

LOS CRITERIOS DE IDONEIDAD Y PROPUESTAS DE CAMBIOS INSTITUCIONALES EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO

Ana Beatriz Ramos *

anabeatrizrp@yahoo.es

Thamara Fagúndez Z.**

tfagunde@uc.edu.ve

(UC)

Marina Castells LL.***

marina.castells@ub.edu

(UAB)

Recibido: 12/12/08

Aprobado: 21/01/09

RESUMEN

El artículo representa un estudio cualitativo elaborado en el contexto de la Universidad de Carabobo, Venezuela. El referente teórico primario es el Enfoque Onto-semiótico de la Cognición Matemática (EOS), en el que se considera que la idoneidad global de un proceso de estudio se valora teniendo en cuenta un conjunto de criterios, llamados ‘Criterios de Idoneidad’. El interés se centra en valorar los puntos de vista docentes sobre la posibilidad de un cambio en el proceso de enseñanza y aprendizaje del tópico ‘funciones’, orientado hacia una matemática contextualizada. Los resultados muestran a la comunidad universitaria cómo se puede abordar -a partir del paradigma cualitativo y el Enfoque Ontosemiótico (EOS)- una problemática del ámbito universitario. También, se evidencia la potente fuerza de los criterios de idoneidad como instrumentos de evaluación en la búsqueda del consenso.

Palabras clave: criterios de idoneidad; enseñanza de la matemática; enfoque ontosemiótico; aprendizaje de las funciones.

***Ana Beatriz Ramos.** Doctora por la Universidad de Barcelona. Área Didáctica de la Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad de Carabobo (UC), Venezuela.

****Thamara Fagúndez Z.** Doctora por la Universidad de Barcelona. Área Didáctica de la Ciencias Experimentales. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo (UC). Naguanagua-Carabobo, Venezuela.

*****Marina Castells LL.** Doctora por la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). Área Ciencias de la Educación. Facultad de Formación del Profesorado. Universidad de Barcelona. Campus Mundet. Barcelona, España.

FITNESS CRITERIA AND INSTITUTIONAL CHANGE PROPOSALS IN THE UNIVERSITARY ENVIRONMENT

ABSTRACT

The article represents a qualitative study elaborated through the context of the Universidad de Carabobo, Venezuela. The primary theoretical reference is the Mathematical Cognition Onto-Semiotic Approach (OSA), which considers that the global fitness of a process of study can be obtained through a set of criteria, called “Fitness Criteria”. The purpose is centered into the appraisal of the teachers’ perspectives about the possibility of a change of the topic “functions” within the teaching-learning process, oriented towards contextualized mathematics. The results show to the college community how can be approached –through the qualitative paradigm and the Onto-Semiotic Approach- a problem within the university environment. Besides, becomes evident the powerful strength of the fitness criteria as instruments of evaluation in the search for a consensus.

Keywords: fitness criteria; teaching of mathematics; ontosemiotical approach; learning of the functions.

LES CRITÈRES D’IDONEITÉ ET DES PROPOSITIONS DE TRANSFORMATION INSTITUTIONNELLE DANS LE DOMAINE UNIVERSITAIRE

RÉSUMÉ

L’article représente une étude qualitative élaborée dans le contexte de l’« Universidad de Carabobo », au Venezuela. Le référent théorique primaire est l’*Approche Onto-sémiotique de la Cognition Mathématique*, dans laquelle l’on considère que l’idoneité globale d’un processus d’étude est valorisée seulement si l’on tient compte d’une série de critères appelés ‘Critères d’Idoneité’. L’intérêt est centré dans la valorisation des points de vues ‘pédagogiques’ pour la mise en route d’une transformation dans le processus d’enseignement-apprentissage du domaine ‘Fonctions’, orientée vers une conception de la mathématique en contexte. Les résultats montrent à la communauté universitaire les manières d’aborder –à partir du Paradigme Qualitatif et l’Approche Onto-sémiotique- des problématiques du secteur universitaire. Il y a aussi l’évidence de la puissance des critères d’idoneité en tant qu’instruments d’évaluation dans la recherche du consensus.

Mots clé : Critères d’idoneité; enseignement de la mathématique; approche onto-sémiotique; apprentissage des fonctions.

Introducción

La educación superior se ha mantenido de espaldas a los aportes que la didáctica como ciencia ha venido otorgando a la comunidad científica. Las razones son muchas por enumerar, pero dentro de ellas, la que tiene mayor peso es aquella que ve como inútiles, o pocos pragmáticos, los resultados que desde la didáctica se ofrecen a la comunidad universitaria; es decir, hay un cierto escepticismo sobre las posibilidades reales de que ella pueda dar respuestas a muchas de las interrogantes del subsistema de educación superior. La propuesta en este artículo es, entre otras, la de mostrar a la comunidad universitaria cómo se pueden abordar, a partir del paradigma cualitativo y el Enfoque Ontosemiótico (EOS), problemáticas del ámbito universitario. El caso presentado en el artículo se estructura en seis apartados: (1) visión de la problemática, (2) los objetivos de la investigación, (3) el marco teórico, (4) la metodología, (5) los datos, episodios argumentativos y su recopilación, y (6) el análisis de los datos y los puntos de encuentro de las autoras.

El problema de la investigación

La investigadora, como profesora de la asignatura “Introducción a la Matemática”, comienza a plantearse la posibilidad de cambiar la forma de enfrentar el tema de ‘funciones reales’. Tal inquietud se origina, por una parte, al querer dar respuestas consonas a sus estudiantes a una pregunta de rigor formulada por ellos: “¿para qué me sirve estudiar matemática?, ¿para qué le sirve a un contador, un relacionista industrial, etc., la teoría de conjuntos con su rigor formalista?”, y por otra parte, al entender la importancia que se da, en los estudios internacionales de evaluación del sistema educativo, por ejemplo el estudio Pisa 2003 (OCDE, 2004), a la competencia de los alumnos para aplicar las matemáticas escolares a los contextos extra matemáticos de la vida real. Todo ello lleva a la investigadora a trazarse, en un primer momento, la problematización de la cuestión a fin de que la comunidad de docentes de la Cátedra entendiese que había un problema que afrontar. Éste era: “la falta de problemas contextualizados en la enseñanza de la matemática”. Ahora bien ¿por qué había que problematizar la cuestión? La investigadora, en un primer encuentro con los docentes entendió que para ellos, el problema como tal no existía, que éste se les tornaba transparente. Por ello, se trazó el objetivo que a continuación se presenta.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar la viabilidad del constructo Criterios de Idoneidad del EOS como estrategia para valorar la posibilidad (o no) de un cambio institucional en la enseñanza de la Matemática.

Objetivos específicos

- a. Extraer del discurso de los docentes participantes los criterios de idoneidad que utilizan para valorar sus prácticas de aula.
- b. Asumir cambios en el currículo, que den cabida a una enseñanza contextualizada de las funciones.
- c. Analizar los objetos personales matemáticos y didácticos presentes en el discurso del profesorado.
- d. Estudiar puntos de convergencia en la institución FaCES para la introducción de la matemática contextualizada y/o modelizada en el currículo de la asignatura con relación al objeto “función”.

El enfoque ontosemiótico

El fin del desarrollo de las nociones que constituyen el ‘Enfoque ontosemiótico (EOS), de la cognición e instrucción matemática’ fue el progreso en relación a la articulación de diversos modelos teóricos existentes en Didáctica de las Matemáticas: la Teoría de Situaciones Didácticas (Brousseau, 1986, 1997); Teoría de los Campos Conceptuales (Vergnaud, 1990); Teoría Antropológica (Chevallard, 1992, 1999), llamada, en la investigación en didáctica de las matemáticas, Teoría de las Funciones Semióticas (TFS); y el enfoque epistemológico de la Didáctica de la Matemática (Gascón, 1998). Este último, a través de la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) (Brousseau, 1997), proporciona herramientas para analizar los procesos de instrucción matemática y valorar la idoneidad de tales procesos en términos de los aprendizajes matemáticos logrados.

Un proceso de instrucción (cada experiencia particular de enseñanza de un contenido dado), según Godino, Contreras y Font (2006), comprende distintas dimensiones interconectadas: epistémica (significados institucionales), docente (funciones del profesor), discente (funciones de

los alumnos), mediacional (recursos materiales), cognitiva (significados personales), emocional (sentimientos y afectos); en cada una de las cuales podemos identificar un conjunto de elementos (tareas, acciones, etc.), secuenciados en el tiempo, y que, según tales autores, pueden modelizarse como un proceso estocástico. En el EOS se considera que la idoneidad global de un proceso de estudio se valora teniendo en cuenta cinco criterios, llamados ‘Criterios de Idoneidad’:

- a. *Idoneidad epistémica*: grado de representatividad de los significados institucionales implementados (o previstos), respecto de unos significados de referencia.
- b. *Idoneidad cognitiva*: grado de proximidad de los significados implementados con respecto a los significados personales iniciales de los estudiantes, o de manera equivalente la medida en que el “material de aprendizaje” esté en su zona de desarrollo potencial.
- c. *Idoneidad semiótica*: relacionada con los conflictos semióticos potenciales y su resolución mediante la negociación de significados.
- d. *Idoneidad mediacional*: grado de disponibilidad de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de estudio.
- e. *Idoneidad emocional*: grado de implicación (interés, motivación) de los alumnos y alumnas en el proceso de estudio. La idoneidad emocional está relacionada tanto con factores que dependen de la institución como con factores que dependen básicamente del estudiante y de su historia escolar previa.

El término semiótico se emplea de manera amplia (todo lo relacionado con la comprensión), mientras que los términos cognitivo y mediacional, de manera restrictiva. El término cognitivo se utiliza cuando intervienen los conocimientos previos y el mediacional para referirse a los medios temporales (sobre todo) y a los recursos materiales. Por ser la EOS un enfoque emergente, sus constructos están en constante proceso de revisión y actualización por parte de los investigadores. En la revisión llevada a cabo por Godino *et al.* (2006), se reestructura la Idoneidad Semiótica, considerándola como parte de la Idoneidad Interaccional e incorporan componentes -al conjunto de idoneidades- a la Idoneidad Ecológica:

- a. *Idoneidad interaccional*: grado en el que las configuraciones y trayectorias didácticas permiten, por una parte, identificar conflictos semióticos

potenciales (que se puedan detectar *a priori*), y, por otra parte, resolver los conflictos que se producen durante el proceso de instrucción mediante la negociación de significados.

- b. *Idoneidad ecológica*: grado de adaptación del proceso de estudio al proyecto educativo del centro, a las directrices curriculares, a las condiciones del entorno social, etc.

Tales idoneidades deben ser organizadas teniendo en cuenta sus interacciones, lo cual requiere hablar de la *idoneidad didáctica* como criterio sistémico de pertinencia (adecuación al proyecto de enseñanza) de un proceso de instrucción, cuyo principal indicador empírico puede ser la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes y los significados institucionales pretendidos/implementados (Godino, Wilhelmi y Bencomo, 2005). En este punto de atención, es preciso resaltar que los significados personales del objeto de estudio se mezclan con los significados institucionales y, sólo a través de las manifestaciones reales en la acción, es decir, la “disposición en la acción” es que es posible visualizar la sutil línea divisoria entre lo institucional y lo personal del objeto de estudio.

Los objetos matemáticos

En el EOS se adopta un cierto pragmatismo puesto que se considera a los objetos matemáticos como entidades emergentes de los sistemas de prácticas realizadas en un campo de problemas (Godino y Batanero, 1994) y, por tanto, son derivados de ellas. Al objeto matemático se le asigna un estatuto derivado, mientras que a la práctica se le dota de un lugar privilegiado. Dada su importancia, es necesario intentar precisar lo que se entiende por práctica. Una primera, en sentido amplio, es la siguiente: manipulación de ostensivos y del pensamiento que la acompaña. Las prácticas como las que se realizan en una institución escolar tienen un componente público (hay manipulación de ostensivos y, por tanto, observables) y un componente privado (manipulación de representaciones mentales no ostensivas y no observables). Si bien, en teoría, se podrían considerar aquéllas que sólo tienen un componente -por ejemplo la manipulación inconsciente de ostensivos, o bien una persona que sólo piensa- lo normal es que ellas incorporen estos dos componentes. Aunque es definición muy general, cuando se contextualiza en el ámbito de la matemática, permite formularla de la manera siguiente: “Llamamos práctica a toda actuación o manifestación (lingüística o no) realizada por alguien para

resolver problemas matemáticos, comunicar a otros la solución, validar la solución y generalizarla a otros contextos y problemas” (Godino y Batanero, 1994, p. 334).

Los objetos personales

La relación que hay entre las prácticas y sus problemas llevan a considerar que lo que hay entre el estímulo -campo de problemas- y la respuesta -sistema de prácticas- no es una caja negra; muy al contrario, es en este lapso donde tiene lugar el proceso nada mecánico de simbolización por el que las experiencias se codifican significativamente, se procesan como signos y éstos se manipulan y combinan, siguiendo reglas y métodos elaborados al efecto, para dar lugar a objetos matemáticos personales que, según Godino y Batanero (1994, p. 335), son “emergentes del sistema de prácticas personales significativas asociadas a un campo de problemas”. Estos objetos personales van cobrando forma -van emergiendo- en un aprendizaje suscitado por la propia práctica. Es conveniente efectuar algunas matizaciones sobre el objeto personal, considerando como algo de lo que se tiene conciencia subjetiva. El hecho de que los individuos pueden hablar sobre sus objetos personales (realizar prácticas discursivas sobre los mismos) conduce a una vía de investigación en Didáctica de las Matemáticas de gran relevancia. Por otra parte, un objeto personal implica la generación, por medio de la intersubjetividad que facilita la clase de Matemáticas, de una regla de comportamiento en el sujeto. Es esta última dimensión la denominada máxima pragmática; la que se toma en consideración en Godino y Batanero (1994, p. 341) para definir el significado de un objeto personal O_p : “Es el sistema de prácticas personales de una persona p para resolver el campo de problemas del que emerge el objeto O_p en un momento dado”. Según tal definición, el objeto personal supone haber establecido una conexión entre acciones potenciales y fines, conexión que es inteligente y, por tanto, está mediada simbólicamente.

Asimismo, conviene observar que, dado que el significado de un objeto personal consiste en las prácticas que hace la persona y también en aquellas que haría o planificaría en otras situaciones en las que tuviera que resolver problemas similares, dicho objeto personal se convierte en una posibilidad permanente de planificación de prácticas. En el EOS se considera que el significado personal de un objeto matemático se puede entender de la siguiente manera:

$S(O) = \{\text{Conjunto de prácticas } P_i \text{ tal que en cada práctica } P_i \text{ el sujeto utiliza el objeto } O\}$

En nuestra opinión, para ser más precisos, en la definición anterior tendríamos que sustituir el objeto O por alguna de sus representaciones:

$S(O) = \{\text{Conjunto de prácticas } P_i \text{ tal que en cada práctica } P_i \text{ el sujeto utiliza alguna representación asociada al objeto } O\}$

Considerar el objeto personal como un “emergente” y su significado de manera “holística” hace que lo que realmente sea relevante, en nuestra opinión, es la existencia de prácticas (significativas) realizadas por el sujeto en las que interviene alguna representación del objeto. Es decir, unas entidades mentales que permiten centrar el interés en las descripciones y las representaciones a medida que se construyen a lo largo de una interacción en el marco de una institución escolar. De lo dicho antes se podría pensar que la relación entre el objeto personal y la práctica en la que éste sea determinante para su realización se considera una relación de causa-efecto (gráfico 1) en la que el objeto personal sería la causa eficiente (dicho en términos aristotélicos). Contrario a este punto de vista, se considera conveniente interpretar la relación entre el objeto personal y la práctica en términos de brecha (parte inferior de la figura 1) puesto que para realizar una práctica primero hay que valorar y decidir lo que se va a hacer, después qué acción es la más indicada y, por último, se ha de mantener la acción desde el inicio hasta el final.

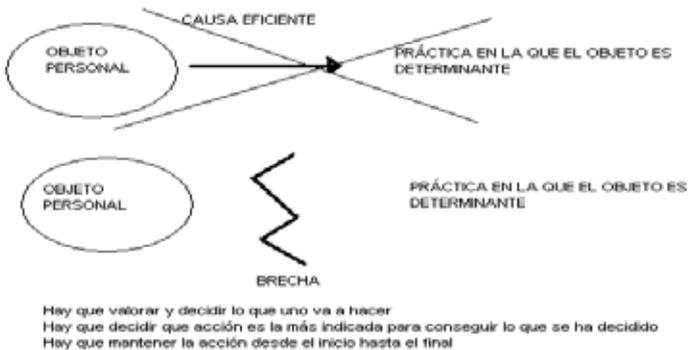


Gráfico 1. El objeto personal

Fuente: Ramos (2006)

Objetos institucionales

Una característica que presentan los significados y los objetos personales es la de ser fenómenos individuales, pero al estar inmerso el sujeto en instituciones donde necesariamente se dan interacciones, tienen también un carácter colectivo; por tanto cualquier análisis que los abordara desde uno solo de estos aspectos resultaría reduccionista. Por este motivo, para Godino y Batanero (1994) en el EOS se introducen las instituciones, los objetos institucionales y los significados institucionales. Para estos autores 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 compartidas, las cuales están, asimismo, ligadas a la institución a cuya caracterización contribuyen.

En el EOS interesa sobre todo la primera manera de entender la institución (Godino y Batanero, 1994), sin que esto implique no tener en cuenta el otro punto de vista. Esta primera manera de entenderla permite, por una parte, pensar en varias instituciones en el interior de un centro escolar y, por otra parte, en instituciones diferentes de las escolares. La segunda manera lleva a considerar que las instituciones que van a interesar sobre todo al EOS son aquéllas cuyo fin es ocuparse del hombre aprendiendo. Los objetos matemáticos se pueden considerar como entes abstractos que emergen progresivamente de sistemas de prácticas socialmente compartidas en una institución, ligadas a la resolución de cierto campo de problemas de esa índole. Puesto que las prácticas pueden variar en las distintas instituciones, se ha de conceder al objeto una relatividad respecto a las mismas. Esta emergencia es progresiva a lo largo del tiempo.

En relación con el objeto institucional interesa resaltar los siguientes aspectos: (1) Las personas distinguen entre sus objetos personales y los objetos institucionales. Cuando hablan de sus objetos personales utilizan el discurso en primera persona, mientras que cuando hablan de los objetos institucionales utilizan el discurso en tercera persona. (2) Un objeto institucional implica la generación de una regla de comportamiento compartida por toda la institución. Para Godino y Batanero (1994) también se recurre a la máxima pragmática para definir el significado de un objeto institucional O_i : “Es el sistema de prácticas institucionales asociadas al campo de problemas de las que emerge O_i en un momento dado” (p. 340). Para el EOS, la dialéctica personal-institucional se

convierte en una cuestión central y el alumno pasa de ser un alumno individual a ser un alumno-en-una-institución, lo que obliga a distinguir entre objetos personales y objetos institucionales y a problematizar estas dos clases de objetos y la relación entre ellos. Para el EOS la relación entre los significados de los objetos personales y los institucionales hay que pensarla básicamente en términos de “ajuste”. Se pretende que el significado de los objetos personales se ajuste lo más posible al significado de los institucionales. Esta relación de ajuste es la que subyace y posibilita “la evaluación de los conocimientos de los alumnos”.

El constructivismo psicológico y, en general, todas las investigaciones realizadas en el campo de la Didáctica de las Matemáticas desde el enfoque cognitivo se han centrado en los objetos personales. En el otro extremo está la antropología cognitiva en la que prima el aspecto institucional y el sujeto se considera un simple “corte institucional”. Entre estos dos extremos hay diferentes teorías que intentan explicar la dialéctica personal-institucional sin olvidar ninguno de los dos polos. Es en este contexto donde se sitúa el EOS. Los comentarios anteriores permiten determinar cuál será el principal objeto de estudio que interesa del EOS: *el hombre aprendiendo en instituciones escolares algo que es el resultado de una construcción social realizada en diferentes instituciones: la matemática*. Se adopta, por tanto, un punto de vista antropológico. También, un principio de tipo recursivo: los objetos personales generan los objetos institucionales, los cuales a su vez generan los objetos personales. Una pregunta que se puede formular con relación a los objetos personales e institucionales es la siguiente: ¿Dónde se encarnan dichos objetos? (Ramos y Font, 2006). Es evidente que a partir de lo que se ha dicho anteriormente los objetos personales y sus significados se encarnan en los alumnos, en los institucionales y en los profesores. Ahora bien, con esta clasificación se nos presenta el problema de que los objetos matemáticos y didácticos del profesor no se contemplan como objetos diferenciados de los institucionales. Los objetos personales del profesor están mezclados con los objetos institucionales ¿Cómo podemos abstraer y particularizar los objetos del docente?

Metodología

La investigación tuvo dos fases bien diferenciadas. El objetivo de la primera era problematizar una práctica cotidiana de la institución (la ausencia de problemas contextualizados) que hasta el momento no se

había considerado como tal. Para ello, se diseñaron cuatro cuestionarios y una entrevista semi-estructurada y se analizó el significado institucional pretendido utilizando, sobre todo, el constructo “configuración epistémica”. La segunda fase consistió en el diseño e implementación de un “seminario-taller” cuyo objetivo era permitir al colectivo docente debatir sus posturas sobre la posibilidad (o no) de introducir el enfoque contextualizado en la enseñanza de las funciones en la asignatura Introducción a la Matemática. Para realizar el análisis de las prácticas discursivas del profesorado asistente a dicho seminario-taller se han considerado los acuerdos parciales y totales recopilados en cada episodio argumentativo. En concreto: *‘se organizan las prácticas discursivas del profesorado utilizando, los siguientes constructos del EOS: los criterios de idoneidad y los significados de los objetos personales matemáticos y didácticos’*.

La investigación se enmarca dentro del paradigma cualitativo; es concretamente un estudio de caso, ya que se trata de la contextualización en la enseñanza de las funciones en la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo. En términos más generales, se puede afirmar que la investigación que se presenta comparte algunas características de las siguientes metodologías de investigación:

- *Exploratoria*: en el sentido que se pretende recoger y analizar información que pueda servir para orientar futuras investigaciones.
- *Descriptiva*: puesto que ha generado informes narrativos a partir de la investigación de campo realizada.
- *De campo*: la investigación se realizó en el lugar de trabajo de los sujetos investigados.
- *Interpretativa*: tiene en cuenta el sentido de las acciones de los sujetos.
- *Hermenéutica*: en el sentido de que se hacen interpretaciones de las interpretaciones que hacen los sujetos investigados (lo que dicen sobre su práctica profesional).
- *Ontosemiótica*: las prácticas discursivas y operativas de los sujetos investigados se analizan teniendo en cuenta la ontología de objetos intervinientes y de las relaciones semióticas que se establecen entre ellos.
- *Comunicativa*: se estudian los acuerdos intersubjetivos realizados entre las personas que participan, de manera igualitaria, en la investigación.

Los sujetos investigados son un grupo de 14 profesores y profesoras pertenecientes a la Cátedra Introducción a la Matemática de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de Carabobo. Se trata, por lo tanto, de un estudio instrumental de caso grupal o colectivo (Stake, 1998), que se plantea alcanzar una mayor comprensión de un caso particular. El colectivo docente es un grupo formado, en su mayoría, por licenciados en educación mención matemática, contadores, relacionistas industriales e ingenieros. Para validar el proceso de “análisis de las argumentaciones basado en los criterios de idoneidad de la EOS” se planificó una triangulación. El primer tipo de análisis realizado fue evaluado por un experto en el uso de los criterios de idoneidad del EOS. Después se contó con la opinión de un especialista en análisis del discurso verbal, escrito y no verbal de los docentes. Por último, los análisis realizados se sometieron a la opinión de los expertos en didáctica de las matemáticas, en un taller sobre objetos personales matemáticos y didácticos y criterios de idoneidad en el que la investigadora participó en la dirección. Dicho taller tuvo lugar en el primer Congreso Internacional sobre la Teoría de las Funciones Semióticas (Jaén, 2004).

Los datos están representados por las argumentaciones de los profesores en relación con una propuesta de cambio acerca de la contextualización de las funciones. La recopilación de los datos se realiza: (a) en la fase empírica de la investigación o problematización, a través de la aplicación de cuestionarios y entrevistas semi-estructuradas al personal docente y alumnado; además de recoger y analizar los textos institucionales, materiales didácticos, el currículo de la asignatura, entre otros y (b) En la fase de análisis de la problematización “la ausencia de la contextualización en la enseñanza de la matemática”, se diseñó un Seminario-Taller para el debate y análisis, por parte de profesorado, sobre la posibilidad (o no) de asumir cambios en la enseñanza de la asignatura, que den cabida a una enseñanza contextualizada.

Análisis de los datos y resultados

En la fase de análisis de la problematización, la investigadora diseñó y aplicó un Seminario-Taller para dar cabida a un debate abierto que sirviera entre otros, para extraer las argumentaciones esgrimidas por los docentes participantes. De las manifestaciones realizadas se rastrea todo lo relativo a los objetos personales: matemáticos y didácticos del profesorado, a la vez que se extraen del discurso docente los criterios de idoneidad que utilizan para

valorar: (a) la posibilidad de cambio (o no), (b) la enseñanza contextualizada de las funciones en la Cátedra de “Introducción a la Matemática”.

A continuación se presenta un extracto de una de las sesiones del Seminario-Taller, diseñado y aplicado. La finalidad del mismo fue recopilar a través de las manifestaciones (discurso de los docentes), lo que hacen, lo que dicen hacer y lo que estiman se debe hacer para dar cabida a un posible cambio en la enseñanza de las matemáticas en la Cátedra Introducción a la Matemática de FaCES-UC. Concretamente, se coloca la sesión 6, segmento 1, de dicho evento. Es importante destacar que cada episodio argumentativo fue dividido a su vez, en segmentos 1, 2, 3...etc. En cada uno se utilizó la nomenclatura de $A1$, $A2$... An , etc., para representar a cada profesor en el momento de su argumentación, a fin de preservar el carácter anónimo de sus diálogos, y $A1$ para identificar las intervenciones de la investigadora.

Implementación del seminario-taller-sesión 6 (7-02-2004)

1. Planificación previa

- a) Entrega de los Cuestionarios.
- b) Extracción de las posturas de los docentes sobre modelización y/o contextualización.
- c) Discusión y análisis sobre el grado de dificultad (en las prácticas de aula) de problemas contextualizados y /o modelizados.
- d) Evaluación de esta estrategia de aprendizaje de las matemáticas a fin de introducirla en el currículo de la asignatura.

Se planificó pasar tres cuestionarios con la finalidad de indagar sobre:
a) el grado de dificultad de los problemas contextualizados y/o modelizados que ellos estarían dispuestos a introducir en el programa de la asignatura y; b) su opinión sobre la eficacia del enfoque contextualizado como una estrategia a tener en cuenta en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática y la posibilidad de dar entrada a ese enfoque en el programa de la asignatura.

El grado de dificultad se consideró como una manera de expresar el grado de complejidad de la situación presentada. En este caso “dificultad” quiere decir que se presenta a los alumnos una situación suficientemente rica que tenga por objetivo la realización de procesos complejos y creativos

que impliquen tanto la contextualización como la descontextualización. Los criterios que fueron tomados en cuenta para la confección de los tres cuestionarios fueron: (1) que fuesen escritos y (2) que contemplaran la argumentación de sus respuestas (Cuadros 1, 2 y 3).

Cuadro 1

Cuestionario n° 1 para la evaluación del grado de dificultad de los problemas contextualizados y/o modelizados que los docentes estarían dispuestas a introducir en el programa de la asignatura

Señala con una “x” el grado de dificultad que tú estarías dispuestos a trabajar con tus alumnos, en un enfoque contextualizado para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

TD	D	MD	F	TF
----	---	----	---	----

TD: Totalmente Difícil. D: Difícil. MD: Medianamente Difícil. F: Fácil

TF: Totalmente fácil

Justifica tu respuesta (comentario)

Fuente: Ramos y Font (2006)

Cuadro 2

Cuestionario n° 2 para la valoración de la eficacia del enfoque contextualizado

1.- A continuación se te presenta una tabla para la valoración del enfoque contextualizado como una estrategia A TENER EN CUENTA en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la Facultad. Señala con una “x” la alternativa que según tu criterio se ajusta a la evaluación que tú le darías.

Muy Buena. Buena. Aceptable. Deficiente. Totalmente Deficiente.
Justifica tu respuesta.

2.- ¿Será posible introducir el enfoque contextualizado en la asignatura?

SÍ _____ No _____

3.- En caso de haber asignado **No** a la pregunta n° 2, qué cambios te parecen indispensables para introducirlos en la asignatura

Fuente: Ramos y Font (2006)

Cuadro 3

Cuestionario n° 3 para la evaluación de la posibilidad de introducir el enfoque contextualizado en el programa de la asignatura

A continuación se te presenta una tabla para la valoración de la posibilidad de introducir el enfoque contextualizado en el programa de la asignatura. Señala con una “x” la alternativa que consideres tenga mayor posibilidad.

TP	P	MP	IMPO	TI
----	---	----	------	----

(TP) Totalmente posible. (P) Posible. (MP) Moderadamente posible.
(IMPO) Imposible. (TI) Totalmente imposible.

Justifica tu respuesta

Fuente: Ramos y Font (2006)

Desarrollo de la sesión

La sesión comenzó con la entrega del material (tres cuestionarios). La investigadora expuso los puntos a tratar en la sexta sesión: 1) consideraciones teóricas sobre contextualización y modelización, y 2) reflexión sobre: a) el grado de dificultad de los problemas contextualizados y modelizados que ellos estarían dispuestos a introducir en el programa de la asignatura; b) la eficacia del enfoque contextualizado como una estrategia a tener en cuenta en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática y; c) la posibilidad de dar entrada al enfoque contextualizado en el programa de la asignatura.

En relación con el primer aspecto, la investigadora explica que los términos “contextualización” y “modelización” son muy complejos y existen muchas maneras de entenderlos. Estableció que se utilizarían los términos: “descontextualización” para referirse al proceso que va de la realidad al objeto matemático; “contextualización” para indicar el proceso que va del objeto matemático a la realidad, y ‘modelización’ cuando se presenta a los alumnos una situación suficientemente rica que tenga por objetivo la realización de procesos complejos y creativos que impliquen tanto la contextualización como la descontextualización. Sobre las normas que se seguirían para la evaluación y discusión surgida de dicha valoración se decidió trabajar por equipos. El tiempo para desarrollo de está actividad fue de una hora para la discusión en cada grupo y una hora más para la discusión en el gran grupo.

Análisis de algunos episodios argumentativos significativos de la sexta sesión-1

Segmento 1

Este segmento tuvo lugar en el proceso de reflexión y discusión centrado en las respuestas al cuestionario nº 1 para la evaluación del grado de dificultad de los problemas contextualizados y modelizados que los docentes estarían dispuestas a introducir en el programa de la asignatura. A continuación, algunos de sus comentarios sobre las respuestas al cuestionario 1:

A5: *Bueno la dificultad que observamos en el material, para nosotras es variada. Allí hay problemas más difíciles que otros, como por ejemplo el número uno. Pero lo que nosotras creemos es que hay que ponerse de acuerdo y elaborar una variedad de problemas entre todos, por supuesto dentro de las Ciencias Económicas y Sociales.*

A1 *Bueno lo que realmente se plantea allí, es el grado de dificultad que tú, o que ustedes creen conveniente introducir en la asignatura.*

A3 *Yo creo que el hecho de no estar preparados, suficientemente documentados, no nos permite tener una opinión clara sobre esto. Además tampoco estamos todos acostumbrados a estos problemas. Yo creo que por supuesto de introducir estos problemas tendrían que ser más sencillos, porque tampoco hay que descartar el problema, porque los alumnos van a tener dificultad, ya que ellos desconocen estos problemas. Yo, de entrada descartaría los de modelización y me plantearía los de contextualización, pero por supuesto comenzando con algo sencillo.*

A4 *Si el material que nosotros preparamos, lo hacemos con instrucciones bien claras y con ejercicios bien sencillos, yo creo que se podrá. Ajustándonos a la pregunta, el grado de dificultad debe ser más bajo, y luego en otras asignaturas ir incrementándolo. Para este nivel, no me parece que el grado de dificultad debe ser elevado. Además los problemas deben ser bien precisos.*

A9 *Para nosotros el material que tú nos proporcionaste es bien interesante y podríamos comenzar desde allí, claro haciendo unos ajustes con relación al cronograma de actividades. El grado de dificultad, bueno, nosotros creemos que en la medida de que todos*

vayamos resolviendo problemas, el nivel puede ir creciendo. Por supuesto que debemos comenzar con un grado de dificultad bajo.

A7 *La dificultad de estos problemas, para nosotros, bueno me voy a referir al material relacionándolo con el alumnado. Es difícil. Nosotros no podemos comenzar con ese nivel de dificultad. Yo le quitaría eso de hallar la fórmula. Para nosotros entonces la respuesta sería un nivel de dificultad más bajo y poco a poco se podría pensar; dependiendo del rendimiento que se alcance en elevar el grado de dificultad.*

A13 *Sí, es verdad la dificultad puede irse incrementando a medida de ir viendo el progreso general de los alumnos.*

Análisis de la trayectoria argumentativa desde la perspectiva de los criterios de idoneidad

Los profesores evalúan la dificultad que pueden tener los problemas contextualizados para los alumnos utilizando, sobre todo, criterios de idoneidad **semiótica y cognitiva**.

A3 *Yo creo que el hecho de no estar preparados, suficientemente documentados, no nos permite tener una opinión clara sobre esto. Además tampoco estamos todos acostumbrados a estos problemas. Yo creo que por supuesto de introducir estos problemas tendrían que ser más sencillos, porque tampoco hay que descartar el problema, porque los alumnos van a tener dificultad, ya que ellos desconocen estos problemas. Yo de entrada descartaría los de modelización y me plantearía los de contextualización, pero por supuesto comenzando con algo sencillo.*

A7 *La dificultad de estos problemas, para nosotros, bueno me voy a referir al material relacionándolo con el alumnado. Es difícil. Nosotros no podemos comenzar con ese nivel de dificultad. Yo le quitaría eso de hallar la fórmula. Para nosotros entonces la respuesta sería un nivel de dificultad más bajo y poco a poco se podría pensar; dependiendo del rendimiento que se alcance en elevar el grado de dificultad.*

Análisis de la trayectoria argumentativa desde la perspectiva de los objetos personales matemáticos y didácticos

Este segmento permite llegar a una conclusión sobre el significado de sus objetos personales “funciones” y “contexto”. Los profesores consideran los problemas modelizados como “muy difíciles”, también consideran que un problema contextualizado con un “grado de dificultad bajo” debe tener un enunciado “preciso”, y que, además, no implique el paso de la gráfica a la fórmula. Por otra parte, consideran que el grado de dificultad puede irse incrementando en la medida en que los docentes y alumnos tengan mayores competencias en la resolución de problemas contextualizados.

Conclusiones

El análisis que se ha desarrollado a partir del Seminario-Taller en la investigación se ha concentrado en el estudio de los argumentos expresados en forma oral. El objetivo de dicho análisis era determinar las convergencias -acuerdos (o no), parciales o totales- alcanzados. Se establece así un objetivo de tipo “dinámico” o “longitudinal”, que pretendía conocer cómo las prácticas discursivas que formaban parte de los significados personales, matemáticos y didácticos se organizaban por medio de los criterios de idoneidad a lo largo del Seminario-Taller. La intención era ver los significados personales, matemáticos y didácticos en funcionamiento, dicho metafóricamente, se trataba de ver cuál era la fisiología de los significados personales, matemáticos y didácticos de los profesores. En ningún momento, el objetivo primordial fue proporcionar un análisis particular de cada profesor, aunque no se ha renunciado en las conclusiones finales a caracterizar, dentro de lo posible, el uso que han hecho diferentes profesores, los que más han participado, de los criterios de idoneidad.

Otro objetivo ha sido realizar un estudio global (oral) que proporcionara una visión estática general de los significados de los objetos personales, matemáticos y didácticos del profesorado -dicho metafóricamente, se trataba de conocer la anatomía de tales significados-. Para lograrlo se han tenido en cuenta básicamente algunos constructores teóricos del EOS. En concreto, se han considerado los criterios de idoneidad (fisiología) y los objetos personales matemáticos y didácticos del profesorado (anatomía), propuestos por el EOS para organizar las prácticas discursivas.

En el Seminario-Taller se muestra al auditorio docente las argumentaciones recopiladas en la primera fase de la investigación, de validez dudosa, o bien se les ofrece materiales que ponen en evidencia las prácticas realizadas en otras instituciones que los docentes tuvieron que examinar y tomar partido sobre ellas, con razones, y sólo con razones. A continuación, se hace un análisis de la trayectoria argumentativa para determinar las prácticas que forman parte del significado de los objetos personales, matemáticos y didácticos, del profesorado (anatomía).

En síntesis, se puede afirmar que el constructo Criterio de Idoneidad (CI) del EOS ha resultado una herramienta útil en el proceso de valoración del cambio (o no). Los profesores utilizan diversos CI para evaluar sus prácticas, así como la posibilidad de asumir cambios. Utilizan CI mediacionales, sobre todo, cuando se les plantea un cambio a corto plazo. Al contrario, si lo planteado es a mediano o a largo plazo o si son asumidos por otros docentes, los CI utilizados son epistémicos o emocionales.

En las argumentaciones recopiladas, los docentes esgrimen diversas posturas, las cuales resaltan el carácter de vaivén de los argumentos. Es decir, sus respuestas se dan desde “lo que se debería hacer”, “lo que hago” y “lo que debo hacer como miembro de la cátedra” y no siempre hay coherencia entre estas tres perspectivas. En los argumentos de la mayoría de los participantes se observa cierta dificultad para mantener un criterio más o menos permanente. Si bien hemos estudiado los discursos argumentativos en forma coral, a partir de este coro de voces, se han extraído algunas trayectorias argumentativas individuales en las cuales se detecta un peso diferente de los criterios de idoneidad y una evolución en el uso de éstos. A continuación, se presenta un resumen de los criterios de idoneidad utilizados por algunos de los docentes participantes cuando dan argumentos para introducir (o no) el enfoque contextualizado en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, por razones de espacio sólo se comentarán dos casos individuales:

A4, en sus primeras argumentaciones mantiene una postura bastante abierta a la introducción del enfoque contextualizado en la enseñanza de las funciones (usa los criterios de idoneidad epistémico y emocional). No obstante, argumenta que la preparación de los profesores, la falta de tiempo y la falta de conocimientos previos del alumnado son problemas a superar para poder realizar cambios (criterios de idoneidad mediacionales y cognitivos). Luego,

en la cuarta y quinta sesión rechaza el uso de propuestas de modelización complejas (la considera fuera de la ZDP de la institución, básicamente por una falta de tiempo y de conocimientos previos de los alumnos, criterios de idoneidad mediacional y cognitivo) y se muestra partidaria de la elaboración de un material (dossier de problemas contextualizados) muy preciso (criterio semiótico) ya que considera que debe darse una relación biunívoca entre el objeto matemático y la situación contextualizada. A partir de la sexta y séptima sesión, sus planteamientos dan un giro, ya que ahora se inclina por valorar la estrategia del enfoque contextualizado sólo como aceptable y expone la necesidad de validarlo a través de una experiencia cuasi-experimental con grupo control (los criterios de idoneidad epistémico y emocional, utilizados al principio del seminario taller no son ahora tomados en cuenta de manera relevante), a lo cual añade que la implementación de este proceso debe ser gradual. Finalmente, se muestra partidaria de la alternativa nº 2 (el docente introduce primero los objetos matemáticos y al final del tema se presentan problemas contextualizados de aplicación) y coincide con los profesores que consideran difícil que los alumnos puedan construir los objetos matemáticos a partir de contextos.

A5 desde el principio manifestó una cierta reserva en cuanto a la validez del enfoque contextualizado. Además de argumentar sobre la falta de preparación de los profesores, la falta de tiempo y la falta de conocimientos previos del alumnado (criterios de idoneidad mediacionales y cognitivos) argumentan que dicho enfoque puede ser poco eficaz para los alumnos y alumnas de la Facultad por la problemática acerca de la construcción de los objetos matemáticos (criterio semiótico). Luego, en las sesiones cuarta y quinta sigue sosteniendo que tanto la falta del conocimiento de los alumnos sobre los contextos del área de ciencias sociales y económicas, como la dificultad para hallar un contexto que no sea ambiguo, hacen muy difícil estos problemas para la comprensión del alumno (criterio de idoneidad semiótico). En su opinión, la realidad, por lo general, no se ajusta a los modelos o problemas que se plantean, por ello hay que tener mucho cuidado en su elaboración para que se ajusten a la realidad. Luego, en la séptima sesión se manifiesta de acuerdo con la alternativa nº 2 y considera como muy difícil que los alumnos puedan construir los objetos matemáticos, a partir de los contextos, sin la intervención inicial del docente, quien debe, según su opinión, introducir los objetos matemáticos. En general se observa que:

1. El criterio de idoneidad epistémico sólo se utiliza para argumentar a favor de la introducción del enfoque contextualizado. No hay ningún profesor que argumente en contra de que los alumnos deban aplicar sus conocimientos matemáticos a la resolución de problemas de funciones contextualizados (lo cual es lógico si se tiene en cuenta de que se trata de una Facultad de Ciencias Económicas).
2. El criterio de idoneidad mediacional, sobre todo **el tiempo**, sólo se utiliza para argumentar en contra de la introducción del enfoque contextualizado. No hay ningún profesor que argumente que éste consume menos tiempo que el enfoque descontextualizado.
3. El criterio de idoneidad emocional se utiliza, casi siempre, para argumentar a favor de la introducción del enfoque contextualizado. Sin embargo, en algún momento se utiliza para argumentar en contra (la falta de éxito puede frustrar al alumnado).
4. El criterio de idoneidad cognitivo, cuando se aplica a los alumnos, se utiliza más en contra que a favor. En contra cuando se dice que los alumnos no están preparados y a favor cuando se dice que el conocimiento del contexto puede facilitar la resolución del problema.
5. El criterio de idoneidad semiótico se utiliza tanto en contra como a favor. En contra, cuando se dice que los alumnos van a tener dificultades por la complejidad que implica el proceso de descontextualización. A favor cuando se dice que el conocimiento del contexto y el hecho de encontrar sentido a la situación pueden facilitar el proceso de descontextualización. De manera metafórica, se puede decir que en la batalla para impedir el éxito del enfoque contextualizado los profesores que no son partidarios de su implementación; se sitúan fundamentalmente en posiciones “mediacionales” y “semióticas” y, en menor medida, en posiciones “cognitivas”. En cambio, los partidarios de su implementación se sitúan fundamentalmente en posiciones “epistémicas”, “emocionales” y “semióticas” o “cognitivas”.

Los objetos personales del profesorado no se pueden observar de manera aislada, hay que integrarlos en forma de red. Por este motivo, cuando se considera, por ejemplo, el objeto personal “función” hay que ser conscientes de que es un objeto matemático y didáctico a la vez, cuyo significado constituye un conjunto de prácticas sobre las funciones, su enseñanza y aprendizaje. Por este motivo, cuando hablamos de un objeto personal de un profesor, nos estamos refiriendo a un objeto que es a la vez matemático y didáctico. El significado

de los objetos hay que entenderlo, en sentido amplio, como el conjunto de prácticas operativas y discursivas que realiza relacionadas con las funciones, con su enseñanza y aprendizaje. Este conjunto se puede descomponer en prácticas matemáticas en las que interviene el objeto matemático “función”, y prácticas para la enseñanza y el aprendizaje de las “funciones”. También se puede descomponer en su significado personal del “objeto matemático función” (prácticas matemáticas realizadas por el profesor en las que las funciones juegan un papel determinante), su significado personal de “aprender función”, o su significado personal de “enseñar función”, a su vez, estos significados están relacionados con otros (su significado personal de “matemáticas”, de “aprender”, de “enseñar” y de “contexto”). Desde esta perspectiva, algunas de las prácticas que forman el significado de los objetos personales, matemáticos y didácticos para un determinado objeto matemático institucional tratarán de cómo debería ser el proceso de instrucción; otras son las que intervienen en la determinación del significado pretendido, el implementado y el evaluado.

Dicho de otra manera, en el significado de los objetos personales, matemáticos y didácticos, asociados a un objeto matemático institucional, se pueden considerar, entre otros, los siguientes componentes: a) lo que hace, b) lo que dice que hace, c) lo que dice que ha acordado implementar con los otros compañeros y d) lo que dice sobre cómo debería ser el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si se considera que el significado de los objetos personales, matemáticos y didácticos del profesorado es el conjunto de prácticas, operativas y discursivas que realiza relacionadas con el objeto matemático en cuestión y con su enseñanza y aprendizaje, es necesario desarrollar instrumentos metodológicos y teóricos que permitan analizar su argumentación. Por otra parte, una de las aportaciones de este trabajo es poner de manifiesto cómo los cinco criterios de idoneidad son herramientas que pueden ser muy útiles, tanto para organizar y analizar las prácticas discursivas del profesorado sobre cómo debería ser el proceso de instrucción, como para valorar las prácticas que intervienen en la determinación del significado pretendido, el implementado y el evaluado.

Otro aspecto importante para organizar las prácticas discursivas con base en los criterios de idoneidad es que de esta manera podemos pasar de la visión “estática” que dan los significados de los objetos personales (un listado de prácticas que metafóricamente llamaremos la “anatomía”) a una visión dinámica en la que se ponen en funcionamiento. De esta manera, podemos

saber cuál es la práctica del significado personal que se está realizando en un momento determinado y ver su evolución a lo largo del tiempo (una evolución que metafóricamente se puede considerar como la “fisiología”).

Los puntos de convergencia en la institución FaCES para la introducción de la matemática contextualizada y/o modelizada en el currículo de la asignatura con relación al objeto función fueron los siguientes:

- Los docentes rechazaron, por unanimidad, continuar con el actual significado pretendido e implementado para el objeto “función”.
- Los docentes manifestaron que la introducción del enfoque contextualizado necesitaba:
 - 1) que el significado de sus objetos personales, matemáticos y didácticos, incorporase prácticas matemáticas que permitieran resolver problemas contextualizados y realizar prácticas de enseñanza contextualizada.
 - 2) una modificación consensuada del currículo de la asignatura, de su cronograma y de sus planes de evaluación; y
 - 3) un proceso de preparación del alumnado en cuanto al uso de contextos.
- No se obtuvo consenso en cuanto a la secuencia didáctica con la cual implementar el enfoque contextualizado. Al respecto hubo dos posturas: una que propuso una metodología de enseñanza donde se le presenten inicialmente a los alumnos los objetos matemáticos previamente construidos, para luego colocar problemas de aplicación contextualizados, y otra que propuso un modelo mixto: primero la enseñanza habitual a fin de introducir el objeto “función”, seguido de problemas contextualizados de aplicación y, en segundo lugar, proponer primero problemas contextualizados para la construcción de los diferentes tipos de funciones, para luego ir incrementado el nivel de dificultad. Además de los consensos anteriores hubo muchos otros consensos parciales que se detallaron en las diferentes sesiones del seminario-taller.

Reflexiones finales

Uno de los elementos que contribuye a la ‘aleatoriedad’ de los procesos de enseñanza tiene que ver con la necesidad de adaptar la enseñanza

desarrollada a las características de los alumnos. Godino, Contreras y Font (2006), utilizando las nociones del enfoque ontosemiótico de la cognición y la instrucción matemática (EOS), presentan un conjunto de criterios que permiten la valoración de la 'idoneidad didáctica' de los procesos de enseñanza y aprendizaje matemáticos, los cuales, desde nuestro punto de vista, son útiles para valorar la idoneidad de la enseñanza y el aprendizaje de cualquier ciencia.

La idoneidad didáctica, como herramienta para el análisis y la síntesis didáctica, puede ser útil para la formación de profesores, tomando como referencia que un problema persistente en educación es cómo diseñar programas de formación que influyan sobre la naturaleza y calidad de la práctica de los profesores. Pensamos que la preparación de programas de formación debe centrarse en ayudar a los docentes noveles a adquirir herramientas para aprender a enseñar, más que en competencias sobre una enseñanza efectiva. También es importante que entre tales herramientas deben figurar los criterios para analizar la propia práctica docente, las lecciones de los libros de textos escolares como fuente próxima para el diseño de unidades didácticas, o experiencias de enseñanza observadas.

Es necesario introducir en la formación (inicial y continua) de profesores criterios para valorar la idoneidad de los procesos de estudio, ya sean basados en el uso de libros de texto, o si se trata de procesos apoyados en el uso de materiales y documentos de trabajo elaborados por el propio profesor.

Referencias

- Brousseau, G. (1986). Fodements et méthodes de la didactiques des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 33-115.
- Brousseau, G. (1997). *The theory of didactical situations in mathematics*. Dordrecht: Kluwer A. P.
- 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.

- Font, V. y Ramos, A. (2005). Objetos personales matemáticos y didácticos del profesorado y cambio institucional. El caso de la contextualización de funciones en una facultad de ciencias económicas y sociales. *Revista de Educación*, 338, 309-345.
- Gascón, J. (1998). Evolución de la didáctica de la matemática como disciplina científica. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18(1), 7-33.
- 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., 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 Mathématiques*, 26(1), 39-88.
- Godino, J. D., Wilhelmi, M. R. y Bencomo, D. (2005). Suitability criteria of a mathematical instruction process. A teaching experience of the function notion. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 4(2), 1-26.
- OCDE. (2004). *Learning for Tomorrow's World-First Results from PISA 2003*. París: OCDE.
- Ramos, A. y Font, V. (2006). Contesto e Contestualizaciones nell'insegnamento Della matematica. Una prospettiva ontosemiotica. *La matematica e la sua didattica*, 4(20), 535-556.
- Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2-3), 133-170.