

# Argumentación matemática en la solución de problemas de física: El caso de la Ley de Hooke

Pabón, Carlos - Galindo, Fabián - Soler, Nubia  
carlospab@gmail.com – fabianaristo@gmail.com - nsoler@gmail.com  
Universidad Pedagógica Nacional, (Colombia)

## Resumen

A partir de un taller con estudiantes de ciclo V en dos colegios oficiales de Bogotá se propone un problema de corte investigativo referente a la aplicación de la Ley de Hooke a las bandas elásticas. Se hace una propuesta de análisis desde la teoría de los marcos epistémicos dentro el modelo RF (Resource Framework) acerca de las afirmaciones, recursos y garantes a través de 3 fases experimentales.

**Palabras clave:** Modelo argumentativo de Toulmin, marcos epistémicos, modelo RF, resolución de problemas.

## 1. Introducción

Al momento de resolver problemas en física es común observar dificultades a la hora de argumentar ciertas afirmaciones que pueden ser consecuencia de la familiaridad de los estudiantes con ciertas nociones matemáticas o pueden provenir de la experiencia con la manipulación de ciertos objetos reales, conocimiento de sus propiedades físicas u otros tipos de conocimientos previos. Tales recursos son los que se pretenden evidenciar mediante la secuencia de actividades que se plantea para estudiantes de ciclo V de dos

colegios oficiales de Bogotá. Se propone estudiar la aplicabilidad de la ley de Hooke a una banda elástica. Además se pone en discusión cómo cambia la elongación con el número de CDs suspendidos si se cambia el sistema por un sistema de dos bandas en serie o dos bandas en paralelo.

Esta actividad permite explorar las diferentes afirmaciones, datos y garantías que aparecen en los argumentos de los estudiantes de acuerdo con el modelo de Toulmin (citado por Bing & Redish, 2009), así como los recursos epistémicos usados, entendidos como el conjunto de nociones, conocimientos empíricos, entre otros, construidos en la mente de cada estudiante al abordar un problema (Bing & Redish, 2009) y el marco de recursos que usan en cada una de las fases experimentales, este marco resulta ser un subconjunto más limitado cuya construcción se detalla más adelante.

Primero se presentó a los estudiantes una guía en la que se pedía un análisis centrado en una gráfica acerca del comportamiento de un resorte. Se encontró que los estudiantes en la mayoría de los casos presentaba dificultad para responder a preguntas de tipo argumentativo, debido al escaso manejo del lenguaje escrito no fue posible evidenciar los recursos y argumentos de manera adecuada lo que condujo a un replanteamiento de la actividad que terminó en una serie de experimentos con bandas elásticas que son elementos de uso más cotidiano y permiten al estudiante un acercamiento más íntimo al trabajo del físico actual, constituyendo lo que se denomina como la metáfora del físico teórico (Jahnke, 2005). En este sentido, las actividades que se proponen constituyen una secuencia de aprendizaje en la que los alumnos develan al educador los mecanismos de razonamiento para resolver un problema, entendido no como un ejercicio de libro sino como una pregunta elaborada de investigación (Gil Pérez, Martínez Torregrosa, & Senent Pérez, 1988).

## 2. Marco de referencia

Para el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes, el estudio toma como referente el modelo RF descrito por Bing y Redish (2009) como el resultado de la interacción del estudiante con su entorno en una especie de red similar a lo que ocurre dentro de una red neuronal. El RF es un modelo

fenomenológico y cualitativo para describir el desarrollo epistemológico que se da en los estudiantes a través del marco de recursos que el estudiante va encerrando a los estrictamente necesarios para describir determinada situación o fenómeno o para resolver un problema. Bing y Redish (2009) sostienen que los marcos pueden identificarse a partir de los garantes que los estudiantes hacen al construir sus argumentos según el modelo de Toulmin. Aunque aplican sus investigaciones a los argumentos en estudiantes universitarios, es posible que este modelo pueda ser aplicado para el estudio de lo que pasa a nivel de estudiantes de secundaria.

Según el modelo de RF, diferentes conjuntos de recursos se activan conjuntamente y no son independientes, así por ejemplo cuando se le pregunta al estudiante por la elongación de una banda elástica se activa el recurso de unidades de medición y el de cualidades físicas de las bandas de manera conjunta.

### 3. Aspectos metodológicos

Dado que se trata de un estudio que acude directamente a la actividad matemática desarrollada en el aula se puede clasificar como una investigación aplicada y por orientarse hacia el análisis de una práctica en el ambiente natural de la clase que no desconoce aspectos del contexto de los estudiantes se puede ubicar como una investigación de carácter cualitativo.

Los participantes de la investigación son (además de los autores, en calidad de investigadores) los estudiantes del grado 1101 del Colegio San Isidro Sur oriental IED Jornada tarde y los estudiantes de 1101 y 1102 del Colegio Julio Garavito Armero IED Jornada Mañana.

El trabajo gira en torno a las situaciones que a continuación se describen: se suspende de una banda de caucho un CD y se aumenta progresivamente su número. El interés es estudiar el comportamiento de la elongación de la banda de caucho conforme se aumenta el número de CDs suspendidos. Una segunda situación consiste en considerar la misma relación para dos bandas de idénticas características elásticas conectadas en serie, y una tercera con las bandas conectadas en paralelo.

Cada una de estas situaciones se abordó en tres momentos de diferente naturaleza:

- Experimento mental: cada estudiante imagina las tres situaciones mencionadas y hace estimaciones de la elongación de la banda o las bandas, recurriendo exclusivamente a su intuición y experiencia previa con bandas de caucho y CDs.
- Experimento virtual: con base en un archivo de GeoGebra que simulaba el comportamiento elástico de las bandas al cambiar el número de CDs mediante un deslizador (asumiendo la ley de Hooke), los estudiantes (reunidos por grupos de 3 o 4 personas) llenaron una serie de tablas y deben responder algunas preguntas para las tres situaciones en cuestión.
- Experimento real: los estudiantes, reunidos en grupos de 3 o 4, resolvieron una actividad similar a la anterior, pero esta vez midiendo la elongación al utilizar bandas de caucho y CDs reales.

Finalmente, se llevó a cabo una discusión final que recogía conclusiones y observaciones obtenidas por los estudiantes al concluir el trabajo de los tres experimentos.

El registro de la información se hizo a través de los escritos de los estudiantes en el caso del experimento mental, de grabaciones de audio y vídeo de los grupos de trabajo para los experimentos virtual y real y una videograbación del grupo completo para la socialización.

## 4. Desarrollo de la propuesta

La propuesta para el análisis de los datos obtenidos se efectúa mediante la determinación de algunas categorías asociadas a los recursos que se evidencian a través de los argumentos de los estudiantes, a saber, la proporcionalidad, las cualidades físicas de bandas y CDs y las medidas. De igual manera, se propone aspectos analíticos a desarrollar en el transcurso de la investigación.

En cada uno de los tres experimentos se identifican los recursos, afinaciones, garantes y encuadres epistémicos presentes de acuerdo con las respuestas de los estudiantes.

**Tabla 1: Primera clasificación de los recursos y marcos usados por los estudiantes**

DATOS	TIPO	AFIRMACIÓN	GARANTES	RECURSOS	ENCUADRES
1 CD elonga la banda 1 cm	III	Cuando ponemos 1 CD se estira 1 cm y si colocamos 2 se estirará el doble.	Porque si uno hace elongo la banda 1 cm, dos lo hacen elongo 2 cm	Existe una idea previa de proporcionalidad lineal. Se pone en juego la idea de que la banda se comporta de manera uniforme a largo de todo el experimento	Se constituye un encuadre o marco de cálculo en el que el o la estudiante simplemente realiza una multiplicación o una serie de sumas.

Con base en las observaciones registradas en la tabla se hizo una propuesta de clasificación de los argumentos de acuerdo con el uso que se hace de los recursos involucrados en sus argumentos.

## 5. Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos puede verse que es factible aplicar el modelo RF al estudio de los argumentos dados por los estudiantes al enfrentar el problema de la ley de Hooke para las bandas elásticas. Hasta el momento se han establecido las categorías esenciales mencionadas en el apartado anterior y se pretende construir las matrices por estudiante y por categorías que permitan visualizar tal categorización.

Aplicar el modelo Rf para el análisis de la argumentación a nivel secundaria puede ser un recurso sumamente valioso para entender las dificultades de nuestros estudiantes y de esta manera dar luces de cómo concebir actividades didácticas provechosas para el desarrollo de las clases de física y matemática dentro de un currículo que tienda a la transversalidad.

## Referencias bibliográficas

- Bing, T. J., & Redish, E. F. (2009). Analyzing problem solving using math in physics: Epistemological framing via warrants. *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* , 5 (2), 020108.
- Gil Pérez, D., Martínez Torregrosa, J., & Senent Pérez, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las ciencias* , 6 (2), 131-146.
- Jahnke, H. N. (2005). A genetic approach to proof. En M. Bosch (Ed.), *Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, (págs. 428-437). Sant Feliu de Guíxols.