

GESTIÓN DE INTERACCIONES EN LA CLASE DE MATEMÁTICAS: SINERGIA ENTRE LA INDAGACIÓN Y LA TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS

Juan D. Godino
jgodino@ugr.es
Universidad de Granada

Tema: Formación de Profesores

Modalidad:

Nivel Educativo: Todos

Palabras claves: educación matemática, modelos didácticos, constructivismo, conductismo, idoneidad didáctica

Resumen

Diversas teorías postulan que el aprendizaje de las matemáticas debe estar basado en una pedagogía constructivista, orientada hacia la indagación de situaciones problemas por parte de los estudiantes, y asignando al profesor un papel de facilitador. En un extremo opuesto se sitúan otras teorías que defienden un papel más protagonista por parte del profesor, que implicaría la transmisión explícita del conocimiento y la recepción activa de los estudiantes. En esta conferencia, basándonos en una síntesis de estas posiciones en educación matemática, razonamos que la optimización del aprendizaje requiere adoptar una posición intermedia entre ambos extremos, reconociendo la dialéctica compleja entre indagación por parte del estudiante y transmisión del conocimiento matemático por parte del profesor.

Introducción

El aprendizaje en general, y en particular el aprendizaje de las matemáticas, depende de múltiples factores. La selección de situaciones - problemas que contextualicen y den sentido a los contenidos curriculares, los modos de interacción, y los recursos utilizados son factores determinantes de las oportunidades de aprendizaje de los estudiantes. Esta complejidad explica que existan diversas teorías instruccionales apoyadas en supuestos epistemológicos, psicológicos y pedagógicos diferentes.

En el campo de la Didáctica General y para áreas específicas se han desarrollado una variedad de modelos y teorías de diseño educativo. Están dirigidas a la práctica y describen métodos educativos y las situaciones en las que dichos métodos deberían utilizarse. Godino, Batanero, Cañadas y Contreras (2015) hacen una síntesis de modelos instruccionales en educación matemática en los cuales se privilegia la indagación y construcción del conocimiento por los propios estudiantes, y de otros que atribuyen un

papel predominante a la transmisión de conocimientos. Así mismo, argumentan la necesidad de implementar un modelo instruccional mixto que articule la construcción/ indagación con la transmisión de conocimientos, para lograr una instrucción matemática que optimice localmente el aprendizaje. Estos autores apoyan la aplicación de un modelo mixto de instrucción matemática basándose en razones de índole cognitiva (siguiendo las conclusiones de Sweller, Kirschner, & Clark, 2007) y ontosemiótica, asumiendo los presupuestos del Enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos (EOS) (Godino, 2012; Font, Godino, & Gallardo, 2013). Aunque a nivel global e intermedio aceptan la necesidad de establecer diseños instruccionales basados en situaciones – problemas ricos, que guíen el aprendizaje y la toma de decisiones, sugieren que el funcionamiento local de los sistemas didácticos requiere una atención especial a la gestión de los conocimientos previos de los estudiantes y a la sistematización de los conocimientos emergentes.

Antecedentes

El debate entre el modelo de escuela que “transmite conocimientos” y la escuela en la que “se construye conocimientos” parece inclinarse actualmente a favor del segundo. Esta preferencia se puede observar en las orientaciones curriculares de diversos países, que son apoyadas en la adopción de marcos teóricos de tipo constructivista o socio-constructiva.

“Los estudiantes aprenden más y mejor cuando ellos mismos toman el control de sus aprendizajes definiendo sus objetivos y controlando su progreso. Cuando son desafiados con tareas elegidas de manera apropiada, los estudiantes adquieren confianza en su habilidad para abordar problemas difíciles, desean resolver las cosas por sí mismos, muestran flexibilidad al explorar ideas matemáticas e intentar vías de solución alternativas, y disposición para perseverar” (NCTM, 2000, p. 20).

La familia de teorías instruccionales denominadas “Inquiry-Based Education” (IBE), “Inquiry-Based Learning” (IBL), “Problem-Based Learning” (PBL), postulan el aprendizaje basado en la indagación con poca guía por parte del profesor (Artigue &

Blomhøj, 2013). Pero encontramos también posturas que defienden una posición contrapuesta a la anterior, como son los casos de Mayer (2004), Kirschner, Sweller, & Clark (2006) y Sweller, Kirschner & Clark (2007), quienes remiten a una extensa gama de investigaciones que concluyen sobre la mayor efectividad de los modelos instruccionales en los cuales se atribuye al profesor, y a la transmisión de conocimientos, un papel relevante. Los autores citados afirman que la investigación empírica del último medio siglo sobre este problema proporciona una abrumadora y clara evidencia de que una mínima guía durante la instrucción es significativamente menos efectiva y eficiente que una guía específicamente diseñada para apoyar el procesamiento cognitivo necesario para el aprendizaje. Resultados similares se reflejan en el meta-análisis realizado por Alfieri, Brooks, Aldrich & Tenenbaun (2011).

El problema planteado sobre los modelos instruccionales indagativos y transmisivos se puede relacionar con el debate entre constructivismo y conductismo, así como con los modelos de enseñanza centrados en el aprendiz o en el profesor, respectivamente (Stephan, 2014). Las distintas variedades de constructivismo comparten, entre otros, los supuestos de que el aprendizaje es un proceso activo, que el conocimiento es construido en lugar de innato o pasivamente absorbido y que para lograr un aprendizaje efectivo es necesario el planteamiento a los estudiantes de problemas significativos, abiertos y desafiantes (Fox, 2001). Para el conductismo el conocimiento es públicamente observable y el aprendizaje consiste en la adquisición de ese conocimiento mediante la interacción entre estímulos y respuestas. Con frecuencia, la forma de condicionamiento usado para lograr conductas verbales deseables es mediante una pedagogía basada en impartición de lecciones (Boghossian, 2006).

La tensión entre indagación y transmisión

En Godino, Rivas, Arteaga, Lasa y Wilhelmi (2014) se describe una experiencia formativa de futuros maestros de educación primaria sobre nociones estadísticas en la que se muestran episodios didácticos donde se aprecia la sinergia en los momentos de indagación y de transmisión de conocimientos. Tales momentos en los que el profesor interviene ante situaciones de bloqueo de los estudiantes aportando información, y por tanto, rebajando la demanda cognitiva de la tarea, son interpretados en el marco de la

Teoría de Situaciones Didácticas (Brousseau, 1997) como comportamientos tipo “Topaze” por parte del profesor. Se trata de intervenciones del docente que disminuyen la demanda cognitiva de la tarea inicialmente propuesta, bien proponiendo un problema más fácil o introduciendo información que supuestamente deberían conocer los estudiantes o buscarla por ellos mismos. Asimismo, debido al formato de trabajo cooperativo mediante la organización de equipos de estudiantes que abordan la resolución de un problema, los estudiantes más aventajados pueden responder a las preguntas y bloqueos de los estudiantes menos capaces, quienes con frecuencia se limitarán a imitar lo que hacen los compañeros.

Usando la noción de idoneidad didáctica (Godino, 2013) podemos decir que de ese modo se rebajan los objetivos de aprendizaje, por lo que se disminuye la idoneidad epistémica de la actividad matemática pretendida. También se disminuye la idoneidad interaccional al suprimir o disminuir la autonomía del estudiante. Sin embargo, aumenta la idoneidad cognitiva: frente a no aprender nada, algo se aprende, aunque sea sólo la ejercitación de determinadas rutinas. También se aumenta la idoneidad afectiva: se evita la frustración y el abandono del estudiante.

Las explicaciones y cambios en la tarea son dadas dentro de un grupo, o bien por el profesor cuando es interpelado por un equipo, o un estudiante individual. Estas intervenciones (institucionalizaciones puntuales) pueden no afectar a otros estudiantes, los cuales tienen aún oportunidad de desarrollar un trabajo autónomo con mayor idoneidad epistémica. Los comportamientos tipo Topaze del profesor, o de los estudiantes que actúan como tales en un equipo, pueden ser consecuencia de un saber intuitivo que le permite optimizar la idoneidad didáctica de los procesos de estudio, tanto individuales como grupales.

El análisis de la experiencia descrita en Godino et al (2014) reveló que los momentos de institucionalización, entendidos como momentos de regulación, esto es, segmentos de actividad didáctica en los cuales se recuerdan o fijan normas socio-matemáticas (Yackel, & Cobb, 1996) y reglas epistémicas propias de la práctica matemática institucionalizada (Font, Godino y Gallardo, 2013), son densos por doquier en el proceso de instrucción matemática. Pueden tener lugar en las fases de devolución

colectiva de las tareas, con el fin de que los estudiantes puedan entenderlas y asumirlas (el profesor recuerda convenciones lingüísticas, conceptos, procedimientos o propiedades supuestas conocidas). También pueden ocurrir en las fases de trabajo exploratorio (realizado de manera individual o en equipo) en las que el profesor recuerda, aclara o introduce normas a un estudiante o a un grupo reducido que está bloqueado para progresar en la actividad matemática solicitada. Estos momentos puntuales de institucionalización, aunque con frecuencia supone un claro efecto Topaze (se rebajan las expectativas de aprendizaje) tratan de mejorar la idoneidad cognitiva, afectiva y temporal del proceso de instrucción.

Observaciones finales

En el modelo didáctico mixto que se propone hay momentos que concuerdan con supuestos de una pedagogía constructivista:

- La actividad ha estado orientada a la resolución de un problema.
- El profesor ha actuado como coach.
- Se han manifestado las ideas y estrategias de los estudiantes.
- Se han usado los errores y comprensiones de los estudiantes para proporcionales feedback.
- Se ha animado a los estudiantes a explorar la situación planteada para que ellos mismos encontraran la solución.
- Se ha favorecido el aprendizaje colaborativo y cooperativo.

Pero también hay momentos transmisivos que podrían ser considerados como conductistas:

- El proceso ha estado orientado hacia el aprendizaje de un conocimiento científico que tiene una existencia cultural externa (conceptos, procedimientos, representaciones probabilísticas).
- El profesor ha sido finalmente la fuente de dicho conocimiento cultural cuya institucionalización ha asumido.

- La solución a la tarea no es negociable. Los conceptos y propiedades que hay que aplicar para hallar la solución del problema, aunque puedan admitir diversas formulaciones más o menos formales, son reglas epistémicas que se deben respetar.
- Los conocimientos previos de los estudiantes y las respuestas que proporcionan durante el proceso son aceptadas si concuerdan con las del profesor.

En el caso de Hudson, Miller & Butler (2006), las razones para la implementación de modelos instruccionales mixtos que adapten y mezclen la instrucción explícita (centrada en el profesor) con la instrucción basada en la resolución de problemas (centrada en el aprendiz), están básicamente relacionadas con la necesidad de realizar adaptaciones curriculares ante la diversidad de capacidades de los estudiantes. En nuestro caso, las razones a favor de diseñar e implementar un modelo instruccional de tipo mixto, *indagatorio – cooperativo - dialógico - transmisivo*, están ligadas a supuestos sobre la naturaleza de los objetos matemáticos. Lo que tienen que aprender los estudiantes son, en una gran dosis, reglas, las circunstancias de su aplicación y las condiciones requeridas para una aplicación pertinente. El aprendiz parte de reglas conocidas (conceptos, proposiciones, procedimientos) y produce otras, que deben ser compartidas y compatibles con las ya establecidas en la cultura matemática. Tales reglas (conocimientos) tienen que ser almacenadas en la memoria a largo plazo del sujeto y puestas a funcionar en el momento oportuno en la memoria a corto plazo.

El desarrollo de una clase de matemáticas, aunque inicialmente centrada en la resolución de una situación – problema (proyecto), tiene que contemplar momentos de transmisión de conocimientos por parte del profesor. Se trata de compartir con los estudiantes un ejemplo completamente desarrollado, pero con una dinámica mixta en la que trata de involucrar a los estudiantes en el recuerdo y aplicación de las nociones y técnicas matemáticas que han estudiado en secundaria. El análisis de la observación de las sesiones de clase pone de manifiesto que los momentos de indagación de los propios estudiantes para dar respuestas a las cuestiones planteadas son entrelazados por momentos claramente transmisivos del docente, bien para toda la clase, para grupos de estudiantes o estudiantes individuales. Tales estados o momentos del proceso de estudio

vienen determinados por la constatación de situaciones de bloqueo de los estudiantes que impiden la progresión del aprendizaje.

Reconocimiento

Trabajo realizado en el marco de los proyectos de investigación, EDU2012-31869 y EDU2013-41141-P, Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO).

Referencias bibliográficas

- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, *103*(1), 1-18.
- Artigue, M., & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education* *45*, 797–810.
- Boghossian, P. (2006). Behaviorism, constructivism, and Socratic pedagogy. *Educational Philosophy and Theory*, *38* (6), 713-722.
- Brousseau, B. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics*. Dordrecht: Kluwer A. P.
- Font, V., Godino, J. D. & Gallardo, J. (2013). The emergence of objects from mathematical practices. *Educational Studies in Mathematics*, *82*, 97–124.
- Fox, R. (2001). Constructivism examined. *Oxford Review of Education*, *27* (1), 23-35.
- Godino, J. D. (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *XIII CIAEM-IACME*, Recife, Brasil.
- Godino, J. D. (2012). Origen y aportaciones de la perspectiva ontosemiótica de investigación en Didáctica de la Matemática. En A. Estepa, A. Contreras, J. Deulofeu, M. C. Penalva, F. J. García y L. Ordóñez (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVI* (pp. 49 - 68). Jaén: SEIEM.
- Godino, J. D., Batanero, C., Cañadas, G. R. y Contreras, J. M. (2015). Articulación de la indagación y transmisión de conocimientos en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En, G. D'Amore y M. I. Fandiño Pinilla (Comp.), Congreso

- Internacional Didáctica de la Matemática. Una mirada internacional empírica y teórica(pp. 249-269). Universidad de la Sabana (Bogotá, Colombia)
- Godino, J. D., Rivas, H., Arteaga, P., Lasa, A. & Wilhelmi, M. R. (2014). Ingeniería didáctica basada en el enfoque ontológico - semiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 34 (2/3), 167-200.
- Hudson, P., Miller, S. P., & Butler, F. (2006). Adapting and merging explicit instruction within reform based mathematics classrooms. *American Secondary Education*, 35 (1), 19-32.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2), 75-86.
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? *American Psychologist*, 59 (1), 14 - 19.
- National Council of Teachers of Mathematics (Ed.). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Stephan, M. (2014). Learner-Centered teaching in mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education*. Berlin: Springer.
- Sweller, J., Kirschner, P. A., & Clark, R. E. (2007). Why minimally guided teaching techniques do not work: A reply to commentaries. *Educational Psychologist*, 42 (2), 115-121.
- Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27, (4), 458-477