

# **EL ENFOQUE ONTOSEMIÓTICO: IMPLICACIONES SOBRE EL CARÁCTER PRESCRIPTIVO DE LA DIDÁCTICA<sup>1</sup>**

## **THE ONTO-SEMIOTIC APPROACH: IMPLICATIONS FOR THE PRESCRIPTIVE CHARACTER OF DIDACTICS**

JUAN D. GODINO, CARMEN BATANERO & VICENÇ FONT

Este trabajo es una respuesta al problema planteado por Gascón y Nicolás (2017) sobre el carácter prescriptivo de los resultados consolidados de la investigación científica en Didáctica de la Matemática,

¿Hasta qué punto, en qué forma y en qué condiciones, la didáctica puede (o incluso debe) proponer juicios valorativos y normativos que proporcionen criterios sobre cómo organizar y gestionar los procesos de estudio? (p. 26)

En el artículo citado, Gascón y Nicolás analizan las respuestas dadas a la pregunta anterior por varios autores, aplicando la perspectiva específica de la Teoría Antropológica (Chevallard, 1992). Finalizan el trabajo planteando cuestiones más específicas, que pueden ser abordadas desde diferentes marcos teóricos, con la intención de iniciar un debate de articulación de teorías. Concretamente plantean las siguientes preguntas (p. 30):

1. ¿Cuáles son los principios o asunciones básicas de cada uno de los enfoques o teorías didácticas? ¿Qué fenómenos didácticos se proponen explicar y qué problemas prioriza?
2. ¿Cómo inciden dichos principios sobre los fines de la educación que cada enfoque considera «valiosos» (lo que puede dar lugar a prescripciones normativas) y sobre el tipo de problemas de investigación que el enfoque en cuestión privilegia?
3. Las asunciones básicas de los diferentes enfoques o teorías didácticas y los correspondientes fines que propugnan, ¿son compatibles entre sí? En caso contrario, ¿en qué medida podemos afirmar que los diferentes enfoques forman parte de la misma disciplina?

Dichas cuestiones implican una concepción de la Didáctica de la Matemática como campo de investigación, y, por tanto, asumir la naturaleza de los resultados de dicha investigación, como conocimientos didácticos. Interpretamos, no obstante, que la cuestión 2 mencionada debe tener en cuenta no solo los fines de la educación sino también las implicaciones sobre la práctica educativa.

El objetivo de este trabajo es tratar de responder a dichas preguntas, apoyándonos en los principios y herramientas teóricas desarrolladas por el Enfoque Ontosemiótico del

---

<sup>1</sup> Godino, J. D., Batanero, C. and Font, V. (2019). The onto-semiotic approach: implications for the prescriptive character of didactics. *For the Learning of Mathematics*, 39 (1), 37- 42.

Conocimiento y la Instrucción Matemáticos (EOS) (Godino, Batanero y Font, 2007; Font, Godino y Gallardo, 2013).

Comenzamos nuestra reflexión explicitando la concepción de la Didáctica de las Matemáticas que está en la base de los supuestos del EOS. Seguidamente, incluimos un apartado en el que sintetizamos los supuestos epistemológicos, ontológicos, semióticos y educativos-instruccionales del EOS. Finalmente, describimos la noción de idoneidad didáctica que permite dar una respuesta afirmativa al carácter prescriptivo de la faceta o dimensión tecnológica de la didáctica de la matemática.

### **La Didáctica como ciencia y tecnología**

La reflexión epistemológica sobre la naturaleza de la Didáctica es esencial para orientar adecuadamente la investigación didáctica, ya que condiciona la formulación de las cuestiones centrales de la misma. Entre los autores que han realizado dicha reflexión, destacan Steiner (1985) y Brousseau (1989)<sup>2</sup>.

Ante la extrema complejidad de los problemas de la educación matemática, Steiner (1985) indica que se producen dos reacciones extremas:

- Los autores que afirman que la Didáctica de la Matemática no puede llegar a ser un campo con fundamentación científica y, por tanto, la enseñanza de la matemática es esencialmente un arte;
- Los que, pensando que es posible la existencia de la Didáctica como ciencia, reducen la complejidad de sus problemas seleccionando sólo un aspecto parcial de los mismos (por ejemplo, el análisis del contenido a enseñar, la construcción del currículo, mejora de los métodos de enseñanza, desarrollo de destrezas en el alumno, interacción en el aula, ...) al que atribuyen un peso especial dentro del conjunto, dando lugar a diferentes definiciones y visiones de la Didáctica.

De manera parecida se expresa Brousseau (1989), recordando una primera acepción de la Didáctica de la Matemática, que consiste en identificarla como el arte de enseñar, esto es, el conjunto de medios y procedimientos que tienden a hacer conocer, en nuestro caso, la matemática. Brousseau, además, distingue dos concepciones de carácter científico que denominaremos concepción pluridisciplinar aplicada y concepción autónoma (calificada por el autor como fundamental o matemática). Como bisagra entre estas dos visiones distingue también una concepción tecnicista, en la que la Didáctica sería el conjunto de técnicas de enseñanza, esto es, la invención, descripción, estudio, producción y el control de medios nuevos para la enseñanza: currículo, objetivos, medios de evaluación, materiales, manuales, logicales, obras para la formación, etc.

En la concepción pluridisciplinar, que coincidiría con la segunda tendencia señalada por Steiner, la Didáctica aparece como una etiqueta para designar las enseñanzas necesarias para la formación técnica y profesional de los profesores. La Didáctica como área de conocimiento científico sería "el campo de investigación llevada a cabo sobre la enseñanza, en el cuadro de disciplinas científicas clásicas", como son: la psicología, la semiótica, sociología, lingüística, epistemología, lógica, neurofisiología, pedagogía, pediatría, psicoanálisis, ...

Lesh y Sriramn (2010, p. 124) reflexionan también sobre la naturaleza de la educación matemática como campo de investigación, planteando las siguientes preguntas: ¿Deberían los educadores matemáticos verse a sí mismos como psicólogos educativos aplicados, psicólogos cognitivos aplicados, o científicos sociales aplicados? ¿Se deberían

---

<sup>2</sup> cuyo significativo título es "La torre de Babel".

considerar semejantes a los científicos en el campo de la física, o de otras ciencias puras? ¿O más bien como ingenieros u otros técnicos orientados al diseño, cuya investigación se apoya sobre múltiples perspectivas prácticas y disciplinares – y cuyo trabajo está guiado por la necesidad de resolver problemas reales y también por la necesidad de elaborar teorías relevantes? Estos autores proponen considerar la educación matemática en este último sentido, o sea, como una ciencia orientada al diseño de procesos y recursos para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

En el marco del EOS, se considera que la naturaleza del conocimiento que se pretende construir tiene un carácter científico y, además, tecnológico. Esto quiere decir que, por una parte, se abordan problemas teóricos de clarificación ontológica, epistemológica y semiótica sobre el conocimiento matemático, en cuanto tales problemas tienen relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje (componente científico, descriptivo, explicativo, predictivo), y, por otra parte, se trata de intervenir en dichos procesos para hacerlos lo más efectivos posible (componente tecnológico - prescriptivo). Se entiende que la descripción, explicación y predicción, son los fines de la actividad científica, mientras que la prescripción y valoración, son los principales objetivos correspondientes a la actividad tecnológica, aunque ésta también incluye elementos de investigación aplicada a la resolución de problemas concretos.

### **Problemas, principios y métodos de investigación en Didáctica según el EOS**

En este apartado damos una respuesta sintética, para el caso del EOS, a las primeras cuestiones planteadas por Gascón y Nicolás (2017), ¿Cuáles son los principios o asunciones básicas de cada uno de los enfoques o teorías didácticas? ¿Qué fenómenos didácticos se propone explicar y qué problemas prioriza?

La estrategia de articulación, hibridación y construcción modular de teorías desde una aproximación antropológica y ontosemiótica, está en la base del denominado Enfoque Ontosemiótico (EOS) del conocimiento y la instrucción matemáticos (Godino y Batanero, 1998; Godino, Batanero y Font, 2007; Font, Godino y Gallardo, 2013)<sup>3</sup>

En este enfoque se asume la pertinencia y potencial utilidad de avanzar hacia la construcción de un sistema teórico, que permita abordar de manera articulada los problemas epistemológicos, ontológicos, semiótico-cognitivos y educativos implicados en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Se considera que la Didáctica es la disciplina tecno-científica que asume la responsabilidad de dar una respuesta coherente a los problemas didácticos citados. Estos problemas son también abordados por otras disciplinas específicas, cuyos principios, métodos y resultados, cuando enfocan los citados problemas en forma aislada, pueden ser contradictorios. Se asume, por tanto, una concepción ampliada de lo didáctico, como lo relativo a los procesos de enseñanza y aprendizaje, al saber y la práctica matemática (génesis, desarrollo, difusión, transposición y utilización), así como la *optimización* de dichos procesos en los contextos educativos.

Seguidamente, para facilitar la comparación y articulación del EOS con otros marcos teóricos, y comprender su posición sobre el carácter prescriptivo de los resultados de la investigación en Didáctica, explicitaremos los problemas, principios y métodos que constituyen el núcleo central de este sistema teórico. Usamos la interpretación que propone Radford (2008, p. 320) de una teoría como un instrumento para producir comprensiones y formas de acción basados en:

---

<sup>3</sup> Los trabajos donde se desarrolla y aplica el EOS están disponibles en el sitio web, <http://enfoqueontosemiotico.ugr.es>

- Un conjunto, Q, de cuestiones paradigmáticas de investigación.
- Un sistema, P, de principios básicos, que incluyen visiones implícitas y enunciados explícitos que trazan la frontera de lo que será el universo del discurso y la perspectiva de investigación adoptada.
- Una metodología, M, que incluye las técnicas de recogida de datos y su interpretación apoyada por P.

A continuación, para cada uno de los problemas epistemológico, ontológico, semiótico-cognitivo, educativo-instruccional, ecológico enunciamos las preguntas que lo define (Q), los principios básicos que postulamos para darles respuestas (P) y el método (M) propuesto para abordar la solución de los problemas.

### **Problema epistemológico**

*QE<sub>1</sub>: ¿Cómo emerge y se desarrolla la matemática?*

Para dar respuesta a este problema se asume una visión antropológica<sup>4</sup> (Wittgenstein, 1953) y pragmatista (Peirce, 1958) de las matemáticas; por tanto, la actividad de las personas para la resolución de problemas se considera el elemento central en la construcción del conocimiento matemático. Esta visión epistemológica se hace operativa en el EOS con la noción de práctica matemática y asumiendo su relatividad institucional y personal, lo cual lleva a asumir el siguiente principio epistemológico:

PE<sub>1</sub>: La matemática es una actividad humana centrada en la resolución de cierta clase de situaciones – problemas. La realización de dicha actividad se concreta en la puesta en acción de sistemas de prácticas mediante las cuales se da respuesta a la situación – problema planteada.

Se considera práctica matemática a “toda actuación o expresión (verbal, gráfica, etc.) realizada por alguien para resolver problemas matemáticos, comunicar a otros la solución obtenida, validarla o generalizarla a otros contextos y problemas” (Godino y Batanero, 1998, p. 182).

Un segundo principio postula el carácter institucional y personal de las prácticas.

PE<sub>2</sub>: Las prácticas pueden ser idiosincrásicas de una persona o compartidas en el seno de una institución. No hay instituciones sin personas, ni personas desligadas de las diversas instituciones de las que de forma inevitable forma parte (familia, escuela, etc.).

Una institución está constituida por las personas involucradas en una misma clase de situaciones problemáticas; el compromiso mutuo con la misma problemática conlleva la realización de unas prácticas sociales que suelen tener rasgos particulares, y son generalmente condicionadas por los instrumentos disponibles en la misma, sus reglas y modos de funcionamiento. La distinción entre prácticas personales e institucionales permite tomar conciencia de las relaciones dialécticas entre las mismas; por una parte, las personas están sujetas a los modos de actuación compartidos en el seno de las instituciones de que forman parte; por otra, las instituciones están abiertas a la iniciativa y creatividad de sus miembros.

El tercer principio se refiere a la posible descomposición de las prácticas, que permite el análisis detallado de las mismas:

---

<sup>4</sup> Bloor (1983) describe la visión de Wittgenstein sobre la matemática como un fenómeno antropológico (capítulo V) dentro de su visión social del conocimiento.

PE<sub>3</sub>: La resolución de problemas se realiza mediante la articulación de secuencias de prácticas operativas, discursivas y normativas. Tales secuencias de prácticas tienen lugar en el tiempo y se describen como procesos. El mega-proceso de resolución de problemas se puede descomponer en procesos más básicos (representación, algoritmización, argumentación, ...)

Estos principios ligados a la cuestión epistemológica sobre la génesis del conocimiento dan lugar al siguiente método de indagación:

ME<sub>1</sub>: La génesis institucional del conocimiento matemático se investiga en el EOS mediante 1) la identificación y categorización de las situaciones-problemas (fenomenología) que requirieron una respuesta. 2) la descripción de las prácticas operativas, discursivas y normativas que se pusieron en juego en la resolución.

Dado que los sistemas de prácticas para la solución de los problemas son relativos a los contextos de uso y los marcos institucionales en que se abordan se asume que el conocimiento es *relativo* a dichos marcos y contextos.

### **Problema ontológico**

*QO<sub>1</sub>: ¿Qué es un objeto matemático? ¿Qué tipos de objetos intervienen en la actividad matemática?*

La matemática, además de ser una actividad, es también un sistema lógicamente organizado de objetos. Para el EOS, objeto matemático es cualquier entidad material o inmaterial que interviene en la práctica matemática, apoyando y regulando su realización. No hay actividad matemática sin objetos, ni objetos sin actividad. Como las prácticas pueden ser vistas desde la perspectiva social (institucionales, compartidas) o personal (individuales, indiosincrásicas), los objetos también pueden ser vistos desde la dualidad institucional – personal, lo que origina el siguiente principio:

PO<sub>1</sub>: En las prácticas matemáticas intervienen diversas clases de objetos que cumplen diferentes roles: instrumental /representacional; regulativo (fijación de reglas sobre las prácticas), explicativo, justificativo.

El análisis de la actividad matemática requiere de la elaboración de una tipología de objetos y procesos. La noción de configuración ontosemiótica (Figura 1) responde a la necesidad de identificar los tipos de objetos y procesos que intervienen y emergen en las prácticas matemáticas que se realizan para la resolución de las situaciones – problemas. El reconocimiento explícito de tales objetos y procesos permite prever conflictos potenciales y efectivos de aprendizaje, evaluar las competencias matemáticas de los estudiantes e identificar objetos (problemas, lenguajes, definiciones, proposiciones, procedimientos, argumentos) que deben ser recordados e institucionalizados en los momentos oportunos de los procesos de estudio.

PO<sub>2</sub>: La configuración ontosemiótica permite articular las nociones de práctica, objeto y proceso, así como las dualidades desde las cuales se pueden considerar dichas nociones para el análisis institucional y personal de la actividad matemática.

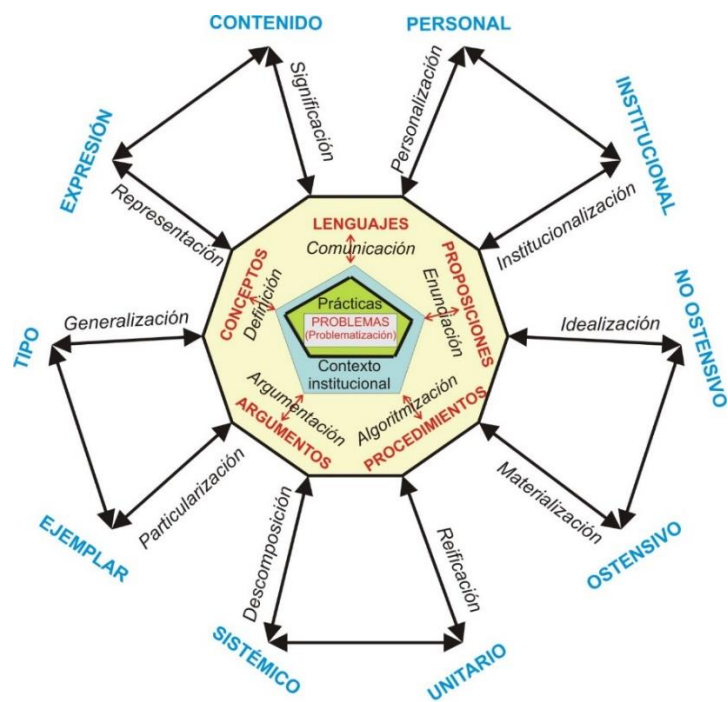


Figura 2. Configuración ontosemiótica de prácticas, objetos y procesos

### Problema semiótico-cognitivo

*QSC<sub>1</sub>: ¿Qué es conocer un objeto matemático? ¿Qué significa el objeto O para un sujeto en un momento y circunstancias dadas?*

En el EOS el conocimiento se asume como el conjunto de relaciones que el sujeto (persona o institución) establece entre los objetos y las prácticas, relaciones que son modelizadas mediante la noción de *función semiótica*. La función semiótica se entiende como la correspondencia entre un objeto antecedente (expresión, significante) y otro consecuente (contenido, significado) establecida por un sujeto (persona o institución), según un criterio o regla de correspondencia.

Toda entidad que participa en un proceso de semiósis, interpretación, o juego de lenguaje, es objeto, pudiendo desempeñar el papel de significante o significado. Los propios sistemas de prácticas operativas y discursivas son objetos y pueden ser componentes de la función semiótica. De estos supuestos se deduce el siguiente principio:

PSC<sub>1</sub>: El conocimiento de un objeto O por parte de un sujeto X (sea individuo o institución) sería el conjunto de funciones semióticas que X puede establecer; en las que se pone en juego O como funtivo (expresión o contenido). Cada función semiótica implica un acto de semiósis por un agente interpretante y constituye un conocimiento y depende de las circunstancias fijadas en el acto de interpretación.

Hablar de conocimiento equivale a hablar del contenido de una (o muchas) función semiótica, resultando una variedad de tipos de conocimientos en correspondencia con la diversidad de funciones semióticas que se pueden establecer entre los diversos tipos de prácticas y objetos. De ahí, el siguiente principio:

PSC<sub>2</sub>: La correspondencia entre un objeto y el sistema de prácticas donde interviene tal objeto se interpreta como el “significado de dicho objeto” (institucional o personal).

Puesto que los sistemas de prácticas que se ponen en juego en la resolución de las situaciones – problemas son relativos a las personas y a las comunidades de prácticas

(instituciones), los significados, y, por tanto, los conocimientos, son relativos. No obstante, es posible reconstruir un *significado global* u holístico de un objeto mediante la exploración sistemática de los contextos de uso del objeto y los sistemas de prácticas que se ponen en juego para su solución, el cual se usa como modelo epistemológico y cognitivo de referencia de los significados parciales o sentidos que puede adoptar dicho objeto y constituye una herramienta metodológica onto-semiótica-cognitiva:

MSC<sub>1</sub>: Un método para delimitar los diversos significados de los objetos matemáticos, y, por tanto, para la reconstrucción de los modelos de referencia epistemológica y cognitiva es el análisis de los sistemas de prácticas (personales e institucionales) y de las configuraciones onto-semióticas implicadas en los mismos.

La noción de significado institucional de los objetos matemáticos, conlleva el reconocimiento de una pluralidad de significados<sup>5</sup>. Es obvio que se cuestionan los modelos epistemológicos rígidos y uniformes y en cada caso será necesario reconstruir significados específicos que deben, no obstante, evolucionar hacia un modelo progresivamente más rico.

El posicionamiento pragmatista del EOS lleva a entender la comprensión como competencia y no tanto como proceso mental: se considera que un sujeto comprende un determinado objeto matemático cuando lo usa de manera competente en diferentes prácticas.

### **Problema educativo-instruccional**

El componente educativo-instruccional de la Didáctica estudia los procesos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en cualquier “institución didáctica” con el fin de optimizar dichos procesos. Su pregunta primordial es la siguiente;

*QEI<sub>1</sub>: ¿Qué es la enseñanza? ¿Qué es el aprendizaje? ¿Cómo se relacionan?*

El modelo de instrucción<sup>6</sup> que se asume en el EOS está basado en los principios de la psicología cultural /discursiva (Lerman, 2001), que atribuye un papel clave a la “zona de desarrollo potencial” (Vigotsky, 1934). Contrariamente a los modelos constructivistas, la autonomía del estudiante en el proceso de aprendizaje es el resultado de dicho proceso y no un prerrequisito del mismo. No obstante, dado el papel central que la perspectiva antropológica del conocimiento da a los problemas y la actividad implicada en su resolución, la búsqueda, selección y adaptación de buenas situaciones problemas y la implicación de los estudiantes en su resolución es también un principio de la instrucción matemática significativa. Se deriva de este supuesto un modelo instruccional de tipo mixto, en el que la construcción y la transmisión del conocimiento se articulan de manera dialéctica (Godino, Batanero, Cañadas y Contreras, 2014) y se resumen en los siguientes principios:

PEI<sub>1</sub>: Se postula que el aprendizaje tiene como finalidad la apropiación por los estudiantes de los significados y objetos institucionales que le permitan afrontar la solución de determinados problemas y desarrollarse como persona.

PEI<sub>2</sub>: El estudio de los significados personales de los estudiantes es un componente esencial de la problemática educativa, ya que la apropiación de los

---

<sup>5</sup> Como se ha dicho son entendidos de manera pragmatista (sistemas de prácticas operativas, discursivas y normativas), y dependiendo de los contextos de uso y comunidades de prácticas.

<sup>6</sup> Relación entre enseñanza y aprendizaje de un contenido específico.

significados institucionales pretendidos está condicionada por los significados personales iniciales de los estudiantes.

Los significados institucionales finalmente implementados en un proceso de instrucción pueden ser diferentes de los pretendidos y de referencia, debido a las restricciones impuesta por las posibilidades cognitivas de los estudiantes, los recursos disponibles y el contexto social y educativo. Se espera, no obstante, que los significados de los objetos institucionales pretendidos e implementados en un contexto educativo dado sean una muestra representativa del significado de referencia global.

La noción de *configuración didáctica* constituye la principal herramienta metodológica para el análisis a nivel micro de los procesos de instrucción (Godino, et al., 2007). Se define como cualquier segmento de actividad didáctica (enseñanza y aprendizaje) comprendido entre el inicio y fin del proceso de resolución de una situación – problema. Incluye, por tanto, las acciones de los estudiantes y del profesor, así como los medios planificados o usados para abordar la tarea. Otra herramienta metodológica es el análisis de la instrucción a partir de la secuencia de configuraciones didácticas que constituye una trayectoria didáctica.

MEI<sub>1</sub>: Para investigar los procesos de instrucción se realiza el análisis de la configuración didáctica (trama de acciones docente y discentes y medios usados para abordar el estudio de una situación-problema) y trayectoria didáctica (secuencia de configuraciones didácticas)

En toda configuración didáctica se puede diferenciar tres componentes: a) una configuración epistémica (sistema de prácticas, objetos y procesos matemáticos institucionales requeridos en la tarea), b) una configuración instruccional (sistema de funciones docentes, discentes y medios instruccionales que se utilizan, así como las interacciones entre los distintos componentes) y c) una configuración cognitiva - afectiva (sistema de prácticas, objetos y procesos matemáticos personales que describe el aprendizaje y los componentes afectivos que le acompañan). Ello da origen a la siguiente problemática:

*QEI<sub>2</sub>: ¿Qué tipos de interacciones entre personas, conocimientos y recursos se deberían implementar en los procesos instruccionales para optimizar los aprendizajes?*

Las relaciones entre enseñanza y aprendizaje no son lineales, sino cíclicas y complejas. En momentos de indagación, el estudiante interacciona con la configuración epistémica sin intervención del docente (o con una influencia menor). Esta interacción condiciona las intervenciones docentes y deben estar previstas ya en la configuración instruccional, quizás no totalmente en su contenido, pero sí en su naturaleza, necesidad y utilidad. La trayectoria cognitiva produce ejemplos, significados, argumentos, etc., que condicionan el proceso de estudio y, en consecuencia, las configuraciones epistémica e instruccional, posibilitando o condicionando los aprendizajes. En consecuencia, el siguiente principio:

PEI<sub>3</sub>: La optimización de los procesos de estudio requiere tener en cuenta factores de nivel macro y micro. Esa optimización será en muchos casos local, por lo que fijadas unas determinadas condiciones es necesario indagar las circunstancias y recursos necesarios para su optimización.

### **Problema ecológico**

Esta problemática analiza la diversidad de factores y normas que pueden condicionar los procesos de enseñanza y aprendizaje, y se sintetiza en la siguiente pregunta:



*QEC<sub>1</sub>: ¿Qué factores condicionan y soportan el desarrollo de los procesos instruccionales y qué normas los regulan?*

Los factores y las normas que regulan el proceso de enseñanza y aprendizaje han sido objeto de investigación en Didáctica de las Matemáticas; estas últimas principalmente por los autores que basan sus trabajos en el interaccionismo simbólico (Blumer, 1969). Se trata de tener en cuenta las normas, hábitos y convenciones, generalmente implícitas, que regulan el funcionamiento de la clase de matemáticas y que condicionan en mayor o menor medida los conocimientos que construyen los estudiantes. Por otro lado, hay factores que no son propiamente normas pero que afectan al sistema didáctico; por ejemplo, la edad de los estudiantes o sus capacidades; la preparación de los profesores o los recursos dedicados a la enseñanza.

Tanto los factores como las normas pueden referirse a las seis facetas que se deben tener en cuenta en el análisis de los procesos de instrucción: epistémica, cognitiva, interaccional, mediacional, afectiva y ecológica.

PEC<sub>1</sub>: La identificación de la trama de factores y normas que condicionan los procesos de instrucción se considera esencial para,

- Valorar la pertinencia de las intervenciones de profesores y estudiantes, teniendo en cuenta el conjunto de factores y normas que condicionan la enseñanza y el aprendizaje.
- Sugerir cambios en los tipos de normas que ayuden a mejorar el funcionamiento y control de los procesos de instrucción, con vistas a una evolución de los significados personales hacia los significados institucionales pretendidos.
- Identificar formas de actuar sobre algunos factores que influyen en el sistema: por ejemplo, formas de mejorar las actitudes de los alumnos o formas de atender a los estudiantes con mayor o menor capacidad que el promedio.

### **Problema de optimización del proceso de instrucción: criterios de idoneidad didáctica**

El fin último de la investigación didáctica es la mejora del aprendizaje y para ello es necesario contar con una serie de criterios que aseguren dicha optimización, cómo se recoge en la siguiente cuestión:

*QOA<sub>1</sub>. ¿Qué tipo de acciones y recursos se debería implementar en los procesos de instrucción para optimizar el aprendizaje matemático?*

La forma que pueden adoptar los conocimientos didácticos es diversa; pueden ser clarificaciones sobre la naturaleza de la práctica matemática y de los sistemas conceptuales mediante la cual se organiza, principios didácticos de actuación preferente, o también recursos instruccionales experimentados y contrastados. De ello se deducen dos principios:

POA<sub>1</sub>: Los principios y los recursos instruccionales no se consideran como reglas o leyes generales, inferidas de manera positivista, sino como criterios de idoneidad o actuación preferente sobre los cuales se ha generado un cierto consenso en la comunidad de educación matemática.

POA<sub>2</sub>: Tales criterios tienen que ser aplicados localmente, por lo que se deben adaptar e interpretar por parte del profesor, y se refieren a cada una de las facetas

implicadas en los procesos de instrucción matemáticos: epistémica, ecológica, cognitiva, afectiva, interaccional y mediacional.

En el sistema teórico que configura el EOS se ha incluido la noción de *idoneidad didáctica* como criterio sistémico de optimización de un proceso de instrucción matemática. Se define como el grado en que dicho proceso (o una parte del mismo) reúne ciertas características que permiten calificarlo como óptimo o adecuado para conseguir la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes (*aprendizaje*) y los significados institucionales pretendidos o implementados (*enseñanza*), teniendo en cuenta las circunstancias y recursos disponibles (*entorno*).

Dicho criterio general de idoneidad se ha particularizado para cada de las facetas teniendo en cuenta algunos supuestos y herramientas del EOS y se ha elaborado un sistema de indicadores empíricos de idoneidad para los diversos componentes (Godino, 2013; Breda, Font y Pino-Fan 2018). Por ejemplo, para la faceta epistémica se puede formular el siguiente criterio parcial:

POA<sub>3</sub>: Los significados de los objetos institucionales pretendidos en cada contexto educativo deben ser una muestra representativa del significado de referencia global del objeto y tener en cuenta las restricciones de los contextos y sujetos implicados.

El logro de una alta idoneidad didáctica requiere un equilibrio entre los diferentes criterios parciales relativos a las distintas facetas, teniendo en cuenta el contexto en que tiene lugar. Supongamos, por ejemplo, que hay consenso en que uno de los criterios es que los alumnos hayan aprendido (criterio cognitivo), que otro sea que se les haya enseñado unas matemáticas relevantes (con resolución de problemas, modelización, etc.) (criterio epistémico) y otro sea que se debe motivar a los alumnos para conseguir su implicación (criterio afectivo). Es relativamente fácil conseguir alguno de estos tres criterios por separado, pero lo que es más difícil y valioso es conseguir un cierto equilibrio entre los tres. Metafóricamente, un barco se hunde si no lleva la carga equilibrada.

La idoneidad es relativa a unas circunstancias temporales y contextuales cambiantes, lo que requiere una actitud de reflexión e investigación por parte del profesor y demás agentes que comparten la responsabilidad del proyecto educativo. Implica la asunción de una racionalidad axiológica en educación matemática que permita el análisis, la crítica, la justificación de la elección de los medios y de los fines, la justificación del cambio, y en definitiva responder a la pregunta genérica, ¿sobre qué aspectos se puede incidir para la mejora progresiva de los procesos de instrucción matemática?

La noción de idoneidad está inspirada en la teoría consensual de la verdad de Peirce y de sus desarrollos y adaptaciones posteriores realizadas por autores como Apel (1991) y Habermas (1979). En esta teoría, “verdadero” es, en principio, un enunciado para un usuario cuando cree que cualquier otro sujeto racional estaría dispuesto a asignar el mismo predicado al enunciado. La verdad no se piensa en relación a un mundo separado de ideas, no como “conformidad” con ideas trascendentes, sino como aquello que podría ser defendido ante un conjunto de interlocutores y aceptado por ellos.

### **Reflexiones finales**

El EOS asume una concepción amplia de la Didáctica como disciplina, al considerar que debe abordar cuestiones descriptivas, explicativas, predictivas, propias del conocimiento científico, y también prescriptivas y valorativas, propias del conocimiento tecnológico. En consecuencia, la Didáctica debe proporcionar resultados que permitan la acción efectiva sobre una parcela de la realidad: la enseñanza y aprendizaje de la matemática en

los diferentes contextos en que tiene lugar. Además, debe tener en cuenta los cuatro tipos de áreas problemáticas descritas en este trabajo y sus interacciones: epistemológica, ontológica, semiótica-cognitiva, educativa-instruccional.

La Didáctica puede ofrecer principios provisionales (normas que son llamadas en el EOS criterios de idoneidad) consensuados por la comunidad interesada en la educación matemática, que pueden servir, primero para guiar los procesos de enseñanza y aprendizaje y, segundo, para valorar sus implementaciones. Estos principios y normas son útiles en dos momentos: 1) a priori, los criterios de idoneidad orientan cómo se debe llevar a cabo un proceso de instrucción, 2) a posteriori, los criterios sirven para valorar el proceso de enseñanza y aprendizaje efectivamente implementado e identificar posibles aspectos de mejora en el rediseño. Para generar estos principios los investigadores en educación matemática deben dialogar y colaborar con todos los demás sectores interesados en la mejora de la enseñanza de las matemáticas (profesores, padres, administración, etc.). Esto permitirá crear consensos que generen principios para orientar y valorar los procesos de instrucción, con la finalidad de conseguir una enseñanza idónea de las matemáticas. Se reconoce, no obstante, que la identificación de criterios de idoneidad, tanto generales como específicos, requiere de una agenda de investigación que se abre a discusión y desarrollo en la comunidad de educación matemática.

Por otra parte, la Didáctica involucra el estudio de personas humanas en interacción en contextos muy diversos. Están involucrados sistemas complejos, dinámicos, abiertos, heterogéneos, que conllevan múltiples y diversas interacciones. Estos sistemas tienen connotaciones caóticas, donde pequeños cambios pueden dar lugar a grandes desviaciones; los pequeños cambios tienen lugar a nivel micro, y, por tanto, deben ser estudiados como posibles factores explicativos de los cambios observables a nivel macro. En consecuencia, la Didáctica debe contemplar el uso de unidades de análisis a nivel micro (una tarea, o una interacción profesor-estudiante de carácter puntual), y a nivel macro (un campo de problemas, una trayectoria didáctica a largo plazo, el contexto sociocultural).

### **Reconocimientos:**

Trabajo realizado en el marco de los proyectos de investigación EDU2016-74848-P (AEI, FEDER, UE) y EDU2015-64646-P (MINECO/FEDER, UE).

### **Referencias**

- Apel, K.O. (1991). *Teoría de la verdad y ética del discurso*. Barcelona: Paidós e I.C.E. de la Universidad de Barcelona.
- Bloor, D. (1983). *Wittgenstein A social theory of knowledge*. London: The Macmillan Press.
- Blumer, H. (1969). *El interaccionismo simbólico: Perspectiva y método*. Barcelona: Hora, 1982.
- Breda, A., Font, V. y Pino-Fan, L. (2018). Criterios valorativos y normativos en la Didáctica de las Matemáticas: el caso del constructo idoneidad didáctica. *Bolema* (en prensa).
- Brousseau, G. (1989). La tour de Babel. *Etudes en Didactique des Mathématiques. Article occasionnel* n. 2. IREM de Bordeaux.
- Brousseau, G. (1998). *La théorie des situations didactiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

- Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12 (1), 73-112.
- Font, V., Godino, J. D. y Gallardo, J. (2013). The emergence of objects from mathematical practices. *Educational Studies in Mathematics*, 82, 97–124.
- Gascón, J. & Nicolás, P. (2017). Can didactics say how to teach? The beginning of a dialogue between the anthropological theory of the didactic and other approaches. *For the Learning of Mathematics*, 37 (3), 26-30.
- Godino, J. D. & Batanero, C. (1998). Clarifying the meaning of mathematical objects as a priority area of research in Mathematics Education. In, A. Sierpiska & J. Kilpatrick (Ed.), *Mathematics education as a research domain: A search for identity* (pp. 177-195). Dordrecht: Kluwer, A. P.
- 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.
- Godino, J. D., Batanero, C., Cañadas, G. R. y Contreras, J. M. (2016). Linking inquiry and transmission in teaching and learning mathematics and experimental sciences. *Acta Scientiae*, 18 (4), 29-47.
- Habermas, J. (1997). Teorías de la verdad. En, J. A. Nicolás y M. J. Frápoli (Eds.), *Teorías de la verdad en el siglo XX* (pp. 543-596). Madrid: Tecnos.
- Lerman, S. (2001). Cultural, discursive psychology: a sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 87-113.
- Lesh, R. y Sriraman, B. (2010). Re-conceptualizing mathematics education as a design science. En, B. Sriraman y L. English (Eds.), *Theories of mathematics education. Seeing new frontiers* (pp.123-146). Heidelberg: Springer.
- Peirce, Ch. S. (1958). *Collected papers of Charles Sanders Peirce*. 1931-1935. Cambridge, MA: Harvard UP.
- Radford, L. (2008). Connecting theories in mathematics education: challenges and possibilities. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 40(2), 317-327.
- Steiner, H.G. (1985). Theory of mathematics education (TME): an introduction. *For the Learning of Mathematics*, 5 (2), 11-17.
- Vygotski, L. (1986) [1934]. *Thought and language*. Cambridge, MA.: MIT Press [Trad. cast.: *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós, 1995.
- Wittgenstein, L. (1953). *Investigaciones filosóficas*. Barcelona: Crítica, 1973.