

¿Qué debemos saber sobre los estudiantes para ayudarles a aprender mejor la física?

Josip Slisko

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Resumen

Nadie duda que los profesores, aparte de los conocimientos científicos sobre la asignatura, tengan que conocer a sus estudiantes para poder impartir una enseñanza efectiva que lleva a un aprendizaje significativo. Sin embargo, no es una tarea fácil determinar las respuestas a algunas preguntas más específicas: (a) ¿qué tipo de información sobre los estudiantes es necesario obtener? (b) ¿de qué manera obtener esa información? (c) ¿qué implicaciones tiene esa información para el diseño de estrategias y tácticas instruccionales?

En la conferencia se discutirán unos elementos de un posible "perfil del aprendiz" (nivel del desarrollo cognitivo, estilo de aprendizaje, esquemas explicativos, control metacognitivo, inteligencias múltiples,...), se comentarán unas pruebas que se usan para obtener información sobre algunos de esos elementos y se darán ejemplos de los diseños instruccionales que lo toman en cuenta. También se considerarán brevemente la importancia del "modelado del estudiante" para la construcción de los tutores inteligentes y su papel en la comprensión de los "entornos de aprendizaje".

Introducción

Según Lee S. Shulman (1987), los siete dominios del conocimiento, requeridos minimamente para la enseñanza profesional en las escuelas y universidades, son:

- (1) Conocimiento sobre el contenido del curso;
- (2) Conocimiento pedagógico general, con referencia especial a aquellos principios y estrategias sobre el manejo y la organización del aula que, al parecer, trascienden las asignaturas particulares;
- (3) Conocimiento pedagógico del contenido del curso, este especial amalgama del contenido y la pedagogía, que es el dominio de los maestros en una disciplina particular y que es su propia forma del entendimiento profesional;
- (4) Conocimiento del currículum, con la visión particular de los materiales y programas, que sirven como "herramientas del oficio" para maestros;
- (5) Conocimiento de los aprendices y sus características;
- (6) Conocimiento del contexto educativo, que abarca desde el funcionamiento de los grupos o del salón de clase, de gubernatura y el financiamiento del distrito escolar (o la universidad), hasta el carácter de las comunidades y culturas; y
- (7) Conocimiento de los metas, objetivos y valores, y sus bases filosóficas y históricas

Esa taxonomía demuestra que el conocimiento de la disciplina no basta para una docencia de calidad. En este escrito se discute solamente lo que Shulman denomina "conocimiento de los aprendices y sus características". Tal conocimiento representa un "modelado del estudiante" que debería servir al profesor como la base para decidir que tipo de estrategias didácticas usara en su enseñanza.

El modelado del estudiante en la enseñanza de la física

En la enseñanza tradicional, el profesor que había casi todo el tiempo no tiene la oportunidad de conocer sus estudiantes, ni sus nombres ni, mucho menos, sus conocimientos y razonamientos. Los exámenes tradicionales, que consisten de problemas numéricos y preguntas con opciones múltiples, no son los instrumentos adecuados para tener acceso al conocimiento y razonamiento de un estudiante. Es

bien sabido que una respuesta "correcta" puede ser basada en un razonamiento inadecuado. Entonces, se puede decir que ese tipo de la enseñanza el modelado del estudiante es ausente

Enseñanza tradicional no funciona. L. C. Dermott (1992) ha identificado seis principales "enfermedades" de ese tipo de instrucción y ha proporcionado "remedios" (acciones didácticas) correspondientes:

E1. Facilidad en resolución de problemas cuantitativos no es un criterio adecuado para el aprendizaje funcional

R1. Preguntas que requieren razonamiento cualitativo y explicación verbal son esenciales.

E2. Un marco conceptual coherente no es típicamente un resultado de la instrucción tradicional.

R2. Los estudiantes necesitan participar en el proceso de construcción de modelos cualitativos que les pueden ayudar a ellos a comprender relaciones y diferencias entre los conceptos.

E3. Algunas dificultades conceptuales no están superadas por la instrucción tradicional.

R3. Persistentes dificultades conceptuales deben ser tratadas explícitamente con desafíos múltiples en contextos diferentes.

E4. Crecimiento de la habilidad de razonamiento usualmente no resulta de la instrucción tradicional.

R4. Habilidades de razonamiento científico deben ser cultivadas expresamente.

E5. Conexiones entre los conceptos, representaciones formales y el mundo real faltan frecuentemente después de la instrucción tradicional.

R5. Los estudiantes necesitan una práctica repetida en interpretación del formalismo físico y relacionarlo con el mundo real.

E6. Enseñando diciendo no es un modo efectivo de instrucción para la mayoría de los estudiantes

R6. Los estudiantes deben ser activos intelectualmente para desarrollar una comprensión funcional.

Hay fuertes evidencias experimentales que los remedios propuestos por McDermott, al ser implementados sistemáticamente en la enseñanza, producen mejores resultados en el aprendizaje

conceptual de la mecánica (*Hake, 1998*), Sin embargo, esos logros no son los mejores posibles y todavía, hay mucho espacio para la mejora,

En cierto sentido, la "didáctica del cambio conceptual" (articular a través de las predicciones las concepciones alternativas, desafiarlas y cambiarlas) es una "receta de cocina", porque no se sabe por que en unos casos funciona y en otros no. Además, el problema del cambio conceptual, no es un problema exclusivo de la "cognición fría" y, consecuentemente, su solución requiere activación de otros elementos pertinentes al proceso de aprendizaje, como son la motivación y el contexto social del aula (*Pintrich, Marx y Boyle, 1993*) o las habilidades metacognitivas y las creencias epistemológicas que caracterizan a los estudiantes (*Dole y Sinatra, 1998*). Mientras ignoramos por que los estudiantes no logran construir el conocimiento de la física en el aula o en la red, es una ilusión esperar buenos resultados en el diseño de los entornos de aprendizaje que apoyan su óptimo desarrollo cognitivo (*Chan, Burtis y Bereiter, 1997*).

El primer paso, debería ser una elaboración mas completa del modelado del estudiante, que va contener mas elementos que las concepciones alternativas.

Hacia un modelado mas completo del estudiante

Tomando en cuenta las diferentes enfoques que se han tornado en las criticas de la didáctica del cambio conceptual, un modelado mas completo del estudiante debería considerar los siguientes elementos:

nivel del desarrollo cognitivo (los patrones del pensamiento),

estilo de aprendizaje,

ideas alterativas y esquemas explicativos,

control metacognitivo,

inteligencias múltiples,

creencias sobre la física y su aprendizaje

motivación

Es fuera de los objetivos de este articulo reportar todas las discusiones teóricas sobre el orden de importancia y el papel que juegan todos y cada uno de estos elementos en el aprendizaje de la física. Lo que importa es que para todos estos elementos, ya existen pruebas (por lo menos, iniciales) que permiten obtener una infamación pertinente y usarla para averiguar como funciona cierto tipo de enseñanza que la toma en cuenta o la pretende mejorar..

Por ejemplo, el nivel de desarrollo cognitivo se puede determinar a través de "Prueba de aula sobre el razonamiento científico" (Classroom Test of Scientific Reasoning) (*Lawson, 1995, pp. 436-445*). La prueba consiste de 12 preguntas de tipo piagetiano sobre conservación de peso, conservaeión del volumen desplazado, pensamiento proporcional, pensamiento proporcional avanzado, identificación y

control de variables, razonamiento probabilístico, razonamiento combinatorio y razonamiento correlacionado. Para que una respuesta sea correcta, aparte de la selección correcta hay que

proporcionar una explicación razonable. En la Tabla 1 se presenta la clasificación de los estudiantes según la prueba de Lawson.

Tabla 1. La clasificación de los estudiantes según la prueba de Lawson

Numero de respuestas correctas	Tipo de pensamiento	Nivel e desarrollo cognitivo
0-4	empírico-inductivo	Concreto
5-8	transitorio	Transitorio
9-12	Hipoteco-deductivo	Formal

Como ejemplo de una estrategia que pretende mejorar el control metacognitivo, puede servir el autocuestionamiento que los estudiantes pueden utilizar para contrastar lo que se ha aprendido en una tarea de estudio independiente a partir de libros de texto (Campanario, 2000)

¿Cuales son las ideas principales del texto?

¿He encontrado aparentes inconsistencias entre partes diferentes del texto?

¿Puedo repetir el contenido del texto con mis propias palabras?

¿Son "razonables" las afirmaciones o resultados a los que se llega?

¿Hay diferencias entre mis ideas iniciales sobre el contenido del texto y lo que se afirma en el?

¿Que problema de comprensión he encontrado?

¿Puedo relacionar el contenido del texto con el de otras lecciones o unidades estudiadas anteriormente?

¿Se plantea explícitamente algún problema conceptual en el texto o es una mera exposición de información?

¿Se discuten los limites de aplicabilidad de los conceptos, ecuaciones, principios o teorías que se presentan?

¿Se discuten en el texto algunas otras alternativas posibles a la que se presenta?

Conclusión

Para el diseño serio de una mejor enseñanza el modelado de los estudiantes es necesario pero no es suficiente. Por ejemplo, en la construcción de los tutores inteligentes computarizados, aparte de eso modelo son necesarios dos mas: "el modelo del conocimiento de experto" y "el modelo de instrucción" (Yeo, Loss, Zadniky Treagust, 1999). Un tutor inteligente debe "saber" cual es mejor camino para que el conocimiento inicial del estudiante se transforma en el conocimiento del experto, tomando en cuenta como aprende el estudiante particular. Los problemas son mucho mas difíciles cuando el estudiante esta inmerso en los reales "entornos de aprendizaje", como son las aulas con muchos alumnos o cursos en líneas (Tsinakos y Margaritis, 2001). Sin conocer como

los diferentes entornos de aprendizaje interactúan con diferentes tipos de estudiantes, la enseñanza no puede tener otra suerte que un fracaso.

Referencias

Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias* 18 (3), 369 - 380.

Chan, C.; Burtis, J. y Bereiter, C. (1997). Knowledge Building as a Mediator of Conflict in Conceptual Change. *Cognition and Instruction*, 15(1), 1-40.

Dole, J. A. y Sinatra, G. M. (1998). Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist*, 33 (2/3), 109-128.

Hake, R. (1998). Interactive engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics* 66, 64 - 74.

Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.

McDermott, L. C. (1992). How We Teach and How Students Learn - A Mismatch?, *American Journal of Physics*, 61, 295-298.

Pintrich, P., Marx, R. W. y Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.

Shulman, L. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform". *Harvard Educational Review* 57 (1), p. 8.

Tsinakos, A. A. y Margaritis, K. G. (2001). Student Models: The transit to Distance Education. *European Journal for Distance Learning* (<http://kurs.nks.no/eurodl/shoen/tsinakos.html>)

Yeo, S., Loss, R., Zadnik, M. and Treagust, D. (1999). Changing conceptions with an "intelligent tutor". In K. Martin, N. Stanley and N. Davison (Eds), *Teaching in the Disciplines/Learning in Context*, 474-483.