

COLOQUIO DE Φ ÍSICA

UNIVERSIDAD DEL VALLE
Departamento de Física &
Posgrado en Ciencias-Física



Semestre I – II de 2013

Celebración 50 años de la Creación del Depto. de Física

Estimación cuantitativa del estado de conocimiento de un grupo clase con respecto a un concepto científico

Carlos Uribe Gartner¹

Departamento de Física

Universidad del Valle

Bao (1999), y Bao y Redish (2006) proponen un modelo teórico para comprender el estado de conocimiento de los estudiantes con respecto a los diversos conceptos científicos, y una metodología generada a partir de este modelo para estimar cuantitativamente el estado de conocimiento de un grupo clase, que denominan “Model analysis”. En esencia, el modelo teórico postula que en la memoria a largo plazo pueden coexistir diversas conceptualizaciones incompatibles acerca de un determinado fenómeno natural o clase de fenómenos (por ejemplo la causa del movimiento rectilíneo uniforme), siendo el número de tales conceptualizaciones (o modelos mentales) la dimensión del “espacio de modelos” del concepto estudiado. Cuando el sujeto se enfrenta a un problema relacionado con esta clase de fenómenos, para cada uno de los modelos mentales que coexisten en la memoria a largo plazo del sujeto existe una probabilidad de su activación en su memoria de trabajo, activación producida por el contexto del problema. El estado de conocimiento del sujeto se representa mediante un vector en un espacio vectorial de dimensión igual a la dimensión del espacio de modelos, cuyas componentes son dichas probabilidades. Equivalentemente, dicho estado se representa mediante una matriz densidad para el sujeto. La matriz densidad de un grupo-clase, que se obtiene efectuando un promedio aritmético de las matrices densidad individuales de los estudiantes que integran el grupo, representa el estado de conocimiento grupal. La metodología propuesta por Bao y Redish consiste en una secuencia de procedimientos de investigación cognitiva, inicialmente cualitativa y posteriormente cuantitativa. Los primeros permiten describir la gama de dichos modelos para un determinado concepto científico; los segundos conducen a la construcción de instrumentos de opción múltiple que permitan estimar cuantitativamente el estado de conocimiento de cada estudiante con respecto al concepto estudiado mediante una diversidad de situaciones o contextos. A partir de los datos individuales obtenidos con estos instrumentos se construye la matriz densidad del grupo, que por definición es una matriz simétrica definida positiva de traza 1 cuyos autovalores son todos reales y

¹Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, Universidad Autónoma de Barcelona

están en el intervalo [0, 1]. La etapa final del procedimiento cuantitativo consiste en utilizar los autovalores y autovectores de la matriz densidad para estimar el grado de consistencia, tanto interindividual (homogeneidad del grupo) como intraindividual (coherencia al usar un mismo modelo en el rango de contextos utilizados), en el uso de los modelos por parte de los estudiantes. Para simplificar la exposición, los autores se restringen al caso más simple posible, en que el espacio de modelos tiene dimensión tres. El modelo mental 1 es el modelo científico, el 2 es el “modelo del sentido común”, es decir, la conceptualización espontánea que los estudiantes se han formado sobre el fenómeno en cuestión en su interacción cotidiana con el mundo físico, y el modelo 3 es el “modelo nulo”, al cual se asocian las respuestas erróneas de los estudiantes ante problemas que involucran el concepto estudiado, pero que no pueden atribuirse al modelo 2. En el ejemplo del movimiento rectilíneo uniforme, el modelo 1 se resume en la creencia de que **no** es necesaria una fuerza en la dirección del movimiento para mantenerlo, y el modelo 2 en la creencia de que tal fuerza **sí** es necesaria (el modelo 3 se introduce para que el conjunto de modelos sea completo, en el sentido de que la suma de probabilidades de activación sea la unidad). El proceso de aprendizaje del estudiante típico consiste en la modificación de su estado de conocimiento, desde un estado inicial puro, en el que la probabilidad de activación del modelo 2 es 1, representado por el vector [0 1 0], hasta un estado final puro, en el que la probabilidad de activación del modelo 1 es 1, representado por el vector [1 0 0]. Si todos los estudiantes del grupo están consistentemente en el modelo 2, la matriz densidad del grupo sería la matriz (a), figura 1. Pero en general, y dada la pluralidad de experiencias de aprendizaje que han tenido los estudiantes al llegar al primer curso formal de física, la matriz densidad del grupo será de la forma (b), en el que muchos estudiantes tienen múltiples modelos y los utilizan inconsistentemente. La forma (c) representaría un estado grupal en el que el 30% de los estudiantes aplica consistentemente el modelo newtoniano, el 60% aplica consistentemente el modelo de sentido común, y el 10% no puede asociarse a ninguno de los dos modelos.

$$(a) \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} (b) \begin{bmatrix} 0.38 & 0.22 & 0.04 \\ 0.22 & 0.57 & 0.06 \\ 0.04 & 0.06 & 0.05 \end{bmatrix} (c) \begin{bmatrix} 0.30 & 0 & 0 \\ 0 & 0.60 & 0 \\ 0 & 0 & 0.10 \end{bmatrix}$$

Figura 1. Casos extremos y típicos de la matriz densidad de un grupo

En este coloquio se hará una introducción conceptual al modelo teórico y la metodología de análisis de modelos de Bao y Redish, se presentará el formalismo de la matriz densidad como representación del estado de conocimiento de un grupo, y se discutirá su utilización para evaluar una metodología didáctica innovadora empleada en el curso de Física Fundamental I en el semestre Agosto-Diciembre de 2012.

Referencias

- Bao, L. (1999). *Dynamics of Student Modeling: A theory, algorithms, and application to Quantum Mechanics* (Doctoral). University of Maryland, EUA. Retrieved from <http://www.physics.ohio-state.edu/~lbao/archive/Thesis/Thesis.htm>
- Bao, L., & Redish, E. F. (2006). Model Analysis: Representing and Assessing the dynamics of student learning. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 2(010103), 1–15.

Mayo 16 de 2013, 11:00 AM, Sala de Conferencias del Departamento de Física
Edificio de Ciencias Naturales y Exactas, Espacio 320-2182