiones más valiosas y que den una idea más global de lo que ha sido el desarrollo de este proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D. P., 2000, *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*, Barcelona, Paidós.
- CALDAS, H. y SALTIEL, E., 1999a, "Sentido das forças de atrito e movimento - I: direction frictional forces and motion sense", *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 21, núm. 3.
- _____, 1999b, "Sentido das forças de atrito e movimento - II: uma análise dos livros utilizados no ensino superior brasileiro", *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 21, núm. 4.
- CARVALHO, P. y SAMPAIO, A., 2005. "Rotation in Secondary School: Teaching the Effects of Frictional Force", en *Physics Education*, vol. 40, núm. 3.
- CONCARI, S.; POZZO, R. y GIORGI, S., 1999, "Un estudio sobre el rozamiento en libros de física de nivel universitario", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 17, núm. 2.
- EÖTVÖS, R., 1994, "Elementary discussion of an optimization problem concerning friction", *Physics Education*, vol. 29.
- HEWSON, P.W., 1990, "La enseñanza de fuerza y movimiento como cambio conceptual", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 8, núm. 2.
- RINGLEIN, J. y ROBBINS, M. O., 2004, "Understanding and illustrating the atomic origins of friction", *Am. J. Phys.*, vol. 72, núm. 7.
- SEBASTIA, J. M., 1984, "Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2, núm. 3.
- TERRY, C., JONES, G. y HURFORD, 1985, "Children's Conceptual Understanding of Forces and Equilibrium", *Physics Education*, vol. 20.
- VEIT, E. A.; MORS, P. M. y TEODORO, V. D., 2002, "Ilustrando a Segunda Lei de Newton no Século XXI", *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol 24, núm. 2.
- WATTS, D. M y ZYLBERSZTAJN, 1981, "A Survey of some Children's Ideas about Force", *Physics Education*, vol. 16.

ANEXO 1

**Cuestionario para estudiantes de Laboratorio de Física I
Fuerzas y fuerzas de fricción
Proyecto de investigación en enseñanza de la física**

Nombre: _____ carné: _____

En este cuestionario sobre fuerza y fuerza de fricción se presentan:

- Las preguntas 1-7 de selección múltiple con única respuesta, la cual debe ser justificada al final de cada pregunta.
- Las preguntas 8 y 9 debe responderlas basado en su criterio.

1. Una fuerza se entiende como:

- a. El efecto del cambio en el estado del movimiento.
- b. La causa del cambio en el estado del movimiento.
- c. La causa y efecto del cambio en el estado del movimiento.
- d. El estado del movimiento de un cuerpo.

Justifique su respuesta:

2. Si un objeto se desliza con una velocidad inicial V_0 sobre una superficie horizontal, ¿qué hace que éste en un momento determinado se detenga?

- a. La velocidad inicial con la que se lanzó.
- b. La fuerza que ejerce el objeto sobre la superficie.
- c. La fuerza de fricción que ejerce la superficie sobre el objeto.
- d. La tendencia del objeto a lograr un estado de reposo.

Justifique su respuesta:

3. Considere un cuerpo sobre una superficie plana horizontal, la fuerza de fricción no depende de:

- a. La masa del cuerpo.
- b. El área de contacto.
- c. La rugosidad de las superficies en contacto.
- d. La fuerza normal que actúa sobre el cuerpo.

Justifique su respuesta:

ANEXO 1 (CONTINUACIÓN)

4. Cuando un cuerpo se desliza en un plano, la fuerza de fricción actúa:

- a. En el mismo sentido del movimiento.
- b. En sentido opuesto al movimiento.
- c. En el sentido de la fuerza normal.
- d. En el sentido contrario a la fuerza normal.

Justifique su respuesta:

5. ¿A medida que se aumenta una fuerza externa horizontal sobre un cuerpo que está en contacto con una superficie horizontal, qué sucede con la fuerza de fricción estática?

- a. Aumenta hasta su valor máximo si el cuerpo permanece en reposo.
- b. Permanece constante si el cuerpo permanece en reposo.
- c. Aumenta hasta su valor máximo si el cuerpo está en movimiento.
- d. Si el cuerpo está en movimiento es igual al valor máximo de la fricción estática.

Justifique su respuesta:

6. ¿En qué caso la fuerza de fricción entre un bloque y una superficie tiene mayor magnitud?

- a. Cuando el bloque se desliza sobre la superficie plana horizontal.
- b. Cuando el bloque se desliza sobre la superficie inclinada.
- c. Cuando el bloque está en reposo sobre la superficie horizontal (sin fuerzas aplicadas en dirección horizontal).
- d. Cuando el bloque está en reposo sobre la superficie inclinada.

Justifique su respuesta:

7. De las siguientes opciones señale la que no corresponde al efecto de la acción de una fuerza sobre un objeto:

- a. Cambio en el estado del movimiento.
- b. Cambio en la magnitud de la velocidad.
- c. Cambio en la dirección del movimiento.
- d. Cambio en la magnitud del peso del objeto.

Justifique su respuesta:

8. ¿Qué efecto tiene la fuerza de fricción sobre un cuerpo en movimiento?

ANEXO 1 (CONTINUACIÓN)

9. Si usted empujara una pesada caja que está en reposo, necesitaría cierta fuerza F para que inicie su movimiento. Sin embargo, una vez en movimiento, sólo se necesitaría una fuerza ligeramente menor para mantener ese movimiento. ¿Por qué?

Situaciones físicas

Se presentan unas situaciones físicas donde se tiene un par de superficies en contacto. Uno de los objetos está ligado a un dinamómetro (veáanse figuras 1, 2 y 3). Se propone observar los movimientos de los cuerpos en contacto en cada situación y predecir lo que sucederá en términos de *alargamiento* del resorte del dinamómetro. Es decir, en qué situación los dinamómetros tendrán una *alargamiento* (lectura del dinamómetro) igual y en qué situación no.

Situación 1

Para masas y áreas de superficie de contacto iguales, y materiales de naturaleza diferente.

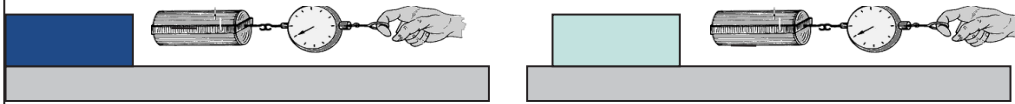


Figura 1a

Figura 1b

Figura 1. Efecto de la naturaleza del material sobre la fuerza de fricción. La naturaleza del material en 1a y en 1b está representado por la diferente tonalidad del sombreado del cuerpo al que se le aplica la fuerza externa. En ambos casos el área de contacto y la masa del cuerpo es la misma.

¿Qué cree que sucederá cuando se hala el dinamómetro?

Situación 2

Para materiales y área de superficie de contacto, iguales y masas diferentes

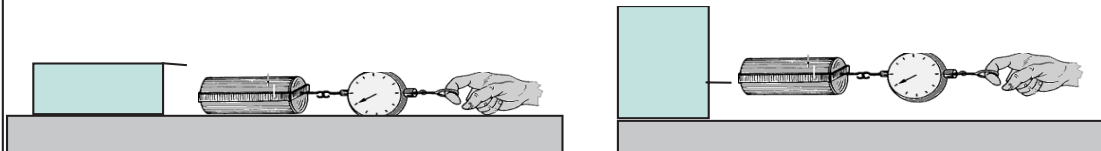


Figura 2a

Figura 2b

Figura 2. Efecto de la masa sobre la fuerza de fricción. En 2b la masa del cuerpo al que se le aplica la fuerza externa es mayor que en 2a. En ambos casos el área de contacto y la naturaleza del material es la misma.

¿Qué cree que sucederá cuando se hala el dinamómetro?

ANEXO 1 (CONTINUACIÓN)

Situación 3

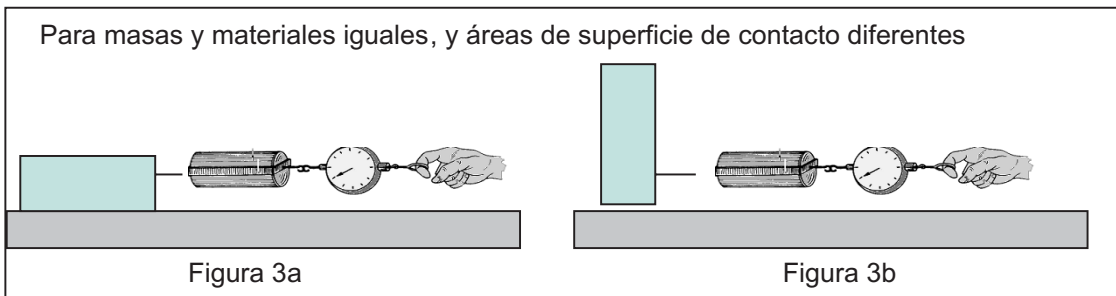


Figura 3. Efecto del área de contacto sobre la fuerza de fricción. En 3a el área de contacto es mayor que en 3b. En ambos casos la masa del cuerpo y su naturaleza es la misma.

¿Qué cree que sucederá cuando se hala el dinamómetro?

REFERENCIA

LÓPEZ RÍOS, Sonia y COVALEDA, Rodrigo, "Ideas de los estudiantes sobre los conceptos de fuerza y fuerza de fricción", *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, vol. XVII, núm. 43, (septiembre-diciembre), 2005, pp. 197-206.

Original recibido: octubre 2005

Aceptado: diciembre 2005

Se autoriza la reproducción del artículo citando la fuente y los créditos de los autores.