

LOS MODELOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS EN FISICOQUÍMICA

ARÉVALO MORA, XÓCHITL; ORTEGA HERNÁNDEZ, ALFREDO y DOMÍNGUEZ DANACHE, RAMIRO E.

Facultad de Química, Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Circuito Escolar s/n, México, D. F. 04510, México.

Palabras clave: Estrategia; Modelización; Didáctica; Ciencia; Aplicaciones.

OBJETIVOS

Incorporar la utilización de “*modelos escolares y didáctico-científicos*” a la construcción y evaluación de los conocimientos en Físicoquímica, para los cursos básicos de las licenciaturas que se imparten en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

MARCO TEÓRICO

La Físicoquímica forma parte del grupo de conocimientos estructurales de las ciencias duras, lo que conlleva un alto grado de dificultad para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Ante la imposibilidad de abordar en un curso regular, de cualquier asignatura, todos los conocimientos relacionados con los temas que en el programa se enlistan y habiendo recorrido, durante nuestra formación y práctica como docentes, las distintas corrientes pedagógicas y didácticas, llegamos al convencimiento de que la mejor manera de adquirir-transmitir y evaluar los conocimientos es mediante la autorregulación del aprendizaje y que la forma más eficaz de lograrla es mediante la aplicación, uso y diseño de modelos que en principio se elaboren en las aulas.

EVALUACIÓN A TRAVÉS DE MODELOS

La secuencia lógica en el aprendizaje, concuerda con las etapas del desarrollo de los individuos, se transita del realismo ingenuo (las cosas son como las vemos), al realismo interpretativo (los modelos que se nos han presentado son entes reales que en algún momento el avance tecnológico nos permitirá verlos), y finalmente se accede al constructivismo o relativismo que nos permite interpretar la realidad a partir de modelos, magnitudes y conceptos que no necesariamente existen por sí mismos, sino que se definen y cobran sentido dentro del marco de referencia de una teoría.

Llegamos así a la enseñanza por construcción, explicación y contrastación de modelos, asumimos que los alumnos no se enfrentan a los mismos problemas que en su día intentaron resolver los científicos, ya que además de abordarlos en un contexto diferente, disponen de las teorías y los modelos paradigmáticos elaborados por aquellos.

Por otra parte, la función social de un docente no es la misma que la de un científico que es quien produce conocimientos; nuestra labor es colaborar con los alumnos para que reconstruyan e incorporen los conocimientos de la ciencia, extrapolen esos conocimientos a los problemas que tendrán que resolver, interrelacionando los distintos campos del saber para integrarlos metacognitivamente haciéndolos así, capaces de formular y responder a nuevas preguntas, lo que eventualmente les permitirá crear nuevos conocimientos.

El docente debe explicitar diversos modelos alternativos que se deben contrastar para comprender las diferencias conceptuales, los alcances y limitaciones de cada uno, incitando a los alumnos, en todo momento, a crear sus propios modelos para explicar la realidad mediante el ejercicio dialéctico de argumentar y contra argumentar para establecer la coherencia, solidez y alcance de los modelos propuestos, teniendo en mente que ningún modelo es autosuficiente y que en principio los modelos mentales no requieren ser técnicamente correctos, pero si deben ser funcionales, (Harrison y Treagust, 1996)

Según Jiménez Alexandre y Sanmartí, (1997) los fines esenciales de la educación científica son:

1. El aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos.
2. El desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamiento.
3. El desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas.
4. El desarrollo de actitudes y valores.
5. La construcción de una imagen de la ciencia.

Al hacer un breve análisis de nuestra práctica docente creemos que la mayoría aceptaremos que: de los cinco puntos arriba listados sólo llegamos al aprendizaje de conceptos, resolución de ejercicios (que no problemas), y desarrollo de algunas destrezas experimentales. El desarrollo de actitudes y valores no forma parte del currículo, aunque se da en forma no del todo intencional o consciente.

Es frecuente escuchar que no incluimos en nuestros cursos todos los conocimientos necesarios o deseables porque los alumnos no están motivados y así el avance del programa es muy lento; entonces primero debemos plantearnos la pregunta: ¿cómo motivar a los alumnos?. Según Claxton, 1984: “La motivación ante una tarea es el producto de la interacción entre dos factores: la expectativa de éxito y el valor concedido a ése éxito.”

En el ámbito familiar y en la educación básica se recurre con frecuencia a los premios y castigos, es decir a la motivación extrínseca, pero la educación universitaria sólo debe apoyarse en la motivación intrínseca, en la que el móvil del aprendizaje debe ser precisamente aprender.

“Motivar es cambiar las prioridades de una persona”, (Claxton, 1984), es decir, la motivación no es algo que está o no está en el aula, es un producto de la interacción social dentro de la misma. En consecuencia, una evaluación que ayude a regular el autoaprendizaje contribuirá poderosamente a la motivación intrínseca, aquí está la enorme ventaja de evaluar a través de modelos.

DESARROLLO

¿Qué es y cómo se construye un modelo?

Según el National Research Council (1996), los modelos son esquemas o estructuras de prueba que corresponden a objetos reales, sucesos o clases de sucesos y que tienen poder explicativo.

Los modelos adquieren diferentes formas, planes, construcciones mentales, ecuaciones matemáticas y simulaciones por ordenador, incluyendo objetos físicos. Los modelos ayudan a comprender cómo funcionan las cosas. Para esto se requiere:

1. Observar las manifestaciones del hecho, fenómeno o sistema que se desea explicar con el modelo.

2. Descubrir, anotar y clasificar las regularidades de los distintos aspectos del sistema que se desea modelizar.
3. Crear analogías y/o metáforas que permitan visualizar en forma concreta lo que se pretende modelizar.

Una vez creado el modelo, se hace una predicción del fenómeno que se está modelizando, si los resultados no concuerdan, se modifica el modelo luego de mejorar críticamente cada etapa de la construcción, se hace una nueva predicción para verificar si con tales modificaciones las predicciones del modelo concuerdan con el hecho o fenómeno. Este es un proceso dialéctico en el que se asegura que cualquier modelo es perfectible.

El éxito de un modelo va a depender de la correspondencia que haya entre las manifestaciones del sistema real con los resultados provenientes del modelo generado. Al alentar al alumno a crear sus propios modelos acerca de fenómenos reales observables, se favorece la mejor comprensión de los modelos científicos, evitándose la confusión entre los modelos y la realidad, al mismo tiempo que se incrementa su interés por aprenderla e interpretarla, lo que seguramente redundará en una mayor autonomía y así desarrollar su creatividad.

¿Cómo evaluar?

Los alumnos deberán enfrentarse a los modelos conocidos o paradigmáticos para explicitarlos a través de sus propios modelos simplificados pero congruentes con los ya conocidos.

Los problemas que despierten su interés deberán ser abordados a través de modelos, basados en los existentes o en modelos alternativos de su propia creación.

Deberán ser capaces de argumentar y contra argumentar sobre los modelos existentes, los de sus compañeros y aún de los propios.

La evaluación surgirá durante este proceso (autorregulación) en el que al mismo tiempo se irá construyendo una imagen de la ciencia como conocimiento en evolución.

¿Dificultades?

Quizá el inducir en los alumnos cierto tipo de escepticismo con respecto a toda forma de conocimiento favorecería el desarrollo de una mentalidad abierta y crítica, características esenciales de un científico.

Si bien es cierto que solamente una fracción muy pequeña de la población universitaria culminará sus estudios como nuevos científicos, su formación es nuestra responsabilidad.

¿Cómo evitar las dificultades?

La integración jerárquica entre las distintas teorías y modelos, que se apoya en el contexto metacognitivo optimizará el proceso enseñanza autorregulación aprendizaje y el docente debe ser capaz de asumir los múltiples roles que este tipo de evaluación requiere.

Propuesta de enseñanza del Equilibrio Térmico a través de un modelo basado en analogías.

Como se dijo anteriormente, las analogías resultan útiles y atractivas para comprender conceptos que requieren de un alto grado de abstracción así como de conocimientos sólidos en el campo de la matemática y de la física.

En el caso de la termodinámica, comprender los conceptos de temperatura, calor, capacidad térmica, capacidad térmica específica y equilibrio térmico, resultan complicados debido a que formalmente se requiere de una buena preparación en el campo de la matemática y de la física para abordarlos. Aunado a lo anterior, algunos de los conceptos involucrados ya tienen un significado coloquial que con mucha frecuencia se desvía o contrapone del “verdadero” que se desprende del estudio riguroso en el ámbito científico.

Conducir a los alumnos a través de una analogía recurriendo a algo más tangible, les permitirá construir un modelo semejante que explique el comportamiento de las variables en cuestión.

En los libros, regularmente se explica la capacidad térmica específica como la cantidad de calor dq que se suministra a un sistema para elevar la temperatura en un grado.

$$C = dq/dT \text{ Cantidad de calor/(elevación de temperatura)}$$

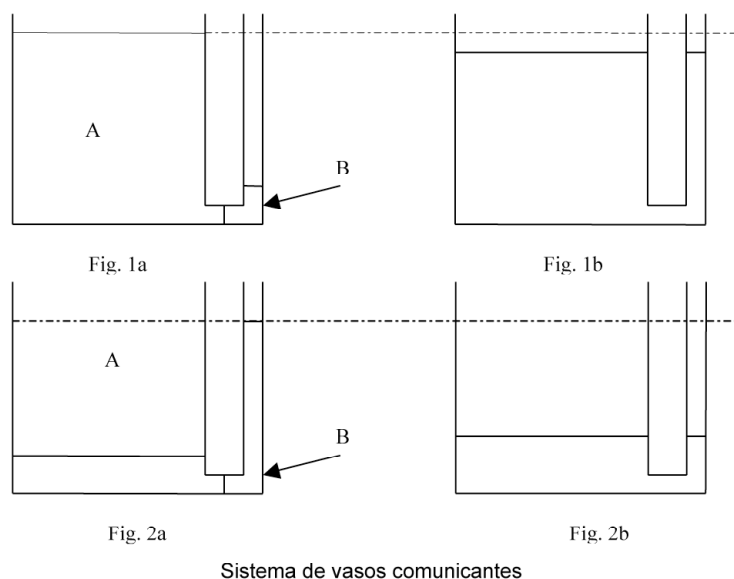
En algunos otros, se hace también referencia a la masa del sistema, así que la capacidad térmica específica queda explicada como la cantidad de calor que es necesario suministrar para producir un aumento en temperatura de un grado a un gramo de sustancia.

$$c = C/m \text{ Cantidad de calor/(elevación de temperatura)(unidad de masa)}$$

Si bien los conceptos que se manejan para explicar la capacidad térmica específica requieren de un estudio cuidadoso, la idea intuitiva que se maneja cotidianamente acerca de ellos debiera ser suficiente para explicar este fenómeno.

La siguiente analogía puede auxiliar en la interpretación de la transferencia de energía en forma de calor y su relación con la temperatura, contacto térmico, la capacidad térmica y la capacidad térmica específica.

Considere el siguiente esquema:



Sistema de vasos comunicantes

Este sistema de vasos comunicantes permite establecer la analogía entre lo que ocurriría al abrir la llave con los dos recipientes conectados y los dos cuerpos que se encuentran en contacto térmico.

Considere las figuras 1a y 2a y haga una descripción de lo que ocurriría en cada cuestionamiento:

- ¿Cuál de los dos vasos tiene más agua?
- ¿Cuál tiene mayor altura de la columna de fluido?
- ¿Qué se requiere para que fluya el agua de un vaso a otro?
- ¿Qué es lo que hace que fluya el agua?
- ¿De dónde a dónde fluye el agua?
- ¿Qué ocurre con el flujo de agua pasado un tiempo?, ¿Cuál es la diferencia de niveles?
- Cuando ha cesado el flujo de fluido, ¿cuál de los dos vasos tiene más agua?
- ¿Qué variables son las que describen al sistema de vasos comunicantes?
- ¿Cuáles son las condiciones (restricciones), para que se dé el flujo del fluido?
- ¿Cómo se interrumpe el flujo del fluido?

- ¿Cuándo cesa el flujo del fluido?
- ¿Cuáles son las leyes que explican el flujo del fluido?

Imaginemos que existen propiedades equivalentes que describen de manera similar a los dos sistemas (el de flujo y el térmico) y leyes que rigen también su comportamiento.

Sirva el ejemplo anterior para introducir el modelo de transferencia de calor cuando dos cuerpos se ponen en contacto térmico.

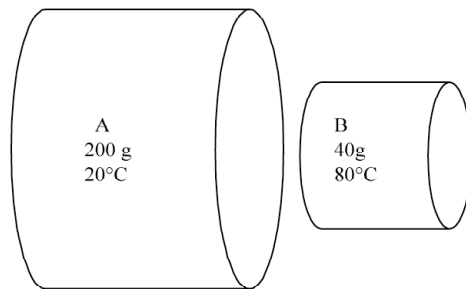


FIG. 2a

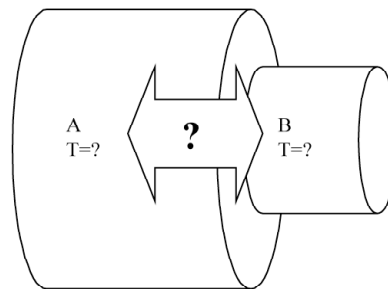


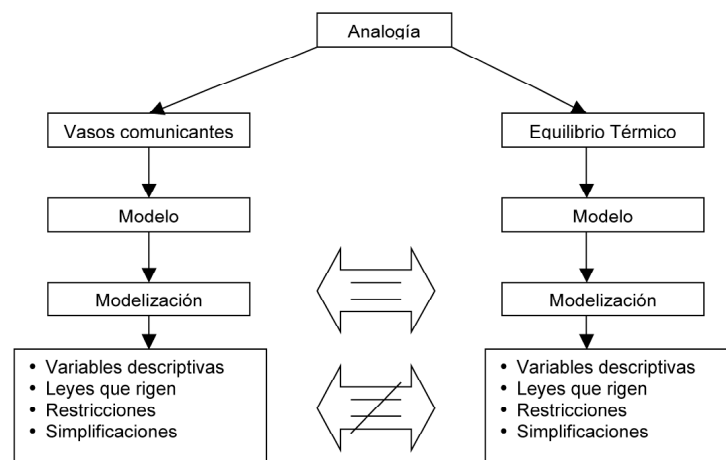
FIG. 2b

¿Qué variables son las que describen al sistema de cuerpos en contacto térmico? (Construya una lista y establezca la correspondencia con el sistema de vasos comunicantes).

- ¿Cuál de los dos cuerpos tiene mayor masa?
- ¿Cuál de los dos tiene mayor temperatura?
- ¿Qué se requiere para que fluya energía de un cuerpo al otro?
- ¿Qué es lo que hace que fluya la energía?
- ¿De dónde a dónde fluye la energía?
- ¿Qué ocurre con el flujo de energía cuando ha pasado un tiempo? ¿Cuál es la diferencia de temperaturas?
- Cuando ha cesado el flujo de energía, ¿cuál de los dos cuerpos tiene más energía?
- ¿Qué variables son las que describen al sistema de cuerpos en contacto térmico?
- ¿Cuáles son las condiciones (restricciones), para que se dé el flujo de energía?
- ¿Cómo se interrumpe el flujo de energía?
- ¿Cuándo cesa el flujo de energía?

“Tomando como base el modelo del flujo de fluido formule una ley que describa el comportamiento del flujo de la propiedad equivalente en el sistema de cuerpos en contacto térmico.”

Esquema de la propuesta de enseñanza del Equilibrio Térmico a través de un modelo basado en Analogías:



CONCLUSIONES

El índice de reprobación se minimiza hasta ser prácticamente nulo ya que al aplicar este tipo de evaluación a través de modelos didácticos, surgen dificultades similares a las que se enfrentan cuando se pretende aplicar la enseñanza por investigación dirigida ya que derivan de las concepciones teórico-constructivistas de los profesores, mismas que son actualizadas durante la modelización.

La evaluación mediante modelos didácticos implica elegir los contenidos curriculares con ese enfoque precisamente es decir, la forma en que se representa el conocimiento existente en un dominio dado y difiere del constructivismo en que, manteniendo el interés explícito en los conceptos esenciales, estos no se presentan aislados para generar posteriormente los isomorfismos necesarios, sino que se presentan desde un principio como estructuras conceptuales complejas o modelos, que son los que dan sentido a cada uno de los conceptos y a las relaciones lineales y/o transversales de ubicación entre ellos.

Para dar una idea cabal de lo que es el conocimiento científico: saber en evolución, se suelen presentar modelos simplificados, los que posteriormente se integran jerárquicamente a través de la metacognición con lo que el proceso de aprendizaje se optimiza

BIBLIOGRAFÍA

1. HARRISON, A. G., TREAGUST, A. F. 1996. Secondary students mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, Vol. 80 (5) pp. 509-534
2. CLAXTON, G. 1984. Live and learn. Londres Harper and Row
3. JIMENEZ ALEIXANDRE, M. P., SAN MARTI, N., 1997. ¿Qué ciencia enseñar: objetivos y contenidos de la educación secundaria. Editorial cuadernos de formación del profesorado de educación secundaria: Ciencias de la naturaleza. Barcelona. Horsori.