

# Indagaciones acerca de recorridos de aprendizaje en temáticas de física básica universitaria

Inquiries about learning routes in subjects of Basic University Physics

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Elisa Silva<sup>1</sup>, Hugo Leiva<sup>1</sup> y Consuelo Escudero<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física. Facultad de Ingeniería, UNSJ. Avda. Libertador 1109 (O). CP 5400 San Juan. Argentina.

<sup>2</sup>Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, UNSJ. Avda. Ignacio de la Roza y Meglioli. Rivadavia. CP 5402 San Juan. Argentina.

E-mail: cescudero@unsj-cuim.edu.ar

## Resumen

En esta comunicación se realiza un primer análisis del grado de comprensión adquirido frente a situaciones relacionadas con el estudio del modelo de la partícula durante clases en Física I, segundo semestre del primer año en carreras de ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan. Se analiza la conceptualización introductoria que realizan los estudiantes principalmente acerca del concepto de fuerza de rozamiento estática en situaciones de movimiento físico. Este proceso no se desarrolla en forma aislada, sino que convoca conocimientos previos como los de interacción, inequación, magnitudes absolutas y relativas y capta otros que comienzan a revelarse, como los de equilibrio y transferencia de movimiento, entre otros. Las respuestas a las situaciones planteadas se emplean para investigar de qué manera asimilan nuevos conceptos, redefinen otros y re-estructuran esquemas de conocimiento. Se analizan algunas de las dificultades que tienen los estudiantes para alcanzar altos niveles de aprendizaje significativo y de comprensión en contexto.

**Palabras clave:** Conceptualización; Modelado; Fuerza de rozamiento estática; Inecuación.

## Abstract

In this communication, a first analysis of the degree of comprehension acquired in relation to situations related to the study of the particle model is made during classes in Physics I, second semester of the first year in engineering careers of the National University of San Juan. The introductory conceptualization carried out by the students is analyzed mainly about the concept of static friction force in situations of physical movement. This process does not take place in an isolated way, but rather convenes previous knowledge such as interaction, inequality, absolute and relative magnitudes and captures others that begin to reveal themselves, such as balance and transfer of movement, among others. The answers to the situations raised are used to investigate how they assimilate new concepts, redefine others and re-structure knowledge schemes. Some of the difficulties students have to reach high levels of meaningful learning and comprehension in context are analyzed.

**Keywords:** Conceptualization; Modeling; Static friction force; Inequality.

## I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales entre ellas, la Física, en el ámbito de los cursos básicos de ingeniería, generalmente se desarrolla con grupos numerosos de alumnos. Hasta no hace mucho, la distinción entre "clases de teoría", "prácticas de laboratorio" y "prácticas de problemas de lápiz y papel" era aceptada como algo natural, hasta el punto que, en los cursos universitarios de Física, eran impartidas, a menudo, por distintos profesores que se enfrentaban con la misma realidad: el fracaso en el aprendizaje de los alumnos. Aunque la metodología de trabajo estaba consensuada por los equipos de cátedra, se impartían las mismas clases de teoría y de práctica a grupos bastante heterogéneos de alumnos, sin haber realizado un diagnóstico previo sobre las fortalezas y debilidades de los aprendices.

En los últimos años, se viene observando que existe una brecha entre docentes y alumnos, no sólo generacional sino también comunicacional que impide – entre otros aspectos – el mejor aprovechamiento de las clases presenciales y no presenciales. Pareciera que no existe relación entre las expectativas de unos y

otros, no quedan metas claras ni posibles estrategias necesarias para alcanzar determinados niveles de comprensión.

En un análisis realizado hace algunos años (Escudero, 2005) se aportaban fuertes y claras evidencias de que el movimiento no se constituía en un primitivo conceptual sobre el cual articular y generar la construcción de estructuras de pensamiento en el área. Estos estudios han puesto de relieve debilidades comunes de una resolución tradicional de problemas frecuentemente utilizada en cursos introductorios de Física.

La decisión de abordar más profundamente las primeras situaciones problemáticas que suelen resolverse en la clase de Física, es el resultado de diversas inquietudes en cursos de escuela secundaria y primeros años de universidad. Su carácter representativo de la cultura científica lo amerita: situaciones más fundacionales sobre algunos contenidos abordados permitirían desarrollar concepciones y competencias básicas, hoy diluidas.

El potencial didáctico de un problema parecería que se desvanece, sobre todo en los niveles educativos elementales, si la solución se enfoca exclusivamente hacia un tipo de resolución algorítmica cerrada, en la que el alumno aplica una o más fórmulas concatenadas, que le conducen indefectiblemente a un resultado correcto.

Esta comunicación tiene dos propósitos: (a) describir y reflexionar sobre la complejidad progresiva, a largo y mediano plazo, de las concepciones y competencias físicas y matemáticas que los estudiantes desarrollan dentro y fuera de las instituciones educativas que son necesarias para abordar la dinámica básica del movimiento y (b) establecer mejores vínculos entre las acciones sobre el conocimiento en el mundo físico y social y las expresiones lingüísticas y simbólicas de ese conocimiento.

## II. MARCO TEÓRICO

La teoría del aprendizaje significativo tal como fue propuesta por David Ausubel en la década de 1970 puede ser, hoy, considerada como la visión clásica de ese aprendizaje. Ella se basa en la proposición de que la adquisición y la retención de conocimientos son el producto de un proceso activo integrador e interactivo entre el material de instrucción y las ideas pertinentes en la estructura del estudiante con la que las nuevas ideas se pueden enlazar. La naturaleza del aprendizaje significativo es, en parte, responsable de un almacenamiento de información fuertemente organizado en la mente, una especie de jerarquía conceptual. Este constructo conlleva a una dinámica cognitiva que se explica a través de procesos como asimilación, diferenciación progresiva, reconciliación integradora y obliteración (Ausubel, 2002).

El aprendizaje es significativo cuando nuevos conocimientos pasan a encarnar algo para el estudiante, cuando es capaz de explicar situaciones con sus propias palabras, cuando es capaz de resolver problemas nuevos, cuando es capaz de integrar gran caudal de registros que les proveen las nuevas tecnologías aplicadas al trabajo teórico-experimental; en fin, cuando comprende. Ese aprendizaje se caracteriza por la interacción entre los nuevos conocimientos y aquellos específicamente relevantes ya existentes en la estructura cognitiva del sujeto que aprende, que constituyen, según Ausubel y otros (1978), el factor más importante para la transformación de los significados lógicos, potencialmente significativos, de los materiales de aprendizaje en significados psicológicos. El otro factor de extrema importancia para el aprendizaje significativo es la predisposición para aprender, el esfuerzo deliberado, cognitivo y afectivo, para relacionar de manera no arbitraria y no literal los nuevos conocimientos a la estructura cognitiva.

Los conocimientos previos han de estar relacionados con aquellos que se quieren adquirir de manera que funcionen como base o punto de apoyo para la adquisición de conocimientos nuevos y aquéllos pueden representar creencias muy arraigadas, difíciles de modificar, aun después de haber recibido educación formal.

Destacar el papel del lenguaje en el aprendizaje significativo, en particular en el aula, implica partir del concepto de aprendizaje significativo según Ausubel (1983) y del rol esencial que él le atribuye al lenguaje en su teoría (Moreira, 2004).

Las dificultades que los jóvenes muestran en la interpretación de textos, impide a su vez la comprensión de los problemas planteados y las dificultades en la resolución evidencian el nivel de comprensión de conceptos, leyes o teorías.

En este trabajo se analiza el nivel de significación del aprendizaje alcanzado sobre el concepto de fuerza de rozamiento aplicado en una situación concreta.

### III. METODOLOGÍA

La resolución de problemas es intrínsecamente creativa. Por ello es que no resulta trivial su tratamiento. Hay que ahondar desde la génesis del símbolo hasta los mecanismos de la comprensión de una situación física y de la conceptualización de lo real atravesando nociones con mayor o menor grado de abstracción.

La investigación parte del análisis de las respuestas de los estudiantes, situación planteada en una evaluación integrativa parcial sobre las unidades temáticas de Cinemática y Dinámica a 82 estudiantes de Física I de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica y Mecánica. Estas respuestas sirven para estudiar de qué manera los estudiantes aprenden nuevos conceptos, redefinen otros y re-estructuran esquemas de conocimiento buscando recorridos cognitivos que hagan plausible la solución.

La situación que dio origen a las respuestas que examinamos en esta ocasión fue extraída sin modificar de uno de los libros que integran la bibliografía de consulta propuestos en la asignatura y es la siguiente:

Usted está bajando dos cajas, una encima de la otra, por la rampa que se muestra en la figura, tirando de una cuerda paralela a la superficie de la rampa. Ambas cajas se mueven juntas a rapidez constante de 15,0 cm/s. El coeficiente de fricción cinética entre la rampa y la caja inferior es 0,444; en tanto que el coeficiente de fricción estática entre ambas cajas es de 0,800. (a) ¿Qué fuerza deberá ejercer para lograr esto? (b) ¿Cuáles son la magnitud y la dirección de la fuerza de fricción sobre la caja superior? (Young y Freedman, 2009)

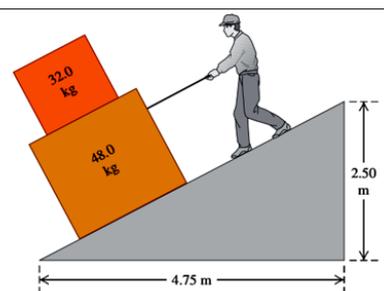


FIGURA 1. Situación problemática.

### IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para poder comparar las respuestas dadas por los estudiantes con las expectativas de los docentes, además de evaluar el grado de comprensión alcanzado por los aprendices en el tema dinámica, se planteó una resolución esperada a fin de medir el grado de acercamiento de las repuestas de los educandos a aquellas esperadas por los educadores (ver anexo). Luego se comenzó dividiendo el cuerpo de respuestas de los 82 estudiantes en dos partes. En la primera, se agruparon aquellos alumnos que intentaron dar respuesta a la situación planteada y el segundo grupo estuvo conformado por aquellos alumnos que no intentaron resolver el problema (grupo D). Dentro de los primeros a su vez se registraron tres niveles de completitud y claridad en las respuestas.

Dado que el ejercicio planteaba dos cuestiones: (a) el valor de la tensión de la cuerda y (b) el valor de la fuerza de rozamiento sobre el bloque superior, la mayor parte de los alumnos procedieron más o menos de la siguiente manera: primero, realizaron un diagrama de fuerzas sobre cada cuerpo, luego, proyectaron esas fuerzas sobre los ejes de un sistema de coordenadas cartesianas, y aplicaron el algoritmo de la segunda ley de Newton ( $\sum_i F_i = ma$ ). Del sistema de dos ecuaciones lineales procedieron a calcular el

valor de la tensión y de la fuerza de rozamiento sin analizar la congruencia entre los valores encontrados y la situación física planteada. La disparidad de los valores hallados hizo que el enfoque del estudio se dirigiera más a cómo se respondía la pregunta (b) porque en general la tensión de la cuerda estaba bien graficada, bien proyectada y el error en el cálculo de su valor dependía, sobre todo, de cómo se habían considerado las otras fuerzas que intervienen en el sistema. Y en base a estas consideraciones, el cuerpo de respuestas quedó agrupado de la siguiente manera:

TABLA I. Agrupamientos de respuestas.

Grupo	Característica	Cantidad de respuestas
A	Respuestas similares a las esperadas	22
B	Respuestas confusas (no consideran al sistema en equilibrio)	27
C	Respuestas muy incompletas	21
D	No responden	12

En el grupo A se encuentran aquellas respuestas en donde se evidencia que han alcanzado a comprender al menos de manera parcial la situación y han propuesto una solución a las preguntas realizadas en el texto del problema (figuras 2 y 3) y, si bien, no argumentan por qué usan algunos algoritmos, se pueden considerar sus características más relevantes como:

- a) Visualizan de manera correcta las fuerzas que actúan sobre cada uno de los cuerpos, o al menos en el cuerpo superior, identificando pares de acción y reacción.
- b) Plantean las ecuaciones de trabajo de acuerdo al diagrama de fuerzas realizado.
- c) Reconocen que el sistema de cuerpos viaja con velocidad constante ( $a = 0$ ).
- d) Consideran que la fuerza de rozamiento entre los dos bloques es estática y muestran que su valor es tal, que equilibra a la proyección de la fuerza peso del bloque superior en la dirección del movimiento, aunque existen respuestas donde se calcula  $\mu_s N$  (ver R<sub>17</sub>).
- e) Pocos estudiantes completan las respuestas con aclaraciones escritas (ver R<sub>26</sub>).

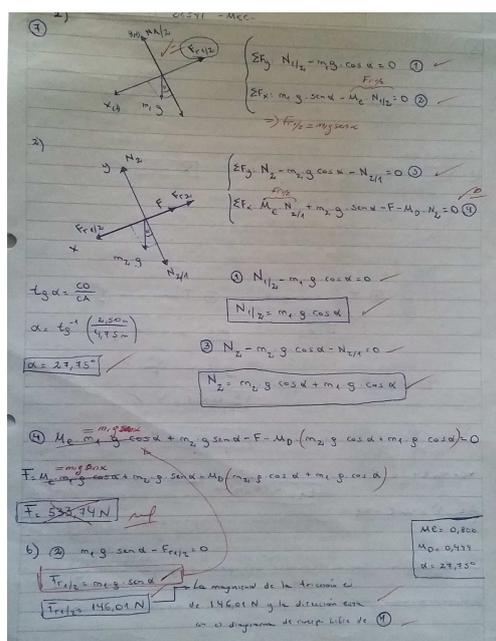


FIGURA 2. Resolución correspondiente a estudiante R<sub>26</sub>.

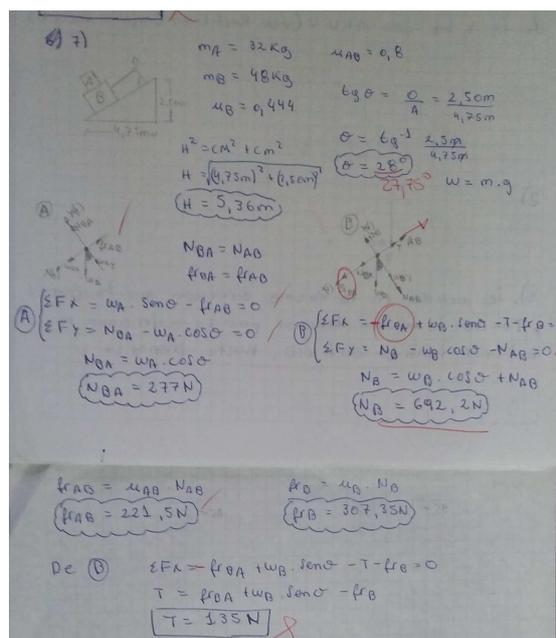


FIGURA 3. Resolución correspondiente a estudiante R<sub>17</sub>.

En el grupo B, se encuentran aquellas respuestas que señalan que el sistema no está en equilibrio, aun cuando existen casos en donde se ha identificado correctamente el conjunto de fuerzas actuantes en cada bloque y que la fuerza de rozamiento estática solamente actúa en el bloque superior (figura 4).

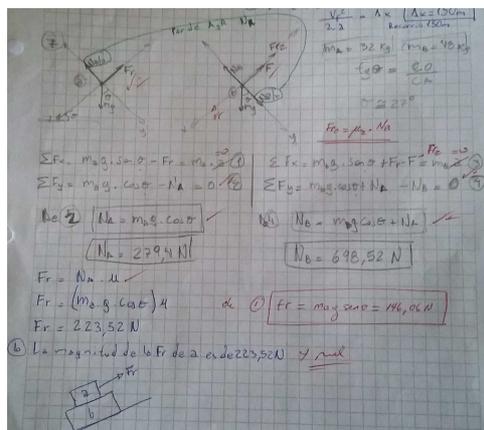


FIGURA 4. Resolución correspondiente al estudiante R<sub>36</sub>.

En el grupo C se agrupan aquellas respuestas de alumnos que comenzaron la resolución de la situación planteando un diagrama de fuerzas para cada cuerpo, aunque los mismos resultan confusos, pues no identifican todas las fuerzas que actúan sobre cada cuerpo; o bien si las identifican, las grafican o proyectan incorrectamente sobre los ejes cartesianos (figura 5).

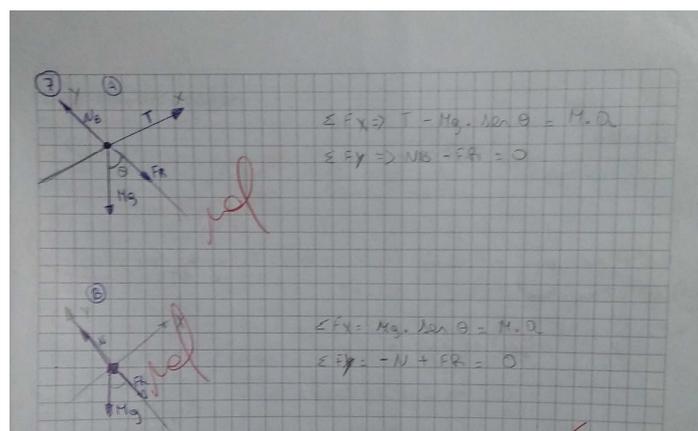


FIGURA 5. Resolución correspondiente al estudiante R<sub>33</sub>.

Del análisis de este grupo de respuestas, surge la idea de que casi el 25 % de la cohorte examinada no ha alcanzado:

- (a) a identificar que una fuerza es el resultado de una interacción entre dos cuerpos,
- (b) a reconocer la reciprocidad de a pares en una interacción,
- (c) a interpretar que un sistema de fuerzas representa la acción simultánea de varios agentes sobre un único cuerpo.

También evidencia el escaso manejo de algunas herramientas pertinentes de geometría y álgebra.

Dentro de un área de conocimiento no todos los conceptos tienen el mismo nivel de importancia. El nivel de significación aludido se define respecto a concepto(s) claves de referencia que se decide que sea(n) aplicado(s) a un conjunto de situaciones (un valor típico en el umbral de la comprensión humana). Y esto se debe al tipo de función que cumplen dentro del campo: otorgan elementos para configurar un perfil diferente al nuevo espacio y a menudo funcionan como vectores de significado entre un nivel de significación y otro. Particularmente, para la enseñanza introductoria de mecánica clásica, por ejemplo, el concepto de fuerza de fricción estática es uno de ellos, con propiedades que hacen factible la posibilidad de iniciar su construcción conceptual en secundario.

### A. ¿Qué ideas están en juego?

Un comentario especial merece en este problema la noción de fuerza de fricción que el estudiante ha construido hasta el momento. El concepto de fuerza de fricción más trabajado en aulas introductorias es según los textos: “*La fuerza de fricción por deslizamiento siempre se opone al movimiento relativo de los cuerpos y, por tanto, tiene dirección opuesta a la de la velocidad relativa entre los cuerpos*”(Alonso y Finn, 1995); “*Esta fuerza (fuerza de frotamiento dinámico) es siempre opuesta al movimiento; o sea, al vector  $v$* ” (Roederer, 2002).

Es decir, que se opone a la dirección de la velocidad. Sin embargo, no siempre es así. No es trivial para un estudiante tener que representar la fuerza de fricción como generadora de la fuerza centrípeta. ¡Hay que vencer esta idea! (Escudero y otros, 2005).

Expresar simplemente que la fuerza de fricción se opone al movimiento es incompleto. Comprender que la fuerza de fricción está actuando de modo de equilibrar, garantizando la condición de velocidad constante; es reconsiderar la idea de que la fuerza de fricción se opone al movimiento como característica intrínseca. Se opone a la tendencia del movimiento, en el sentido de proceso, desarrollo o propensión más que de dirección, sentido o rumbo. Para expresar la solución el estudiante ha tenido que construir un concepto de fricción más elaborado.

*La fuerza de fricción de cada cuerpo es de dirección opuesta a su movimiento relativo al otro cuerpo. Las fuerzas de fricción se oponen automáticamente a este movimiento relativo y nunca contribuyen a él. Aun cuando no existe un movimiento relativo, pueden existir fuerzas de fricción entre superficies.*(Roederer, 2002)

Algunos autores señalan, al tratar estos temas introductoriamente, efectos de la fuerza de fricción como deseables quedando sobrentendidos movimientos del tipo roto-traslatorios y traslaciones en trayectorias curvilíneas, respectivamente.

Queda claro que la operacionalidad de los conceptos y sus relaciones debe ser probada a través de situaciones variadas. En una investigación se debe analizar una mayor variedad de actuaciones y esquemas para comprender en qué consiste, desde el punto de vista cognitivo, este o aquel conjunto de conceptos. Las nociones complejas aún de la física elemental sólo se entienden a través de una diversidad de trabajos prácticos y teóricos. Y comporta, de hecho, varias propiedades, cuya pertinencia es variable de acuerdo con la situación a tratar.

## V. CONCLUSIONES

Avanzar en el aprendizaje del movimiento físico requiere el uso de algunas nociones que permitan que el estudiante pueda iniciarse en el empleo de nuevos conceptos, en el uso diferenciado de conocimientos previos y de formas de representación a las que con frecuencia no está habituado.

Aún hoy en la resolución de problemas,

*se suele seguir considerando que el álgebra, el cálculo, la geometría y los diagramas de representación son lenguajes ya aprendidos, sobre todo si te sitúas en el nivel universitario básico, y que lo importante es lograr una buena transferencia al campo de la resolución de problemas. Bajo esta concepción subyace la idea de que los sistemas de signos usados, por ejemplo, en Física, son simples instrumentos de transposición de conceptos, que no ejercen influencia en su construcción. A la investigación más habitual en resolución de problemas se ha comenzado a integrar el aporte que proviene de trabajos sobre representaciones mentales de los estudiantes y también sobre el uso del lenguaje simbólico. Una cuestión interesante es el abordaje de los sistemas de signos desde el aula, a partir de las representaciones internas de los alumnos que comienzan a interactuar con los primeros conceptos de las disciplinas científicas.* (Escudero, 2007)

Una primera reformulación de una guía de trabajos de resolución de problemas en lápiz y papel, característica en el dictado de dicha disciplina, en la que se incluyan cuestiones de carácter fenomenológico que ayuden a alcanzar niveles superiores en la comprensión de tales conceptos, sería un modesto, no obstante, prometedor comienzo. Se necesita avanzar en más sentidos a la vez.

En cuanto a los niveles de significación superiores son alcanzados por un menor porcentaje de alumnos, lo que denota la dificultad de estos en los procesos de validación e institucionalización de los conceptos. El diseño de las situaciones y acciones didácticas parece requerir de una concepción que provoque y controle esos procesos últimos de la comprensión, validación e institucionalización, para mejorar el trabajo de conceptualización de las nociones y sus relaciones en juego.

Los niveles de significación superiores son logrados con instrucción fundante y *conceptualizadora* que va a las raíces del conocimiento conectando con *sumsumores* específicos. Expresar simplemente que la fuerza de fricción se opone al movimiento o reemplazar datos en una igualdad, son acciones incompletas. Para pertenecer a un nivel de significación superior en esta temática, además de considerar que la fricción entre los bloques es la estática (a pesar de estar en movimiento), deben captar y usar que su valor es tal, que equilibra al sistema en la dirección del movimiento garantizando las condiciones de contorno:  $\mathbf{v} = \text{cte}$ .

Las rupturas en el discurso se sitúan tanto en las características de las situaciones que el profesor propone a sus alumnos como en las diferentes funciones que cumple el discurso del docente para asegurar que los estudiantes sean acompañados en sus cambios.

En tanto que –en un corto plazo– hay un grupo de 27 alumnos que podría estimarse que se encuentra en una etapa de transición, en la que se necesitaría trabajar en forma sistemática e intencionadamente, con estrategias específicas derivadas de las dificultades detectadas.

En ocasión de preparar a los estudiantes para abordar dicha temática, podemos decir que surgen las cuestiones referidas a la conceptualización de las magnitudes y se da pie a reflexionar acerca de la enseñanza de la noción de interacción newtoniana, equilibrio, cantidades absolutas y relativas; y en relación con la continuidad del movimiento, como con algunos de los aspectos relevantes a considerar en la resolución de situaciones problemáticas.

El aprender es un acto tan inherente a la condición humana que se corre el riesgo de naturalizarlo en un marco de actividad espontánea que podría encubrir discontinuidades en la preparación integral de los estudiantes. Es por esto que insistimos en indagar no sólo en las conceptualizaciones más extendidas de la física, sino también en los pliegues donde se alojan las sutilezas que muchas veces iluminan los senderos de la creatividad. Seguimos pensando en generar nuevas maneras de transitar esos caminos.

## REFERENCIAS

Alonso, M. y Finn, E. (1995) *Física*, Vol 1. México: Fondo Educativo Interamericano.

Ausubel, D.P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Ausubel, D. P. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, 2<sup>o</sup> ed. México: Trillas.

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.

Escudero, C. (2005). Inferencias y modelos mentales: un estudio de resolución de problemas acerca de los primeros contenidos de Física abordados en el aula por estudiantes de nivel medio. Tesis doctoral. Universidad de Burgos- Universidad Federal de Rio Grande do Sul.

Escudero, C. (2007). Interacción y actividad instrumental vygotskyana en una perspectiva ausubeliana de aprendizaje. *Revista de Enseñanza de la Física*, 20(1 y 2), 41-54. <http://www.fceia.unr.edu.ar>

Escudero, C., González, S. y Jaime, E. (2005). El análisis de conceptos básicos de física en la resolución de problemas como fuente generadora de nuevas perspectivas. Un estudio en dinámica del movimiento circular. *Revista de Educación y Pedagogía de la Universidad de Antioquia*, XVII(43), 63-78.

Escudero, C., Jaime, E. y González, S. (2017). Un estudio sobre situaciones problemáticas como herramientas de aprendizaje significativo en Física. *Revista FCFyN, UNC*, 4(2), 83-94.

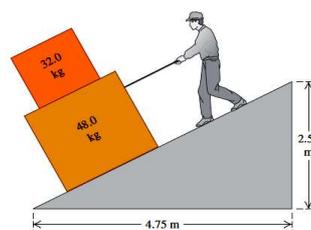
Moreira, M. A. (2004). Lenguaje y aprendizaje significativo. En: M. A. Moreira; M. C. Caballero y M. L. Rodríguez. Burgos. *Aprendizaje significativo: interacción personal, progresividad y lenguaje*. Servicio de Publicaciones Universidad de Burgos.

Roederer, J. (2002). *Mecánica elemental*. Bs. As.: Eudeba.

Young, H. D y Freedman, R. A. (2009) *Física Universitaria*, Vol. 1. 12<sup>da</sup> ed. México: Pearson Educación.

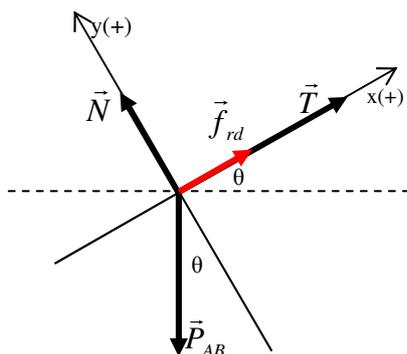
**ANEXO**

Usted está bajando dos cajas, una encima de la otra, por la rampa que se muestra en la figura, tirando de una cuerda paralela a la superficie de la rampa. Ambas cajas se mueven juntas a rapidez constante de 15,0 cm/s. El coeficiente de fricción cinética entre la rampa y la caja inferior es 0,444, en tanto que el coeficiente de fricción estática entre ambas cajas es de 0,80. (a) ¿Qué fuerza deberá ejercer para lograr esto? (b) ¿Cuáles son la magnitud y la dirección de la fuerza de fricción sobre la caja superior?



Solución:

(a) El sistema conformado por los bloques A-B se mueve conjuntamente por la rampa descendiendo con velocidad constante. El diagrama de fuerzas que actúan es el siguiente:



$$\sum F_x : T + f_{rd} - (m_A + m_B)g \cdot \text{sen} \theta = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y : N - (m_A + m_B)g \cdot \text{cos} \theta = 0 \quad (2)$$

$$T = (m_A + m_B)g (\text{sen} \theta - \mu_d \text{cos} \theta) \quad (3)$$

$$T = 57,1 N$$

(b) Para encontrar el valor de la fuerza de rozamiento entre los dos bloques hacemos un diagrama de las fuerzas que actúan sobre el bloque superior A y opcionalmente se puede analizar las fuerzas que actúan sobre el bloque inferior B como manera de corroborar el valor de la tensión encontrado en (a).

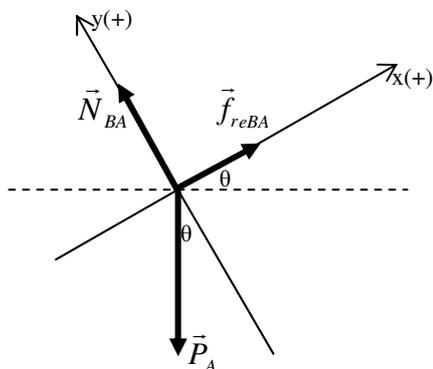


Diagrama de fuerzas sobre el bloque A.

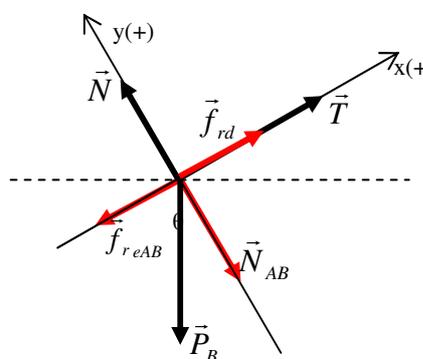


Diagrama de fuerzas sobre el bloque B.

$$\sum F_x : f_{reBA} - m_A g \cdot \text{sen} \theta = 0 \quad (4)$$

$$\sum F_y : m_A g \text{cos} \theta - N_{BA} = 0 \quad (5)$$

La fuerza de rozamiento estática entre los 2 bloques se calcula a partir de la expresión (4)

$$f_{reBA} = m_A g \text{sen} \theta$$

$$f_{reBA} = 146 N$$

Esta fuerza tiene la dirección del plano inclinado: en el cuerpo A se opone al sentido de movimiento de mientras que en el bloque B, se orienta en el mismo sentido de movimiento