Hibridación de teorías: El caso del Enfoque Ontosemiótico y la Didáctica Francesa[1]

Juan D. Godino

Universidad de Granada

Resumen

En este sub-capítulo se presenta una síntesis del trabajo realizado por un equipo de investigación de la Universidad de Granada (España), orientada a comprender, comparar y articular varias teorías didácticas desarrolladas en Francia. Este trabajo ha sido el origen del sistema teórico "Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos" que proporciona una nueva perspectiva. Desde esta perspectiva se estudian algunas concordancias y complementariedades con la Teoría de las Situaciones Didácticas, la Teoría Antropológica de lo Didáctico, la Teoría de los Campos Conceptuales y la Teoría de los Registros de Representación Semiótica.

Summary

In this subchapter a synthesis of the work been carried out by a research team from the University of Granada (Spain), and which is aimed to understand, compare and articulate various didactical theories developed in France is presented. This work has been the origin of the "Onto-semiotic approach to mathematical knowledge and instruction", which provides a new perspective. From this perspective, some concordances and complementarities with the Theory of Didactical Situations, Anthropological Theory of Didactics, Conceptual Fields Theory and the Theory of Semiotics Representation Registers are studied.

La articulación de marcos teóricos (networking theories) está recibiendo una atención particular por diversos autores (Prediger, Bikner-Ahsbahs & Arzarello 2008; Radford 2008; Artigue, Cerulli, Haspekian & Maracci 2009), quienes consideran que la coexistencia de diversas teorías para explicar los fenómenos de una disciplina como la didáctica de la matemática puede ser hasta cierto punto inevitable y enriquecedora, pero al mismo tiempo puede constituir una rémora para su consolidación como un campo científico. Prediger, Bikner-Ahsbahs & Arzarello (2008) describen diferentes estrategias y métodos para articular teorías, que van desde ignorarse entre sí, a la unificación global.

Personalmente considero que el progreso en cualquier disciplina, y en particular en educación matemática, debe tener en cuenta el principio conocido como "navaja de Occam", o principio de parsimonia, economía, o concisión, usado en lógica y resolución de problemas. Este principio afirma que entre hipótesis competitivas, debería ser seleccionada la hipótesis con menos supuestos En otras palabras, la explicación más simple es usualmente la mejor. La aplicación de la navaja de Occam al campo de la

[1] Libro «Hommage à Michèle Artigue». Springer (en prensa).

educación matemática justifica los esfuerzos realizados en el campo por comparar, articular y unificar teorías.

Pero también es necesario tener en cuenta la frase atribuida a Einstein: “Todo se debería mantener lo más simple posible, pero no más”, que puede considerarse como una formulación del principio conocido como "anti-navaja de Chatton": “Si una explicación no determina satisfactoriamente la verdad de una proposición, y se está seguro de que es verdadera, se debe requerir alguna otra explicación”. La existencia de una multiplicidad de teorías en educación matemática es una consecuencia de la aplicación implícita de la anti-navaja de Chatton, mientras que los esfuerzos de comparación, articulación y unificación de teorías es resultado de la aplicación, también implícita, de la navaja de Occam. Parece conveniente reconocer que ambos principios no son contrapuestos y que una posición racional ante la multiplicidad de teorías debe ser explorar la sinergia que pueda haber entre los mismos.

1. La cuestión de la unificación de teorías

En este apartado voy a tratar de argumentar la necesidad y utilidad de articular teorías (internas y locales) sobre educación matemática, usando como ejemplo cuatro teorías bien conocidas en el ámbito de la “didáctica francesa”: la TCC, la Teoría de los registros de representación semiótica (TRRS, Duval, 1995; 1996), la TSD, la TAD. Las dos primeras centran la atención en la dimensión cognitiva (conocimiento individual o subjetivo) mientras las dos últimas lo hacen básicamente en la dimensión epistémica (conocimiento institucional u objetivo). Consideramos, no obstante, que la consolidación de la didáctica de las matemáticas como disciplina tecno-científica pasa por abordar cuestiones tales como:

- ¿Cuáles son los problemas, principios y metodologías que se abordan y usan en cada marco teórico?
- ¿Qué redundancias hay en las herramientas de estos marcos? ¿Son incompatibles entre sí?
- ¿Pueden convivir de manera sinérgica las herramientas cognitivas de un marco con las epistémicas de otro?
- ¿Sería útil construir un sistema teórico que tenga en cuenta las diversas dimensiones implicadas (epistémica, cognitiva, instruccional y ecológica), evitando redundancias? ¿Cuáles serían las nociones primitivas y postulados básicos de dicho nuevo sistema?

Es claro que no podemos abordar aquí estas cuestiones, sino solo mostrar su pertinencia y la potencial utilidad de avanzar hacia un sistema teórico que articule de manera coherente los enfoques epistémicos y cognitivos, con el objetivo de lograr diseños instruccionales efectivos. Con ese fin describo brevemente algunas nociones básicas de estos modelos cuya clarificación, confrontación y articulación podría ser productiva. Solo se mencionan, y de manera sucinta, cómo se concibe en estas teorías el *conocimiento*, desde el punto de vista epistémico en unas y cognitivo en otras. Este no es el lugar para hacer una comparación y posible articulación de estas teorías en sus diversos componentes; se trata de ejemplificar una estrategia de *networking*, basada en el análisis racional y posible hibridación de las herramientas conceptuales usadas en cada caso. Se deja fuera de discusión y articulación el sistema de resultados que los marcos teóricos hayan podido desarrollar.

Esta estrategia ha dado origen al denominado Enfoque Ontosemiótico (EOS) en Didáctica de la Matemática, que vienen desarrollando Godino y colaboradores (Godino y Batanero 1994; Godino, Batanero y Font 2007) en un intento de articulación de las mencionadas teorías y otras relacionadas desde una aproximación que describen como ontosemiótica. Estos autores conciben las teorías bajo una doble perspectiva:

1. En un sentido restringido, como "sistema de herramientas" (conceptos, principios y metodologías) que se usan para responder un conjunto de cuestiones propias de un campo de indagación; esta interpretación puede ser similar a la tripleta propuesta en Radford (2008) - Principios, Métodos y Cuestiones.
2. En un sentido ampliado, incluyendo además de los anteriores componentes, el "sistema de resultados" (saberes) que se van obteniendo como resultado de aplicar las herramientas a las cuestiones

En principio, cualquier teoría puede producir conocimientos valiosos que ayudan a comprender el campo y actuar sobre el mismo de manera fundamentada. Pero las diversas teorías, pueden ser redundantes, contradictorias, insuficientes, o más o menos eficaces para realizar el trabajo pretendido. La clarificación, comparación y posible articulación de teorías se orienta, por tanto, a la elaboración de un sistema de herramientas conceptuales y metodológicas óptimo, que potencie la investigación en el campo. Se asume que tal articulación de teorías se puede hacer mediante el análisis racional de los elementos constituyentes de las teorías y la elaboración de *nuevas herramientas* conceptuales cuando la mera amalgama de las existentes no se considera posible o pertinente. Como trataré de mostrar esta estrategia de articulación ha dado origen a una nueva noción teórica, *configuración ontosemiótica* (figura 1), que incorpora de manera híbrida elementos de las nociones de concepto, concepción, esquema, praxeología matemática y registro de representación semiótica.

2. La noción de conocimiento en las teorías analizadas

La contribución teórica de Duval (1995) se inscribe dentro de la línea de indagación que postula una naturaleza mental (las representaciones internas) para el conocimiento matemático, y que atribuye un papel esencial en los procesos de formación y aprehensión de las representaciones mentales (noesis) al lenguaje, en sus diversas manifestaciones. Se considera imprescindible en la generación y desarrollo de los objetos matemáticos la disponibilidad y uso de diversos sistemas de representación semiótica, sus transformaciones y conversiones, pero la semiosis (producción y aprehensión de representaciones materiales) no es espontánea y su dominio debe ser un objetivo de la enseñanza. Una atención particular debe darse a la conversión entre registros de representación semiótica no congruentes entre sí.

La semiótica cognitiva elaborada por Duval aporta otras nociones útiles para estudiar los fenómenos del aprendizaje matemático (tipos de funciones discursivas y metadiscursivas del lenguaje, diferenciación funcional y coordinación de registros, etc. (Duval 1996)).

La teoría de los campos conceptuales (Vergnaud 1990; 1994) ha introducido un conjunto de nociones teóricas para analizar los procesos de construcción del conocimiento por parte de los aprendices. Esta es la razón por la que consideramos a este modelo teórico dentro del programa cognitivo, reconociendo, no obstante, que algunas nociones teóricas elaboradas (campo conceptual) tienen una naturaleza epistémica. La noción cognitiva básica para Vergnaud es la de esquema. El esquema se describe como "la organización invariante de la conducta para una clase de situaciones dadas" (Vergnaud 1990, p. 136). El autor indica que "es en los esquemas donde se deben investigar los conocimientos en acto del sujeto que son los elementos cognitivos que permiten a la acción del sujeto ser operatoria". Cada esquema es relativo a una clase de situaciones cuyas características son bien definidas.

Propone también una noción de concepto a la que parece atribuir una naturaleza cognitiva al incorporar en la misma los invariantes operatorios "sobre los que reposa la operacionalidad de los esquemas". Esta noción es distinta de lo que son los conceptos y teoremas en la ciencia, para los que no propone una conceptualización explícita. En cuanto a la noción de campo conceptual, en una primera descripción se entiende como "conjunto de situaciones". Pero a continuación aclara que junto a las situaciones se deben considerar también los conceptos y teoremas que se ponen en juego en la solución de tales situaciones.

Para la TSD el saber a enseñar tiene una existencia cultural, preexistente y, en cierta forma, independiente de las personas e instituciones interesadas en su construcción y comunicación. El análisis de los procesos de comunicación y reconstrucción de dichos saberes por el sujeto, bajo la forma de conocimientos, en el seno de los sistemas didácticos es el objetivo fundamental de la didáctica. La transposición didáctica, noción desarrollada en el marco de la TAD, da cuenta de las adaptaciones de estos saberes para su estudio en el contexto escolar, dando lugar a distintas variedades epistémicas de un mismo saber.

En cuanto a las nociones usadas en la TSD para referirse a los "conocimientos del sujeto" encontramos el uso de 'representación', en el sentido de representación interna; en otras ocasiones utiliza la expresión "modelos implícitos" para dichos conocimientos y representaciones. Interpreta los modelos implícitos como "formas de conocimiento", las cuales "no funcionan de manera completamente independiente, ni de manera completamente integrada, para controlar las interacciones del sujeto.

La teoría antropológica se ha centrado hasta el momento, casi de manera exclusiva, en la dimensión institucional del conocimiento matemático. Las nociones de organización matemática y relación institucional al objeto se proponen como los instrumentos para describir la actividad matemática y los objetos institucionales emergentes de tal actividad. La dimensión cognitiva se describe en términos de la "relación personal al objeto", que se propone como sustituto, en cierta manera, de las nociones propuestas desde la psicología (concepción, intuición, esquema, representación interna, etc.). Pero esta noción de relación personal al objeto no ha sido desarrollada, al postularse como previa y verse como determinante de las mismas la caracterización de las praxeologías matemáticas y el estudio de las relaciones institucionales al saber.

3. Hacia un sistema teórico integrado

La breve síntesis presentada de las nociones usadas en las cuatro teorías para describir el conocimiento matemático, desde el punto de vista institucional (epistémico) – saber, campo conceptual, praxeología matemática, relación institucional al objeto, etc. y personal (cognitivo) - conocimiento, concepción, esquema, representación interna, modelo implícito, relación personal al objeto, etc. - muestra que la simple superposición, o el uso indiscriminado de las mismas para describir los fenómenos de transposición didáctica y de aprendizaje matemático solo puede crear confusión.

Esta es una de las razones por la que Godino y Batanero (1994) comenzaron a sentar las bases de un modelo ontológico, epistemológico y cognitivo relativo al conocimiento matemático sobre bases antropológicas y semióticas. Con un estilo que recuerda los trabajos de fundamentación axiomática de las matemáticas estos autores comenzaron definiendo las nociones primitivas de práctica matemática, institución, prácticas institucionales y personales, objeto institucional y personal, significado de un objeto institucional y personal, conocimiento y comprensión del objeto. Estas nociones fueron complementadas en trabajos posteriores (Godino 2002) con una tipología de objetos y procesos matemáticos primarios así como con una interpretación de la noción de función semiótica (relación triádica entre dos objetos, antecedente y consecuente, según un criterio o regla de correspondencia) que permite elaborar una noción operativa de conocimiento (significado, comprensión y competencia) (Figura 1). Estas nociones pueden incluir a las correspondientes a los enfoques epistemológicos y cognitivos usadas en didáctica de la matemática, como se explica en Godino, Font, Contreras y Wilhelmi (2006).

En la figura 1 se destacan como elementos claves de la modelización epistemológica y cognitiva del conocimiento matemático que propone el EOS las nociones de práctica, objeto, proceso (secuencia de prácticas de las que emerge el objeto) y función semiótica (noción mediante la cual se relacionan las diversas entidades de manera referencial y operatoria). Se puede pensar que con estos cuatro elementos se tiene una versión similar a la tripleta conceptual de la TCC, o a la de praxeología de la TAD. Sin embargo, en el EOS se ha elaborado una tipología explícita de objetos (y de sus respectivos procesos) que permite realizar descripciones de la actividad matemática más analíticas y explicativas que las correspondientes a otros modelos teóricos.

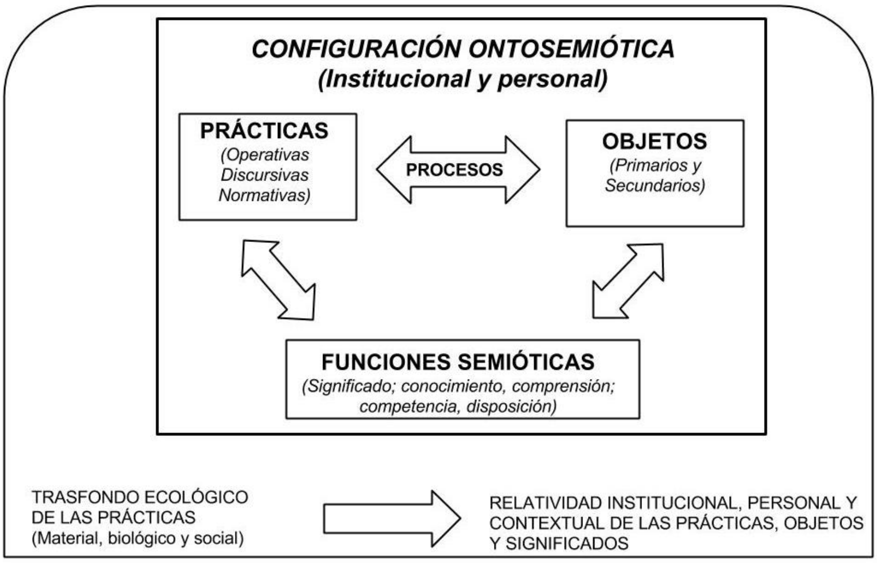

Figura 1. Entidades primarias de la ontología y epistemología EOS

En concreto se propone que en las prácticas matemáticas intervienen los siguientes seis tipos de objetos: situaciones - problemas, lenguajes, conceptos (en su acepción de entidades que se definen[2]), procedimientos, proposiciones y argumentos. Además estas entidades primarias se pueden contemplar desde cinco puntos de vista duales: personal - institucional; ostensivo - no ostensivo; extensivo - intensivo; unitario - sistemático; expresión - contenido.

4. Concordancias y complementariedades

Las teorías mencionadas (RRS, TCC, TSD, TAD) dan un peso muy diferente al aspecto personal e institucional del conocimiento matemático y a su dependencia contextual. En el EOS se postula que los sistemas de prácticas y los objetos emergentes son relativos a los contextos de uso, a las instituciones en que tienen lugar las prácticas y a los sujetos implicados en las mismas (juegos de lenguaje y formas de vida, Wittgenstein 1953).

La descripción de los conocimientos de un sujeto individual sobre un objeto O se puede hacer de una manera global con la noción de "sistemas de prácticas personales". Esta noción queda concretada mediante la trama de funciones semióticas que el sujeto puede establecer en las que O se pone en juego como expresión o contenido (significante, significado). Si en este sistema de prácticas distinguimos entre las que tienen una naturaleza operatoria o procedimental ante un tipo de situaciones-problemas, respecto de las discursivas, obtenemos un constructo que guarda una estrecha relación con la noción de praxeología (Chevallard, 1999), siempre y cuando le atribuyamos a dicha noción una dimensión personal, además de la correspondiente dimensión institucional.

Los modos de "hacer y de decir" ante ciertos tipos de problemas que ponen en juego, por ejemplo, el "objeto función" se proponen como respuesta a la pregunta "¿qué significa el objeto función?" para un sujeto (o una institución). Esta modelización

[2] Este uso de concepto – definición es diferente a concepto – sistema, que es el que modeliza la TCC. La noción de configuración ontosemiótica viene a modelizar al concepto entendido como sistema (tripleta conceptual).

semiótica del conocimiento permite interpretar la noción de esquema como configuración cognitiva asociada a un subsistema de prácticas, relativas a una clase de situaciones o contextos de uso, y las nociones de concepto-en-acto, teorema-en-acto y concepción, como componentes parciales constituyentes de dichas configuraciones cognitivas.

En el EOS la noción de concepción (en su versión cognitiva) es interpretada en términos de configuración ontosemiótica personal (que incluye los sistemas de prácticas personales, objetos, procesos y relaciones). En términos semióticos, cuando nos preguntemos por el significado de "concepción" de un sujeto sobre un objeto O (o sostenida en el seno de una institución) asignemos como contenido, "el sistema de prácticas operativas y discursivas que ese sujeto es capaz de manifestar y en las que se pone en juego el objeto". Dicho sistema es relativo a unas circunstancias y momento dado y se describe mediante la red de objetos y procesos que se ponen en juego.

Así mismo, la comprensión y el conocimiento se conciben en su faceta dual personal – institucional, involucrando, por tanto, los sistemas de prácticas operativas, discursivas y normativas ante ciertos tipos de tareas problemáticas. El aprendizaje de un objeto O por un sujeto se interpreta como la apropiación de los significados institucionales de O por parte del sujeto; se produce mediante la negociación, el diálogo y acoplamiento progresivo de significados.

En el EOS la noción de significado se concreta. El significado de un objeto matemático es el contenido de cualquier función semiótica y, por tanto, según el acto comunicativo correspondiente, puede ser un objeto ostensivo o no ostensivo, extensivo – intensivo, personal o institucional; puede referirse a un sistema de prácticas, o a un componente (situación-problema, una notación, un concepto, etc.). La noción de sentido se interpreta como un significado parcial, esto es, se refiere a los subsistemas de prácticas relativos a marcos o contextos de uso determinados.

Las nociones de representación y registro semiótico usadas por Duval y otros autores hacen alusión, según el EOS, a un tipo particular de función semiótica representacional entre objetos ostensivos y objetos mentales (no ostensivos). La noción de función semiótica generaliza esta correspondencia a cualquier tipo de objetos y, además, contempla otros tipos de dependencias entre objetos. Por ejemplo, la expresión ostensiva $y = 2x$ refiere a una función particular (entidad conceptual, no ostensiva). Entre ambas entidades se establece una función semiótica[3] de tipo representacional. En otras situaciones la función $y = 2x$ puede estar en representación de la clase de funciones polinómicas de primer grado, o del concepto general de función. Ahora el antecedente y el consecuente de la función semiótica son entidades conceptuales. La función matemática $y = 2x$ se puede usar para modelizar determinadas situaciones prácticas, por ejemplo, para determinar el coste de x kilos de manzanas cuyo coste

[3] La noción de función semiótica, en su uso referencial, 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. El uso operacional o pragmático de la función semiótica indica el papel o rol que un objeto (antecedente) desempeña en una práctica matemática (consecuente) (Godino, et al. 2011).

unitario son 2 €. En este caso prevalece el uso o significado pragmático del concepto de función: lo que significa $y = 2x$ es el sistema de prácticas en que tal objeto participa.

El uso que se hace en la TSD de la noción de sentido, desde el punto de vista del EOS, queda restringido a la correspondencia entre un objeto matemático y las distintas situaciones fundamentales de las cuales emerge el objeto, y "le da sus sentidos" (podemos describirlo como "significado situacional"). Según el EOS, esta correspondencia es, sin duda, crucial, al aportar la razón de ser de tal objeto, su justificación u origen fenomenológico. Pero también se tienen que tener en cuenta las correspondencias o funciones semióticas entre ese objeto y los restantes componentes operativos y discursivos del sistema de prácticas del que consideramos sobreviene el objeto, entendido, bien en términos cognitivos, o bien en términos epistémicos.

La Teoría de los Campos Conceptuales extiende la noción de significado como "respuesta a una situación dada" introducida en Teoría de Situaciones Didácticas. Esta extensión supone la inclusión, además del componente situacional, de elementos procedimentales (esquemas) y discursivos (conceptos y teoremas) relacionando además el significado con la noción de modelo implícito. El contenido que se considera "significado de un objeto matemático para un sujeto" en la TCC es prácticamente la globalidad holística que en el EOS se describe como "sistema de prácticas personales". Sin embargo, la noción de función semiótica y la ontología matemática asociada proporciona un instrumento más general y flexible para el análisis didáctico-matemático (Godino et. al., 2011).

Un aspecto esencial que permite distinguir entre los modelos teóricos es el relativo a la dialéctica entre la dualidad institucional y personal, entre enfoques epistemológicos y cognitivos, los cuales con frecuencia se presentan disjuntos, dando lugar a posiciones extremas. En unos casos el acento se pone en la dimensión personal (TCC y RRS), en otros en la dimensión institucional (TAD y TSD), mientras que en el EOS se postula una relación dialéctica entre ambas dimensiones, por lo que pensamos puede ayudar a la articulación entre los restantes modelos teóricos.

5. Hibridación y competición de marcos teóricos

Como hemos indicado, con el EOS no se trata de construir una "teoría holística, que lo explique todo", sino de avanzar en la construcción de un sistema de herramientas conceptuales y metodológicas que permitan hacer los análisis de nivel macro y micro de las dimensiones epistémica, cognitiva, instruccional y ecológica implicadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, así como las interacciones entre las mismas. En el caso de las nociones epistémicas y cognitivas analizadas se ha considerado que la mera superposición o amalgama de herramientas teóricas no es posible, dada su heterogeneidad y parcialidad, por lo que se ha procedido a la elaboración de una nueva entidad con un claro carácter híbrido. El constructo teórico configuración ontosemiótica (figura 1) guarda un "parecido de familia" con las nociones de concepto, concepción, registro de representación semiótica, saber, conocimiento, praxeología matemática, pero no es reducible a ninguna de ellas, por lo que requiere una designación específica. Los autores consideran que esta noción puede hacer más eficaz el trabajo de las nociones matrices, al permitir analizar al nivel macro y micro la actividad matemática institucional y personal, y comprender mejor las relaciones entre ambas dimensiones del conocimiento matemático. Esta afirmación requiere, no obstante, un trabajo analítico y experimental más profundo que el realizado en esta breve presentación y el aportado en Godino et al. (2006).

Es claro que esta nueva entidad entra en competición con las ya existentes, teniendo ante sí el difícil problema de probar su eficacia relativa para resolver las cuestiones paradigmáticas del campo. Es necesario avanzar en la comparación de los resultados que se puedan obtener con los marcos teóricos matrices y el nuevo constructo emergente, lo que constituirá la prueba de su posible supervivencia.

El análisis ecológico esbozado de las nuevas ideas emergentes se debe complementar con el análisis sociológico correspondiente; no es suficiente haber generado una nueva entidad híbrida (mestiza) potencialmente fuerte, es necesario que se den las circunstancias sociales y materiales para su desarrollo. Es necesario atraer a jóvenes investigadores que se involucren en el estudio, comprensión y aplicación de los nuevos instrumentos, y lograr atraer los recursos necesarios para realizar las investigaciones, comunicar, discutir y publicar los resultados.

Referencias

Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactiques des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7 (2), 33-115.

Brousseau, G. (1998). *La théorie des situations didactiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

Brousseau, G. (2003). La théorie des situations didactiques. Cours donné lors de l'attribution à Guy

Chevallard, Y. (1985, réédité 1991), *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné* (2ième édition). 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.

Chevallard, Y. (1999), L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-266.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine : Registres sémiotiques et apprentis-sages intellectuels*. Bern : Peter Lang.

Duval, R. (1996). Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques?. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 16 (3), 349-382.

Godino, J. D. y Batanero, C. (1994). Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14 (3), 325-355.

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., Font, V., Contreras, A. y Wilhelmi, M. R. (2006). Una visión de la didáctica francesa desde el enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática. *Revista Latinoamerica de Investigación en Matemática Educativa*, 9 (1), 117-150.

Prediger S., Bikner-Ahsbahs, A., Arzarello, F. (2008). Networking strategies and methods for connecting theoretical approaches: first steps towards a conceptual framework. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education*, 40(2), 165-178.

Radford, L. (2008). Connecting theories in mathematics education : challenges and possibilities. *ZDM-The International Journal on Mathematics Education*, 40(2), 317-327.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10/2.3, 133-170.

Wittgenstein, L. (1973). *Investigaciones filosóficas*. Barcelona: Crítica.