

ACERCANDO A LOS FUTUROS INGENIEROS A LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS

Chernikoff, R. E.; Cáceres, K.; Rubio, L. A.; Muñoz Puentes, E.
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria - Universidad Nacional de Cuyo
Bdo. de Irigoyen 375 - San Rafael, Mza. - rchernik@fcai.uncu.edu.ar

RESUMEN

Si bien el uso de modelos es una herramienta muy valorada y a la que se recurre frecuentemente para mejorar el aprendizaje, investigaciones previas han detectado dificultades en las concepciones que sobre modelos científicos poseen los alumnos de nivel medio y universitario. Tomando en consideración lo anterior se decidió preparar una serie de problemas de forma tal de conseguir involucrar a los alumnos en tareas de modelado. Algunos de los problemas se comenzaron a utilizar durante el ciclo lectivo 2008 en la asignatura Física I, previéndose un uso más generalizado durante el próximo año.

1. INTRODUCCIÓN

Modelos, analogías y metáforas están presentes en la vida diaria, científica y escolar y facilitan la comprensión y el entendimiento de los mensajes que se reciben desde los diferentes campos y es precisamente por ello la importancia que adquieren en la didáctica de las ciencias. Se aprende ciencia cuando ese modelo mental, también denominado modelo del sentido común, va transformándose en modelo científico. Los modelos del sentido común se construyen a partir de la experiencia cotidiana con el mundo natural y a partir de las interacciones sociales, en tanto los modelos científicos se construyen mediante la acción conjunta de la comunidad científica. El científico se sirve de ellos para explicar, interpretar y comunicar la realidad (Galagovsky y Adúriz, 2001). Como una parte integral de los procesos científicos los modelos se utilizan en una variedad de formas dentro del aula de ciencias. Los profesores o maestros usan modelos para ayudar a explicar los fenómenos científicos y, a menudo, los estudiantes construyen sus propios modelos de fenómenos científicos para visualizar su comprensión sobre los mismos. Los modelos científicos constituyen una parte importante del proceso científico y aunque el rol de los modelos y de los procesos científicos no siempre se enseñan directamente, estos conceptos se exponen como ejemplos en muchos temas diferentes. Si bien el uso de modelos es una herramienta muy apreciada y ampliamente utilizada para mejorar el aprendizaje, investigaciones previas han mostrado que la mayoría de los alumnos de enseñanza media (Grosslight y col., 1991; Ingham y Gilbert, 1991) consideran a los modelos científicos como réplicas exactas de los objetos reales y que un número pequeño los consideran como representaciones de ideas o entidades abstractas. Resultados similares dan cuenta de una situación similar con alumnos de ingeniería (Chernikoff y col., 2005; Gonzalez y col., 2006; Chernikoff y col., 2008), habiéndose detectado también dificultades en las concepciones que, sobre modelos científicos, manifiestan los docentes de ciencias (Islas y Pesa, 2002). Es bien conocido que las connotaciones del término “modelo” son numerosas; mientras algunas son comunes en el lenguaje diario, otras son de uso frecuente en los procesos de la ciencia. A los efectos de este trabajo se define modelo como *representación o abstracción simplificada de la realidad que no es una*

duplicación exacta de la misma aunque tiene suficientes detalles como para poder estudiar el modelo en vez del fenómeno en sí mismo.

Aunque muchos alumnos comprenden el rol de los modelos científicos en la construcción y el aprendizaje del conocimiento, también es cierto que se han detectado dificultades asociadas con la comprensión de este concepto. Mientras que el punto de partida de la comprensión de los alumnos acerca de los modelos es el trabajo con modelos generales que comúnmente caen en la categoría de las réplicas a escala, en este trabajo se apunta a los modelos científicos, que asumen muchas formas y son utilizados más analíticamente. Resultados previos muestran que la mayoría de los estudiantes entienden que el conocimiento científico puede cambiar con el surgimiento de nuevas ideas y teorías que provocan cambios en los modelos científicos aceptados. También los alumnos generalmente comprenden el rol descriptivo de los modelos. Sin embargo hay inconsistencias ya que se observa que alrededor del 40 % suponen que un modelo es una réplica exacta (cuando, a menudo, en los modelos científicos las representaciones pueden ser imprecisas y carentes de detalle) y un 50 % no está de acuerdo con que los modelos científicos puedan usarse para realizar predicciones o formular teorías (lo que indica que no comprenden acabadamente cómo se usan en el desarrollo de ideas y teorías). De las inconsistencias comentadas y de otras detectadas, se desprende que los alumnos de ingeniería no comprenden plenamente la potencialidad de los modelos para describir, predecir y explicar fenómenos. La razón podría ser la falta de oportunidades en el uso efectivo y pertinente de modelos o el fracaso de los docentes al enfatizar las fortalezas y las limitaciones de modelos particulares, induciendo así a crear malentendidos en las percepciones de los alumnos (Treagust y col., 2002; Chernikoff y col., 2007).

“Aunque habitualmente se da por supuesto que la ciencia describe la realidad, la elucidación de la noción de modelo científico muestra que el referente directo de una teoría científica no es un sistema real sino un modelo de un sistema. En otras palabras, los nexos entre teoría y realidad están siempre mediados por un modelo” (Labarca, 2006).

2. OBJETIVOS

Se pretende diseñar y elaborar una serie de actividades para desarrollar prácticas de aprendizaje que comprometan a los alumnos en la elaboración y evaluación de modelos en las clases de tres asignaturas troncales de las carreras de ingeniería de la F.C.A.I. Hasta el momento se han preparado las actividades correspondientes a Física I y se están elaborando otras para Química General y Termodinámica.

3. METODOLOGÍA

Como se expresó anteriormente un modelo es una simplificación de la realidad para describir y explicar fenómenos y para realizar predicciones en otros casos.

Cuando se simplifica un fenómeno para construir un modelo (Etkina y col. 2006) se simplifican: a) objetos, b) interacciones entre ellos, c) sistemas de objetos junto con sus interacciones y/o d) procesos. A nuestro entender cuestiones que acerquen a los alumnos a la construcción explícita de modelos de situaciones reales puede utilizarse en cualquier curso de Física o Química mientras ellos trabajan en la resolución de problemas o en actividades de laboratorio. En nuestro caso se eligió comenzar a trabajar en las clases de Física I y a partir de la resolución de problemas, ya que esta actividad se realiza con todos los contenidos de dicha asignatura. Tomando en consideración lo

anterior se decidió preparar una serie de problemas para orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje, de forma tal de lograr involucrar a los alumnos en tareas de modelado, con el propósito principal de propiciar e incentivar en ellos tres actitudes que resultan fundamentales para promover un aprendizaje significativo: curiosidad, capacidad crítica y una conducta indagadora. Las actividades se prepararon atendiendo a las siguientes características: contener preguntas que provoquen conflictos con las ideas previas detectadas, propiciar situaciones que incentiven a los estudiantes a una práctica de la indagación, estimular a los alumnos a tener una actitud reflexiva frente a los conceptos involucrados y a explicitar sus ideas oralmente o mediante otras formas de expresión como esquemas, gráficos y otros. En la preparación de los enunciados se incorporaron, entre otras, cuestiones que contribuyen a que los estudiantes se planteen preguntas como: ¿puede el mismo objeto o proceso ser modelado de forma diferente en situaciones diferentes?, ¿cómo se sabe qué puede despreciarse cuando se simplifica un objeto o un proceso?, ¿cómo se toma la decisión acerca de si un modelo es apropiado?, ¿cómo puede utilizarse un modelo para formular predicciones?, ¿cuáles son las limitaciones del modelo utilizado?

4. RESULTADOS

Se ha preparado al menos una actividad correspondiente a cada uno de los temas de Física I y ya se están utilizando bajo la supervisión y orientación de los docentes.

A modo de ejemplo se muestran a continuación dos de tales actividades:

- I) Un globo lleno de helio está ubicado dentro de una caja de plástico transparente y unido mediante una cuerda al piso de la caja. Esta última tiene ruedas que le permiten moverse sobre el piso.
- Explique: ¿Por qué el globo y la cuerda permanecen en posición vertical?
 - ¿Qué modelos e interacciones usó para los objetos?
 - Prediga: ¿Qué sucederá con el hilo y el globo si, abruptamente, empuja la caja hacia la izquierda? Para hacer la predicción, explique los modelos e interacciones que deberá incluir en su sistema, y cómo modelará cada proceso que ocurra. Luego, observe el video suministrado y si la predicción no coincide con lo observado, revise el modelo a fin de obtener una nueva que sí coincida con lo observado.
- II) Imagine que usted ha sido convocado como perito por un juzgado de su ciudad. Recientemente una mujer resultó lesionada mientras cruzaba la calle debido a que fue impactada por un vehículo. El conductor de éste afirma que estaba conduciendo a una velocidad de 50 km/h cuando la mujer apareció sorpresivamente y no pudo evitar atropellarla. En el informe de la Policía Científica acerca del accidente consta la siguiente información:
- El auto dejó marcas (“rayadas”) prácticamente rectas y de 20 m de longitud.
 - El coeficiente de fricción cinético de las ruedas del auto en el pavimento es 0,8 (en seco).
 - La calle puede considerarse como una superficie nivelada.
 - La mujer fue atropellada antes de que las marcas en el asfalto fueran hechas.
- A partir de los datos suministrados: ¿a qué velocidad iba el conductor cuando presionó los frenos y comenzó a rayar?
 - Haga una lista de todas las consideraciones que debe tener en cuenta sobre el auto, el pavimento y las interacciones entre el auto y el pavimento, a fin de que

los cálculos sean precisos. Tanto para los abogados de la mujer como de la defensa es necesario que sus cálculos sean confiables.

5. CONCLUSIONES

Las actividades contribuyen a que los alumnos se concienticen sobre las limitaciones de sus ideas previas, formulen y fundamenten hipótesis plausibles y contrastables, busquen información relevante, analicen cuidadosamente los datos y elaboren conclusiones. La construcción y el uso de modelos es una actividad cognitiva que está basada en una continua interacción entre el objeto, interacción o fenómeno a explicar, los alumnos, y el modelo, a fin de ir controlando y regulando lo acertado y lo erróneo del mismo, haciendo ajustes, y explicitando hipótesis y argumentos. Por ello se hace inevitable estar presente durante las construcciones haciendo indicaciones y mostrando aciertos y fallas para que los alumnos incorporen la necesidad del control y regulación permanente de sus hipótesis, pasando del control externo del docente a la evaluación y supervisión entre pares, o autónoma en el mejor de los casos. Los resultados preliminares de la aplicación de esta estrategia son alentadores.

La elección de un modelo productivo para describir o explicar un fenómeno en estudio es una parte rutinaria del trabajo de los científicos pero un raro ejercicio para nuestros estudiantes. A nuestro entender la realización habitual de actividades de modelización como las elaboradas en este trabajo, unida a una profunda reflexión sobre los propósitos y resultados del proceso de modelado, por parte de los alumnos, los ayudará a comprender cabalmente el concepto de modelo y les permitirá desarrollar la habilidad para analizar fenómenos físicos y resolver problemas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Chernikoff, R.; Rubio, L.; Muñoz Puentes, E.; González, V. (2005). La enseñanza de modelos en física e ingeniería. XIV Reunión Nacional de Educadores en la Física. San Carlos de Bariloche.
- Chernikoff, R.; Gonzalez, V.; Rubio, L.; Muñoz Puentes, E. (2007). Ideas de estudiantes de ingeniería sobre el concepto de modelo. XV Reunión Nacional de Educadores en la Física. Merlo, San Luis.
- Chernikoff, R.; Rubio, L.; Muñoz Puentes, E. (2008). Sobre la clasificación y la definición de modelos utilizados en ingeniería química. XIV Reunión de Educadores en Química. Olavarría, Buenos Aires.
- Chernikoff, R.; Gonzalez, V.; Rubio L.; Muñoz Puentes, E. (2008) ¿Comprenden los alumnos de ingeniería la potencialidad de los modelos para describir, predecir y explicar fenómenos? XIV Reunión de Educadores en Química. Olavarría, Buenos Aires.
- Etkina, E.; Warren, A.; Gentile, M. (2006). The role of models in physics instruction. *Phys. Teach.*, 44, 1, 34-39.
- Galagovsky, L.; Adúriz Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias*, 19, 2, 231-242.
- Gonzalez, V.; Chernikoff, R. (2006). El significado de los modelos científicos en estudiantes de ingeniería. Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Química Posadas, Misiones.

- Grosslight, L.; Unger, C.; Jay, E.; Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: conceptions in middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 9, 799-822.
- Halloun, I. (1996). Schematic modeling for meaningful learning of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 9, 1019-1041.
- Harrison, A.G.; Treagust, D. F. (2000). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: a case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Sci. Educ.*, 84, 5, 352-381.
- Hestenes D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction. *Am. J. Phys.* 55, 5, 440-454.
- Ingham, A.I.; Gilbert, J.K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, 13, 2, 203-215.
- Islas, S. M.; Pesa, M. A. (2002). Concepciones de expertos acerca de modelos científicos. I Encuentro Ibero-americano sobre investigación en Educación en Ciencias. Burgos, España. 102-111.
- Labarca, M. (2006). La filosofía de la química y su impacto en la educación en química. *Educación en la química*, 12, 2, 59-71.
- Treagust, D. F.; Chittleborough, G.; Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24, 4, 357-368.
- Van Driel, I.; Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21, 11, 1141-1153.