

COMPRENSIÓN DE PROFESORES SOBRE EL DOMINIO DE ADECUACIÓN EMPÍRICA DE MODELOS DE LA FÍSICA

SALINAS LANCIOTTI, J. (1)

Departamento de Física. Universidad Nacional de Tucumán jsalinas@herrera.unt.edu.ar

Resumen

Se insiste en la importancia de los modelos en la educación científica. Los comportamientos modelados se rigen por las leyes de las teorías, pero los sistemas reales actúan a su modo. Incorporar los modelos a la enseñanza, requiere docentes capacitados para llevar al aula la compleja relación científica entre modelo y realidad.

El objetivo de esta investigación fue indagar si los docentes de Física son capaces de dilucidar, con procedimientos y criterios científicos, si un modelo más simple que otros es suficiente para tratar una dada situación.

En total participaron 58 profesores, que pusieron de manifiesto importantes dificultades. Se recomienda reforzar la formación epistemológica y experimental de los docentes, para que alcancen una mejor y más profunda comprensión del dominio de adecuación empírica de los contenidos disciplinares que enseñan.

OBJETIVO

El objetivo fue indagar si los docentes de Física son capaces de dilucidar, con procedimientos y criterios

científicos, si un modelo más simple que otros es suficiente para tratar una dada situación.

MARCO TEÓRICO

Los modelos pueden ser considerados como las principales herramientas de los científicos para producir conocimiento y están entre los principales productos de la ciencia. Son reconocidos como factores importantes en la educación científica (Gilbert, 2004), para dotarla de más sentido y aproximarla a la manera en que la ciencia es construida.

El comportamiento del modelo está definido por las leyes de la teoría, pero los sistemas reales se comportan a su modo. Incorporar los modelos a la enseñanza, requiere docentes capacitados para llevar al aula la compleja relación científica entre modelo y realidad.

Desde una visión epistemológica, Bunge (1985) explica:

- Una teoría científica fáctica refiere a un sistema y el modelo representa ese sistema. Las leyes de la teoría se cumplen bajo las condiciones establecidas en el modelo.
- Los modelos son ideales; representan pocos aspectos de los sistemas reales, introducen pocas variables y consideran pocas relaciones.
- Las simplificaciones e idealizaciones de los modelos se propagan como incertidumbres en las consecuencias contrastables de las teorías.
- Al contrastar se confrontan una proposición teórica cuantitativa (T) y la correspondiente proposición empírica (E). Por convención, T es coherente con E si la diferencia entre los correspondientes valores numéricos no es mayor que el error experimental.
- Para solucionar las discrepancias que aparecen en los controles empíricos, puede modificarse el cuadro teórico. Pero la nueva teoría también referirá a un modelo ideal.

A los fines de su aplicación, un cambio en el modelo será irrelevante si el error experimental oculta el efecto esperado. Esta es la cuestión clave, cuya comprensión y empleo por parte de los docentes de Física interesa en esta investigación.

El marco teórico reúne también aportes de visiones psicológicas constructivistas y ontológicas de realismo científico (Cubero, 2005). Desde la investigación educativa, se concibe al profesor como director del equipo conformado por los estudiantes ("investigadores noveles"), para (re)construir los contenidos de la disciplina con moldes compatibles con los científicos (Gil Pérez, 1993).

DESARROLLO DEL TEMA

Se elaboraron actividades que fueron incorporadas a cursos de capacitación docente para colegas con desempeño en el nivel medio (NM) y en los primeros años universitarios (NU).

Para controlar la validez de los enunciados, se los sometió a la crítica de investigadores que conocían el objetivo y no interactuaban con los docentes destinatarios. La confiabilidad fue controlada mediante enunciados que reiteraban el mismo aspecto bajo diferentes formatos (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2003).

Se recogieron datos durante cuatro años consecutivos, administrando los mismos enunciados:

| |
|--|
| E1.- Califique como “poca”, “media” o “mucho” la importancia de los siguientes conceptos para favorecer mejores aprendizajes de los contenidos de Mecánica. Justifique sus respuestas. a) Abducción; b) Axioma; c) Deducción; d) Error experimental; e) Hipótesis; f) Inducción; g) Ley; h) Modelo; i) Teorema; j) Teoría. |
| E2.- En un gráfico de posición versus tiempo para un cuerpo con movimiento unidimensional, se observa que los valores representados se ubican sobre una curva ligeramente combada. ¿Podría asumirse que el movimiento es rectilíneo uniforme? Explique. |
| E3.- El valor del coeficiente de dilatación lineal depende de la temperatura. Sin embargo, en general se lo considera como constante para un dado material en rangos muy amplios de temperatura. ¿Cuál es la razón por la que se procede de esta manera? Explique. |
| E4.- Una esfera pequeña cae en el seno de aceite. Un estudiante propone despreciar el empuje en el análisis de su movimiento. ¿Cuál es su opinión al respecto? Explique. |
| E5.- La resistencia de un amperímetro debe ser “pequeña” comparada con las otras resistencias del circuito, para evitar que la incorporación del instrumento modifique apreciablemente la corriente que se desea medir. Brinde una definición operacional clara y precisa del término “ R pequeña” en este contexto. |
| E6.- En un circuito LCR, la resistencia afecta débilmente la frecuencia de oscilación. ¿Qué valor mínimo debe tener R para que su efecto sea perceptible? Explique. |

Los enunciados no se administraron todos juntos sino distribuidos a lo largo de cada curso, en el mismo orden. Los profesores trabajaron en grupos pequeños (como máximo, cuatro integrantes); luego pasaban a un intercambio colectivo orientado.

En total, a lo largo de los cuatro años, participaron 58 profesores (25 NM y 33 NU), organizados en 17 grupos pequeños (8 grupos de NM y 9 grupos de NU).

La distribución de las respuestas de los grupos pequeños (previas al intercambio colectivo orientado) se presenta en las tablas que siguen (E1, E2, etc., refiere al enunciado; el cociente entre paréntesis informa el número de grupos sobre el total de grupos).

Profesores con docencia en nivel medio (NM):

| | | | | | | |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| - Correcto: | E1 (0) | E2 (0/8) | E3 (1/8) | E4 (3/8) | E5 (4/8) | E6 (3/8) |
| - Incorrecto: | E1 (7/8) | E2 (8/8) | E3 (6/8) | E4 (5/8) | E5 (2/8) | E6 (4/8) |
| - Descartado: | E1 (1/8) | E2 (0/8) | E3 (1/8) | E4 (0/8) | E5 (2/8) | E6 (1/8) |

Profesores con docencia en primeros años universitarios (NU):

| | | | | | | |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| - Correcto: | E1 (2/9) | E2 (0/9) | E3 (2/9) | E4 (4/9) | E5 (8/9) | E6 (4/9) |
| - Incorrecto: | E1 (6/9) | E2 (9/9) | E3 (5/9) | E4 (4/9) | E5 (0/9) | E6 (3/9) |
| - Descartado: | E1 (1/9) | E2 (0/9) | E3 (2/9) | E4 (1/9) | E5 (1/9) | E6 (2/9) |

Se descartaron las respuestas en blanco, confusas, ambiguas.

Las respuestas a E1 fueron consideradas incorrectas cuando se considera "poca" la importancia de la noción de error experimental en el aprendizaje de contenidos de Física, o cuando, considerándola "media" o "mucho", no se menciona su papel en el control empírico de los enunciados teóricos. Las respuestas a E2, E3, E4, E5 y E6 fueron consideradas incorrectas cuando no se hace referencia al error experimental.

Las respuestas a E1 fueron consideradas correctas cuando se considera "media" o "mucho" la importancia de la noción de error experimental en el aprendizaje de contenidos de Física, y se menciona su papel en el control empírico de los enunciados teóricos. Las respuestas a E2, E3, E4, E5 y E6 fueron consideradas correctas cuando se menciona que el uso de un modelo más complejo, es necesario sólo si el cambio que éste predice sobre la magnitud medida, es mayor que el error experimental con que se la mide.

No interesa aquí caracterizar comparativamente lo obtenido en el NM y en el NU, sino destacar las importantes dificultades, en ambos colectivos, para dilucidar con criterios científicos si un modelo más simple que otros es suficiente para tratar una dada situación. Esto converge con resultados reportados en otros trabajos y puede interpretarse como manifestación de severas limitaciones en la formación de los docentes.

CONCLUSIONES

Los modelos se vacían de significado, de sentido y de utilidad si no se los enseña y se los aprende como partes de respuestas científicas a preguntas sobre el mundo.

Aunque se mantenga la pregunta, para un dado referente se puede contar con más de un modelo consensado, según la precisión pretendida para el ajuste entre predicción teórica y comportamiento real.

Los docentes de Física en ejercicio en el nivel medio y en los primeros años universitarios, muestran limitaciones para discernir, en una dada situación, cuál, de entre diversos modelos alternativos, es el que se elegirá para representar el sistema bajo estudio.

La formación epistemológica y experimental de los docentes debiera ser reforzada para que alcancen una mejor y más profunda comprensión del dominio de adecuación empírica de los contenidos disciplinares que enseñan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUNGE, M. (1985). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.

CUBERO, R. (2005). *Perspectivas constructivistas*. Barcelona: Graó.

GIL PÉREZ, D. (1993). Contribución de la historia y filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), pp. 197-212.

GILBERT, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to a more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, pp. 115-130.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ COLLADO, C.; BAPTISTA LUCIO, P.; (2003); *Metodología de la investigación*; McGraw Hill; México.

CITACIÓN

SALINAS, J. (2009). Comprensión de profesores sobre el dominio de adecuación empírica de modelos de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3556-3560
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3556-3560.pdf>