

APROXIMACIÓN A LA DIMENSIÓN NORMATIVA EN DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS DESDE UN ENFOQUE ONTOSEMIÓTICO

Juan D. Godino, Vicenç Font, Miguel R. Wilhelmi, Carlos de Castro

Universidad de Granada,

España

Universidad de Barcelona,

Universidad Pública de Navarra y

Universidad Complutense de Madrid

jgodino@ugr.es, vicencfont@menta.net, miguelr.wilhelmi@unavarra.es, carlos.decastro@edu.ucm.es

Campo de investigación: Didáctica de las Matemáticas, Nivel: Básico, medio y superior
Socioepistemología

Resumen. *Las naciones de contrato didáctico, norma social y sociomatemática son claves en distintas teorías didácticas, siendo diversas su conceptualización y ámbito de aplicación. En este trabajo presentamos una perspectiva que integra estas naciones como parte de una "dimensión normativa de los procesos de estudio". La consideración de esta perspectiva, desde un enfoque ontosemiótico, da lugar a una categorización de las normas según la faceta de los procesos de estudio a la que se refieren las normas: epistémica, cognitiva, interaccional, mediacional, afectiva y ecológica. Finalmente, mostramos cómo la aplicación de los criterios de idoneidad didáctica de un proceso de estudio, se integran junto a las normas matemáticas, sociales y sociomatemáticas en la dimensión normativa, incorporando una racionalidad axiológica en el análisis didáctico.*

Palabras clave: norma, dimensiones de procesos de estudio, teoría de situaciones didácticas, interaccionismo simbólico, enfoque ontosemiótico

Introducción

Los procesos de estudio de las matemáticas están regulados por normas, convenciones, hábitos, costumbres y tradiciones. Dichos elementos conforman lo que denominamos "dimensión normativa de los procesos de estudio". Las normas influyen desde un segundo plano en los procesos de estudio, lo que hace que rara vez se cuestionen. Esto dificulta las iniciativas orientadas a la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Las normas han sido objeto de investigación por diversas perspectivas teóricas en didáctica de las matemáticas. Yackel y Cobb (1996) introducen los patrones de interacción, normas sociales y sociomatemáticas en el interaccionismo simbólico. La noción afín de

contrato didáctico es clave en la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) (Brousseau, 1988, 1997). En ambos casos, se consideran las normas, generalmente implícitas, que regulan el funcionamiento de la clase, centrándose especialmente en las interacciones profesor - estudiantes al abordar tópicos matemáticos.

En este trabajo, adoptamos un Enfoque Ontosemiótico (EOS) (Godino, Batanero y Font, 2007; Godino, Contreras y Font, 2006) para abordar el estudio sistemático y global de la dimensión normativa de los procesos de estudio.

Presupuestos de partida

La perspectiva global sobre la *dimensión normativa* de los procesos de estudio de las matemáticas que desarrollamos en este trabajo, se basa en los siguientes supuestos:

- 1) La descripción de un proceso de instrucción precisa de la comprensión del sistema de normas que regulan el funcionamiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estas normas, explícitas o implícitas son establecidas por diversos agentes, dependen del contexto institucional, y afectan a todas las dimensiones del proceso de estudio.
- 2) La Didáctica de la Matemática debe aspirar a mejorar el funcionamiento de los sistemas didácticos, incorporando una racionalidad axiológica que permita establecer criterios de “idoneidad” para valorar los procesos de instrucción y guiar su mejora.
- 3) Los criterios de idoneidad deben considerarse como reglas de corrección, emanadas del discurso argumentativo de la comunidad científica, dentro de la búsqueda compartida de un consenso sobre cómo deben ser los procesos de instrucción.
- 4) La asunción de unos criterios de idoneidad didáctica supone, implícitamente, una propuesta de principios para la Didáctica de las Matemáticas análoga a los Principios y Estándares del NCTM (2000).

Contratos en educación matemática

La noción de “contrato”, heredada del mundo jurídico, se ha aplicado a las instituciones escolares considerando diversos contratos: *social*, *educativo*, *institucional*, *pedagógico* o *didáctico*, según sea su ámbito de aplicación y agentes intervenientes (la sociedad, el conjunto de personas y de grupos interesados en la creación y comunicación de saberes de un cierto campo, la institución, la clase, o la clase de matemáticas).

Presentamos una visión integradora de la dimensión normativa que abarque los cinco contratos mencionados. Comenzaremos revisando la noción de contrato didáctico según la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) y la distinción entre normas matemáticas, sociomatemáticas y sociales (Voigt, 1994; Yackel y Cobb, 1996) para dar cuenta de la relevancia de la dimensión normativa en Didáctica de las Matemáticas.

El contrato didáctico en la Teoría de Situaciones Didácticas

La noción de contrato didáctico (Brousseau, 1988, 1997) está vinculada a supuestos constructivistas sobre el aprendizaje de las matemáticas. El aprendizaje se produce cuando el alumno acepta la responsabilidad en la resolución de un problema matemático, buscando la estrategia óptima —más eficaz y económica— para el control de un juego formal (*situación didáctica*). La aceptación de la responsabilidad lleva consigo la desvinculación de la intención didáctica original y, por tanto, de la relación escolar con el profesor y con el saber. Son las restricciones y necesidades del medio las que determinan respuestas que exigen al alumno la adaptación de sus conocimientos.

Cuando no tiene lugar la *devolución* (Brousseau, 1997), se produce una ruptura de una cláusula del contrato didáctico según la cual el alumno tiene la obligación de resolver los problemas asignados por el profesor. Sin embargo, es precisamente esta ruptura condición necesaria para el aprendizaje. “La intervención del profesor modifica las condiciones de funcionamiento del saber, condiciones que también forman parte de lo

que el alumno debe aprender. El objeto final del aprendizaje es que el alumno pueda hacer funcionar el saber en situaciones en las que el profesor no está presente" (Brousseau, 1988, p. 322).

Normas matemáticas, sociomatemáticas y sociales

Las interacciones entre profesor y alumnos están con frecuencia regidas por "obligaciones" o normas no explícitas: normas sociales y sociomatemáticas.

Las *normas sociales* son convenciones que describen cómo: 1) colaborar unos con otros, 2) reaccionar socialmente ante un error o una indicación y 3) asumir la responsabilidad que la acción cooperativa conlleva. Las normas sociales son independientes de la disciplina. Entre ellas podemos citar: la adopción de una actitud crítica, el apoyo al propio discurso en conocimientos aprendidos a través de la explicación, justificación y argumentación, o tratar de rebatir las justificaciones de los compañeros.

También existen aspectos normativos específicos de la actividad matemática. Por ejemplo, la comprensión de lo que en el aula se puede considerar "matemáticamente diferente, sofisticado, eficiente o elegante", así como lo que se puede considerar como una explicación "matemáticamente aceptable". En este caso, hablamos de *normas sociomatemáticas* (Yackel y Cobb, 1996) y no únicamente "matemáticas", puesto que son específicas de la actividad matemática de los estudiantes y, a su vez, la determinación, descripción y valoración de una norma sólo es posible dentro de un contexto social (clase, nivel, institución, etc.).

Tanto las normas sociales como las sociomatemáticas se infieren al identificar regularidades en los patrones de interacción social. La distinción entre normas sociales y sociomatemáticas es útil, porque en los procesos de cognición e instrucción matemática están determinados por una cantidad de dimensiones o facetas. En la siguiente sección abordamos esta complejidad.

Facetas de la dimensión normativa de los procesos de estudio matemático

En el Enfoque Ontosemiótico (EOS) (Godino, Batanero y Font, 2007) la *dimensión normativa* está constituida por el sistema de normas que regulan el funcionamiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje de los contenidos matemáticos en un contexto institucional determinado. Estas normas, explícitas o implícitas, pueden ser establecidas por agentes externos al ámbito escolar, o por el profesor, y afectan a las diversas dimensiones del proceso de estudio. El EOS propone tener en cuenta las siguientes dimensiones: epistémica, cognitiva, mediacional, instruccional, afectiva y ecológica.

Normas epistémicos

La *faceta epistémica de la dimensión normativa* es el conjunto de normas que determinan la actividad matemática que es posible desarrollar en una institución. Dichas normas regulan los contenidos matemáticos, el tipo de situaciones adecuadas para su aprendizaje y las representaciones que se utilizan para cada contenido. Dicho en la terminología del EOS, las normas epistémicas determinan las configuraciones epistémicas y las prácticas matemáticas que dichas configuraciones posibilitan.

En el EOS se considera necesario contemplar una ontología formada por: lenguajes; situaciones; conceptos; procedimientos, propiedades y argumentos. Estos seis tipos de objetos se articulan formando *configuraciones epistémicas* cuyo análisis nos informa de la “anatomía de la actividad matemática”. El par <configuración epistémica, prácticas que posibilita> permite un análisis más fino que las “normas matemáticas” de las perspectivas socioculturales. De hecho, cada componente de una configuración epistémica está vinculado a normas metaepistémicas (consideradas como normas sociomatemáticas). Por ejemplo, en las situaciones es necesario que el alumno pueda responder a preguntas del tipo: ¿qué es un problema?, ¿cuándo se ha resuelto?, ¿qué reglas conviene seguir para resolverlo?, etc.

660

Normas cognitivas

En el EOS se considera que la enseñanza implica la participación del estudiante en la comunidad de prácticas que soporta los significados institucionales, y el aprendizaje, en última instancia, supone la apropiación por el estudiante de dichos significados.

Los significados son entendidos como sistemas de prácticas potencialmente realizables por el sujeto relativas a un objeto matemático (significado global), expresadas en pruebas de evaluación, ya sean correctas o incorrectas (significado declarado) o manifestadas y acordes a una pauta institucional (significado logrado).

Al analizar el cambio de los significados personales que tiene lugar en un proceso de estudio interesaría tener en cuenta los *significados iniciales* o previos de los estudiantes y los que *finalmente alcancen*. De acuerdo con este punto de vista, consideramos que las normas cognitivas regulan el ámbito de lo personal (en contraposición a lo institucional) dentro del proceso de estudio de las matemáticas. Esta faceta normativa, entre otros aspectos, establece que el alumno debe aprender y que la institución debe asegurarse de, (1) que el alumno tiene los conocimientos previos necesarios, (2) que lo que se le va a enseñar está dentro de la zona de desarrollo próximo del alumno y (3) que la institución se adaptará a la diversidad del alumnado.

Normas interactivas

La *faceta interaccional de la dimensión normativa* es el sistema de normas que regulan las interacciones entre personas implicadas en procesos de estudio matemático. Las interacciones en el aula se sujetan a reglas y también generan nuevas pautas de actuación. Los patrones de interacción en el aula están con frecuencia condicionados (normados) por agentes externos al propio sistema didáctico, como ocurre con los dispositivos “clase de teoría”, “clase de prácticas”, “sesiones de tutoría”, etc.

En el aula, el “paradigma educativo” asumido por el profesor produce normas que determinan el tipo de interacción posible. En un modelo constructivista social, el profesor debe buscar buenas situaciones y crear un medio en que los alumnos construyan el conocimiento trabajando cooperativamente. En un modelo expositivo, el profesor asume el papel de presentar los contenidos y los estudiantes de retenerlos.

Normas mediacionales

El sistema de reglas relativas al uso de medios técnicos y temporales es lo que designamos como *faceta mediacional de la dimensión normativa*. Muchos medios, como la calculadora, tienen un uso restringido en el aula debido al contrato mediacional. Los apuntes y los libros de texto no pueden utilizarse en situaciones de evaluación. Los materiales manipulativos suelen “prohibirse” en las etapas educativas superiores. Todas éstas son normas mediacionales que condicionan los procesos de estudio. Asimismo, el uso de los artefactos (manipulativos concretos o virtuales, programas de cálculo o graficación) requiere la apropiación por los estudiantes de configuraciones epistémicas (normas matemáticas) específicas de los tipos de problemas abordables con los mismos.

También forman parte de la faceta mediacional de la dimensión normativa aquellas normas que regulan la gestión del tiempo de estudio (responsabilidad compartida por profesor y alumnos) y las que fijan los usos de los espacios de un centro educativo.

Normas afectivas

La *faceta afectiva de la dimensión normativa* se refiere al conjunto de normas que regulan el ámbito de la afectividad y las emociones en los procesos de estudio de las matemáticas. Entre estas normas, citaríamos las “obligaciones” del profesor de motivar a los alumnos, crear un clima afectivo que evite la aparición de fobias hacia las matemáticas, elegir contenidos y tareas “atractivos” tomando en cuenta los intereses de los alumnos, y

fomentar la autoestima de los alumnos como matemáticos y su confianza en las propias capacidades. Por su parte, el alumno debe asumir su responsabilidad y un compromiso ético con el estudio. Al esfuerzo del profesor por favorecer la motivación intrínseca hacia el estudio, a través de situaciones matemáticas pertenecientes al campo de intereses de los estudiantes, éstos deben responder implicándose en tareas que para la adquisición de conocimientos instrumentales a los que, en principio, no ven utilidad.

Para enfatizar el aspecto específicamente matemático de las normas afectivas, vemos cómo, la *devolución* del problema (Brousseau, 1997) muestra la interdependencia establecida entre las características matemáticas del problema y la actitud afectiva de aceptación o rechazo de la responsabilidad matemática por parte del alumno.

Normas ecológicas

Las normas ecológicas son las referidas al entorno social, político y económico donde se ubica la escuela, ya que éste influye sobre el tipo de prácticas matemáticas que se van a realizar en el aula. Dentro de la faceta normativa-ecológica, hay normas orientadas a que los alumnos se comprometan con la sociedad, asumiendo los valores de una sociedad democrática y garantizando los derechos y fomentando los deberes cívicos. También hay normas cuyo objetivo es proporcionar una formación inicial que asegure la competencia en un futuro ejercicio profesional.

Desde la asunción del proyecto curricular del centro y la obligación de cumplir las programaciones de las asignaturas, hasta la evaluación sumativa, entendida como compromiso de la escuela de informar a los padres y a la sociedad, la enseñanza de las matemáticas está condicionada por cláusulas “ecológicas” de la dimensión normativa. Otros ejemplos serían las reglas que gobiernan el uso de las TIC o las que determinan la implicación de los centros en proyectos de innovación. En ambos casos tienen gran influencia sobre estos elementos los cambios sociales y profesionales del entorno.

Valoración del efecto o eficacia de las normas

La introducción en el marco del EOS de la noción de significado de referencia y la adopción de postulados socio-constructivistas para el aprendizaje, permiten formular criterios de idoneidad/adecuación para las distintas dimensiones (epistémico, cognitiva, interaccional, mediacional, emocional, ecológica) implicadas en un proceso de estudio matemático (Godino, Bencomo, Font y Wilhelmi, 2007). La aplicación de criterios de idoneidad a las normas que regulan los procesos de estudio supone la consideración de aspectos axiológicos o valorativos de las normas.

Los criterios de idoneidad didáctica, junto con los componentes e indicadores empíricos que los desarrollan (Godino et al, 2007), constituyen una propuesta que incluye a los “Principios” para las matemáticas escolares del NCTM (2000), al tiempo que tratan de hacer operativos tales principios. Este marco conformado por los criterios de idoneidad y su desarrollo permite orientar el análisis didáctico en las fases de diseño, implementación y evaluación de los procesos de instrucción matemática. En concreto, los criterios son útiles para valorar las diversas facetas que intervienen en la dimensión normativa de los procesos de estudio implementados, y orientar su mejora.

Reflexiones finales

En este trabajo iniciamos el análisis de la dimensión normativa de los procesos de estudio de las matemáticas desde un “enfoque ontosemiótico” (Godino, Batanero y Font, 2007). Partiendo de las limitaciones observadas en el contrato didáctico en la TSD (Brousseau, 1997) y el “contrato interaccionista” (Coob y Bauersfeld, 1995), aplicamos nociones teóricas del EOS para identificar y categorizar la malla invisible (y visible) de normas que soportan y restringen los procesos de estudio de las matemáticas.

La principal implicación de este trabajo es la toma de conciencia, de investigadores y docentes, de la naturaleza normativa de los objetos matemáticos y didácticos y del conglomerado de normas que condicionan la actividad de estudio de las matemáticas.

Identificar facetas de la dimensión normativa (epistémica, cognitiva, interaccional, mediacional, afectiva y ecológica) permite: 1) Valorar la pertinencia de intervenciones de profesores y alumnos y, 2) Sugerir cambios en las normas que faciliten la evolución de los significados personales hacia los significados institucionales pretendidos.

A veces las normas son impuestas explícitamente; otras, emergen de las prácticas escolares. El profesor debe advertir que dispone de estas dos vías de actuación sobre las normas e, indirectamente, sobre el aprendizaje de sus alumnos. La toma de conciencia de las normas revela al mismo tiempo los *grados de libertad* que tiene el profesor, lo que hace tan complejo, creativo y apasionante su trabajo.

Referencias bibliográficas

- Brousseau, G. (1988). Le contrat didactique: le milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 309-336.
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathématiques*. Dordrecht: Kluwer.
- Cobb, P. y Bauersfeld, H. (Eds.) (1995). *The emergence of mathematical meaning: Interaction in class-room cultures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Godino, J. D. Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2): 127-135. [Versión ampliada en español, disponible en: http://www.ugr.es/local/jgodino/indice_tfs.htm]
- Godino J. D., Bencomo D., Font V. y Wilhelmi M. R. (2007). Análisis y Valoración de la Didáctica de Procesos de Estudio de las Matemáticas. *Paradigma*, XXVII(2), 665

221–252.

Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 26(1), 39-88.

NCTM (2000). Principios y estándares en educación matemática. Granada: Thales.Voigt, J. (1994). Negotiation of mathematical meaning and learning mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 275-298.Yackel, E. y Cobb, P. (1996). *Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics*. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 458-477.