

Componentes e indicadores de los criterios de idoneidad didáctica desde la perspectiva del enfoque ontosemiótico

Components and indicators of didactic suitability criteria from the perspective of the ontosemiotic approach

Adriana Breda

adriana.breda@ulagos.cl

Universidad de Los Lagos, Chile

Vicenç Font Moll

vfont@ub.edu

Universitat de Barcelona, España

Valderez Marina do Rosário Lima

valderez.lima@puccrs.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Marcos Villela Pereira

marcos.villela@puccrs.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

RESUMEN

Esta investigación da continuidad a estudios anteriores relacionados con la noción de *criterios de idoneidad didáctica* propuesta por el Enfoque Ontosemiótico (EOS) del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos (Godino, Batanero y Font, 2007) y tiene como objetivo central la presentación de los componentes e indicadores para cada uno de estos criterios. Se emplearon como métodos fundamentales la sistematización del marco teórico y el estudio de caso, este último se usó para comparar los descriptores propuestos con los indicadores de desempeño exitoso que emplea un docente en ejercicio en su trabajo de fin de máster para describir su práctica docente. Se ofrece como resultado científico los componentes e indicadores correspondientes a cada uno de los criterios de idoneidad y su triangulación con la descripción del desempeño referida en el estudio de caso.

Palabras clave: Instrucción matemática, profesores de matemática, calificación del docente, calidad educacional, criterios de desempeño.

ABSTRACT

This research is based on the notion of didactic suitability criteria proposed by the Ontosemiotic Approach (OSA) of Mathematical Knowledge and Instruction (Godino, Batanero, and Font, 2007). It is aimed at describing the components and indicators for each of these criteria. Theoretical framework systematization and case study were used as fundamental methods; the latter was used to compare the proposed descriptors to the indicators of successful performance used by an in-service teacher to describe his teaching practice in his master degree dissertation. The components and indicators corresponding to each of the suitability criteria and its

correspondence to teachers' qualification description referred to in the case study are offered as a scientific result.

Keywords: Mathematics instruction, mathematics teachers, teacher qualifications, educational quality, performance specifications.

En la actualidad existe una clara tendencia internacional a la formación por competencias en la planificación y desarrollo de los estudios universitarios tanto de pregrado como de postgrado. La formación de competencia del profesor de matemática ha sido estudiada con anterioridad por los autores de este artículo (Font, Breda, & Sala, 2015; Breda, Silva, & de Carvalho, 2016) y ha encontrado reflejo en proyectos de formación y capacitación del profesorado en varios países.

Este artículo ofrece resultados parciales de una investigación de mayor alcance (Breda, 2016; Breda, Font, & Lima, 2015; Breda, Pino-Fan, & Font, 2016), que tiene como objetivo identificar los criterios de idoneidad y la medida en que estos constituyen referentes para los docentes. En particular en esta ocasión se ofrecen los componentes e indicadores de los aludidos criterios de idoneidad, así como su explicación a partir del diseño de la propuesta didáctica hecha por un docente para estudiantes de secundaria (15-17 años).

Este docente forma parte de los programas de formación del *Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional* (PROFMAT) (Sociedade Brasileira de Matemática-SBM, 2017) y su experiencia fue documentada a partir de su propio trabajo final de maestría. Los estudiantes de este programa no han recibido información previa sobre los criterios de idoneidad, sin embargo, en la descripción de su práctica educativa se observa un acercamiento intuitivo a ellos y un espíritu innovador en la propuesta de mejora de la enseñanza que realizan como trabajo final de máster.

Los autores reconocen la falta de consenso sobre la noción de calidad en el campo de la Educación Matemática en particular en relación con los métodos para la valoración y mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Se ha constatado la existencia de dos formas de aproximación a este problema: desde una perspectiva positivista o desde una consensual (Font y Godino, 2011). La primera deberá sugerir las causas y problemas a resolver para conseguir los objetivos deseados, o al menos arrojará luz sobre las condiciones y restricciones a considerar. Por su parte la perspectiva consensual, que emana del discurso argumentativo de la comunidad científica, deberá ofrecer una guía de acción y criterios para identificar las mejores prácticas.

Desde el Enfoque Ontosemiótico de la cognición e instrucción matemáticas (EOS en lo adelante) (Godino, Batanero y Font, 2007, 2008), la noción de idoneidad didáctica responde a interrogantes relacionadas a qué criterios seguir en el diseño de secuencias de tareas, cómo desarrollar y evaluar la competencia matemática de los alumnos y qué cambios hacer para conseguir metas de aprendizaje superiores. En este artículo se partirá de los criterios de idoneidad ya descritos por Font, Planas y Godino (2010), a saber:

1. *Idoneidad epistémica*, para valorar si las matemáticas que están siendo enseñadas son “buenas matemáticas”.

2. *Idoneidad cognitiva*, para valorar, antes de iniciar el proceso de instrucción, si lo que se quiere enseñar está a una distancia razonable de aquello que los alumnos saben, y después del proceso, si los aprendizajes adquiridos están cerca de aquello que se pretendía enseñar.
3. *Idoneidad interaccional*, para valorar si las interacciones resuelven dudas y dificultades de los alumnos.
4. *Idoneidad mediacional*, para valorar la adecuación de los recursos materiales y temporales utilizados en el proceso de instrucción.
5. *Idoneidad emocional*, para valorar la implicación (intereses, motivaciones...) de los alumnos durante el proceso de instrucción.
6. *Idoneidad ecológica*, para valorar la adecuación del proceso de instrucción al proyecto educativo del centro, las directrices curriculares, las condiciones del entorno social y profesional (Font, Planas, & Godino, 2010).

La operatividad de los criterios de idoneidad exige definir un conjunto de indicadores observables, que permitan valorar el grado de idoneidad de cada uno de estos criterios. Por ejemplo, existe consenso de que es necesario implementar unas “buenas” matemáticas, pero es posible entender cosas muy diferentes por ello. Para algunos, los indicadores son relativamente fáciles de consensuar (por ejemplo, para el criterio de idoneidad de medios), para otros, como es el caso de la idoneidad epistémica es más difícil. En Breda y Lima (2016), Seckel (2016) y Breda, Pino-Fan y Font (2016) se aporta un sistema de indicadores que sirve de guía de análisis y valoración de la idoneidad didáctica, que está pensado para un proceso de instrucción en cualquier etapa educativa. En consecuencia, a partir de la sistematización teórica se proponen ahora los componentes e indicadores para cada uno de estos criterios de idoneidad didáctica y, a su vez, a manera de triangulación se compara con la descripción que de su práctica docente hace un profesor de matemática en ejercicio (Breda y Lima, 2016, pp. 80-83).

La valoración de la idoneidad didáctica es un nivel de análisis didáctico que forma parte de un modelo más amplio de análisis didáctico de procesos de instrucción propuesto por el EOS. Dicho modelo consta de cinco tipos de análisis, cada uno con sus respectivas herramientas (Font, Planas y Godino, 2010; Pochulu y Font, 2011): 1) Identificación de prácticas matemáticas. 2) Elaboración de las configuraciones de objetos y procesos matemáticos. 3) Análisis de las trayectorias e interacciones didácticas. 4) Identificación del sistema de normas y meta-normas. 5) Valoración de la idoneidad didáctica del proceso de instrucción. El primer tipo de análisis explora las prácticas matemáticas hechas en un proceso de instrucción matemático. El segundo tipo de análisis se centra en los objetos y procesos matemáticos que intervienen en la realización de las prácticas, así como los que emergen de ellas (Badillo, Figueiras, Font y Martínez, 2013; Font, Godino y Gallardo, 2013; Badillo, Font y Edo, 2015; Distéfano, Pochulu y Font, 2015; Rondero y Font, 2015). El tercer tipo de análisis didáctico está orientado, sobre todo, a la descripción de los patrones de interacción, a las configuraciones didácticas y su articulación secuencial en trayectorias didácticas (Font, Planas y Godino, 2010; Contreras, García y Font, 2012); las configuraciones y trayectorias están condicionadas y soportadas por una trama de normas y meta-normas. El cuarto tipo de análisis estudia dicha trama (Godino, Font, Wilhelmi y Castro, 2009; Pochulu y Font, 2011). Los cuatro primeros tipos de análisis son herramientas para una didáctica descriptiva-explicativa, mientras que el quinto se centra en la valoración de la idoneidad

didáctica (Pochulu y Font, 2011; Robles, Del Castillo y Font, 2012). Este último tipo se basa en los cuatro análisis previos y es una síntesis orientada a la identificación de mejoras potenciales del proceso de instrucción en nuevas implementaciones. Tal como se muestra en la revisión de la literatura realizada en Breda, Font y Lima (2015), la noción de idoneidad didáctica ha tenido un impacto relevante en la formación de profesores en diferentes países (Mallart, Font y Malaspina, 2015; Seckel y Font, 2015; Pochulu, Font y Rodríguez, 2016). Dicho impacto está relacionado con la idea de que uno de los componentes del conocimiento didáctico-matemático del profesor es aquél que permite valorar y justificar la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Metodología

Se realizó un estudio de caso con el propósito de examinar cuáles fueron los criterios de idoneidad seguidos por un profesor de matemáticas en servicio cuando éste realiza su trabajo de fin de máster. Este docente será en lo adelante identificado como *Reis*. En el referido estudio de caso se siguieron los criterios de Ponte (1994) y Yin (2001), quienes lo consideran como un análisis muy particular en el que el investigador no pretende transformar el objeto de estudio, sino comprenderlo en su estado actual.

El estudio de las reflexiones hechas por *Reis* para mejorar su práctica docente siguió los criterios de idoneidad didácticas del EOS antes referidos. Esencialmente, se procuró seleccionar las evidencias empleadas por el autor para fundamentar la secuencia de tareas que propone en su trabajo de fin de máster. Estas son asumidas como evidencias de empleo implícito de los componentes de los criterios de idoneidad que son objeto de análisis en el presente artículo.

A continuación se describen como fueron consideradas ciertas evidencias relacionadas con los componentes e indicadores de los criterios de idoneidad didáctica en el trabajo final de máster del profesor *Reis*.

El trabajo de fin de máster llevaba por título Matemática financeira na perspectiva da Educação Matemática Crítica (Reis, 2013) y tenía como tema el desarrollo de la ciudadanía y del pensamiento crítico por medio de la enseñanza de la Matemática Financiera. El autor escribe algunos enunciados que, en nuestro análisis, fueron considerados como evidencias relacionadas con algún componente o indicador de los criterios de idoneidad didáctica. Por ejemplo, el autor utiliza implícitamente el componente riqueza de procesos (idoneidad epistémica), ya que justifica la calidad de su propuesta en el hecho de que fomenta que los alumnos realicen procesos matemáticos relevantes, en particular el proceso de contextualización de las matemáticas:

Esta propuesta pedagógica presentada en esta tesis, tiene como objetivo proporcionar herramientas y recursos para que los estudiantes aprendan a actuar en el mundo en el que operan, lo que lleva a identificar, interpretar, evaluar y criticar las matemáticas, para que la formación contribuya para formar ciudadanos libres y críticos, responsables de sus acciones. (Reis, 2013, p. 8).

Resultados y discusión

La noción de idoneidad didáctica expresada en los criterios de idoneidad referidos en la introducción se complementa, como resultados del estudio del que da cuentas este artículo, con los componentes e indicadores de los criterios de idoneidad didáctica que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Componentes e indicadores de los criterios de idoneidad

Componentes	Indicadores
<i>Idoneidad Epistémica</i>	
Errores	No se observan prácticas que se consideren incorrectas desde el punto de vista matemático.
Ambigüedades	No se observan ambigüedades que puedan llevar a la confusión a los alumnos: definiciones y procedimientos clara y correctamente enunciados, adaptados al nivel educativo al que se dirigen; adecuación de las explicaciones, comprobaciones, demostraciones al nivel educativo a que se dirigen, uso controlado de metáforas, etc.
Riqueza de procesos	La secuencia de tareas contempla la realización de procesos relevantes en la actividad matemática (modelización, argumentación, resolución de problemas, conexiones, etc.).
Representatividad	<p>Los significados parciales (definiciones, propiedades, procedimientos, etc.) son una muestra representativa de la complejidad de la noción matemática que se quiere enseñar contemplada en el currículo.</p> <p>Los significados parciales (definiciones, propiedades, procedimientos, etc.) son una muestra representativa de la complejidad de la noción matemática que se quiere enseñar.</p> <p>Para uno o varios significados parciales, muestra representativa de problemas.</p> <p>Para uno o varios significados parciales, uso de diferentes modos de expresión (verbal, gráfico, simbólico...), tratamientos y conversiones entre los mismos.</p>
<i>Idoneidad cognitiva</i>	
Conocimientos previos (Componentes similares a la idoneidad epistémica)	<p>Los alumnos tienen los conocimientos previos necesarios para el estudio del tema (bien se han estudiado anteriormente o el profesor planifica su estudio).</p> <p>Los significados pretendidos se pueden alcanzar (tienen una dificultad manejable) en sus diversas componentes.</p>
Adaptación curricular a las diferencias individuales	Se incluyen actividades de ampliación y de refuerzo.
Aprendizaje	Los diversos modos de evaluación muestran la apropiación de los conocimientos / competencias pretendidas o implementadas.

Alta demanda cognitiva	<p>Se activan procesos cognitivos relevantes (generalización, conexiones intra-matemáticas, cambios de representación, conjeturas, etc.)</p> <p>Promueve procesos meta-cognitivos.</p>
<i>Idoneidad Interaccional</i>	
Interacción docente - discente	<p>El profesor hace una presentación adecuada del tema (presentación clara y bien organizada, no habla demasiado rápido, enfatiza los conceptos clave del tema, etc.)</p> <p>Se reconocen y resuelven los conflictos de significado de los alumnos (se interpretan correctamente los silencios de los alumnos, sus expresiones faciales, sus preguntas, se hace un juego de preguntas y respuestas adecuado, etc.)</p> <p>Se busca llegar a consensos con base al mejor argumento</p> <p>Se usan diversos recursos retóricos y argumentativos para implicar y captar la atención de los alumnos.</p> <p>Se facilita la inclusión de los alumnos en la dinámica de la clase y no la exclusión</p>
Interacción entre discentes	<p>Se favorece el diálogo y comunicación entre los estudiantes.</p> <p>Se favorece la inclusión en el grupo y se evita la exclusión.</p>
Autonomía	Se contemplan momentos en los que los estudiantes asumen la responsabilidad del estudio (exploración, formulación y validación).
Evaluación formativa	Observación sistemática del progreso cognitivo de los alumnos.
<i>Idoneidad Mediacional</i>	
Recursos materiales (manipulativos, calculadoras, computadoras)	<p>Uso de materiales manipulativos e informáticos que permiten introducir buenas situaciones, lenguajes, procedimientos, argumentaciones adaptadas al significado pretendido.</p> <p>Las definiciones y propiedades son contextualizadas y motivadas usando situaciones y modelos concretos y visualizaciones.</p>
Número de alumnos, horario y condiciones del aula	<p>El número y la distribución de los alumnos permiten llevar a cabo la enseñanza pretendida.</p> <p>El horario del curso es apropiado (por ejemplo, no se imparten todas las sesiones a última hora).</p> <p>El aula y la distribución de los alumnos es adecuada para el desarrollo del proceso instruccional pretendido.</p>
Tiempo (de la enseñanza colectiva / tutoría, tiempo de aprendizaje)	<p>Adecuación de los significados pretendidos /implementados al tiempo disponible (presencial y no presencial).</p> <p>Inversión del tiempo en los contenidos más importantes o nucleares</p>

	del tema. Inversión del tiempo en los contenidos que presentan más dificultad.
Idoneidad Emocional	
Intereses y necesidades	Selección de tareas de interés para los alumnos. Proposición de situaciones que permitan valorar la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y profesional.
Actitudes	Promoción de la implicación en las actividades, la perseverancia, responsabilidad, etc. Se favorece la argumentación en situaciones de igualdad; el argumento se valora en sí mismo y no por quién lo dice.
Emociones	Promoción de la autoestima, evitando el rechazo, fobia o miedo a las matemáticas. Se resaltan las cualidades de estética y precisión de las matemáticas.
Idoneidad Ecológica	
Adaptación al currículo	Los contenidos, su implementación y evaluación se corresponden con las directrices curriculares.
Conexiones intra e interdisciplinares	Los contenidos se relacionan con otros contenidos matemáticos (conexión de matemáticas avanzadas con las matemáticas del currículo y conexión entre diferentes contenidos matemáticos contemplados en el currículo) o bien con contenidos de otras disciplinas (contexto extra-matemático bien con contenidos de otras asignaturas de la etapa educativa).
Utilidad socio-laboral	Los contenidos son útiles para la inserción socio-laboral.
Innovación didáctica	Innovación basada en la investigación y la práctica reflexiva (introducción de nuevos contenidos, recursos tecnológicos, formas de evaluación, organización del aula, etc.).

Fuente: Breda & Lima, (2016)

Estos componentes e indicadores fueron contrastados con la descripción de su propia práctica docente que hace el seleccionado para el estudio de caso. Este docente diseña su propuesta didáctica para estudiantes de secundaria (15-17 años) que estudian Matemáticas Financieras desde la perspectiva de la Educación Matemática Crítica, con el objetivo de establecer conexiones entre el conocimiento científico y el mundo real, y el uso de los recursos informáticos en el aula. El autor argumenta que el diseño de su propuesta incluye actividades contextualizadas en las que estudiante debe ser capaz de reconocer la presencia de contenidos matemáticos en las relaciones sociales y en su interacción con la sociedad. Por otra parte, el autor sostiene que los temas que él trata son reales y forma parte de la vida cotidiana de los estudiantes.

Este profesor estructura su propuesta en seis temas, cada uno de los cuales se refiere a ciertos conceptos presentes en el estudio de las matemáticas financieras (intereses, tasas, inversiones y préstamos). En el primer tema, el autor sugiere una tarea que permite que se active el conocimiento previo de los estudiantes, a través de una discusión sobre los informes, artículos de periódicos o la televisión; es decir, una discusión de temas relacionados con contenidos de matemáticas financieras, para que, de esta forma, él tenga alguna idea de lo que los estudiantes ya saben o piensan sobre el tema.

El principal objetivo del autor, cuando propone el segundo tema, es el de proporcionar a los estudiantes una comprensión de lo que significa una factura. Para ello, el estudiante tiene que manejar algunos conceptos básicos de matemáticas de la escuela primaria, cómo localizar información en un texto, organizar los datos en tablas para su posterior análisis y resolver problemas.

El tercer tema de la secuencia de tareas trata del cálculo de porcentaje para introducir el concepto de interés. En este tema se usa la hoja de cálculo y la interpretación de situaciones que implican dicho concepto, También se sugiere que, para que se resuelvan las actividades propuestas, deben ser revisados los conceptos relacionados con la potenciación y logaritmos.

El cuarto tema tiene como objetivo explorar los conceptos implicados en la fórmula de interés (monto, tiempo, tasas nominales, tasas efectivas, tasas equitativa y proporcional, capital inicial), dado que la comprensión de dichos conceptos es la base para trabajar ejercicios más complejos. Según el autor, es esencial que los maestros enseñen a sus estudiantes cómo interpretar el problema, identificando los datos, interpretando el flujo de caja, haciendo la representación de la cantidad de dinero ganada o pagada en una situación dada en un período de tiempo determinado.

El quinto tema se refiere a problemas de aplicación que realmente tienen sentido en la vida de los estudiantes. El autor sostiene que, en realidad, sólo hay un problema de matemáticas financieras, que es el de trasladar cantidades en el transcurrir del tiempo. Para ello, Reis (2013) presenta nueve ejemplos de aplicaciones de las matemáticas financieras. En los primeros cuatro ejemplos propuestos, el objetivo es trabajar en la toma de decisiones entre las opciones de pagos a vista o en cuotas. En los otros, se tratan los conceptos de series uniformes, es decir, un conjunto de valores (o pagos) iguales y equidistantes en el tiempo.

El sexto tema propuesto por el autor trata sobre los préstamos. Según él, dicho contenido generalmente no se aborda en la escuela secundaria, pero es importante que forme parte del plan de estudios, dada la necesidad de información que el estudiante debe obtener para completar esta etapa de escolarización. Trabaja la definición de conceptos relacionados con el sistema PRICE (sistema de cuotas fijas) o SAC (sistema de amortización constante) y la resolución de algunos ejercicios, a través del uso de Excel, que incluya dichos conceptos.

Aunque el autor no recibió, tal como se ha dicho antes, una pauta para orientar sus reflexiones y justificaciones, en ellas presenta evidencias del uso implícito de los criterios de idoneidad didáctica. Por ejemplo, con relación al criterio epistémico, Reis argumenta que su propuesta didáctica posee cierta riqueza de procesos que exigen la inducción, la generalización y la conexión de las matemáticas y situaciones reales. De igual forma, sostiene que las actividades propuestas promueven en el estudiante la identificación, interpretación y evaluación crítica en la toma de decisiones.

Además de la generalización de la fórmula, las actividades llevan al estudiante a una reflexión sobre cuál es la mejor alternativa a ser adoptada, y también a entender la matemática utilizada en la tarjeta de crédito (Reis, 2013, p.55).

A continuación se describen las evidencias de la referida aproximación intuitiva del docente estudiado a cada uno de los otros criterios de idoneidad.

Criterio de idoneidad cognitivo

Reis (2013) señala que las tareas seleccionadas en su propuesta didáctica tienen una alta demanda cognitiva (generalización, conexiones intramatemáticas, conjeturas, etc.), aspecto en que se aprecia coincidencia con el componente de riqueza de procesos señalado en la idoneidad epistémica. Al examinar algunas de sus tareas se aprecia tanto su vínculo con situaciones de la vida diaria como la altura cognitiva referida.

Fabiano tiene dos opciones de pago en la compra de un televisor: i) tres cuotas mensuales de R \$ 160,00 cada una; ii) siete cuotas mensuales de R \$ 70,00 cada una. En ambos casos, la primera cuota se abona en el momento de la compra. Si el dinero prestado vale 2% por mes, cual es la mejor opción que tiene Fabiano? (Reis, 2013, p.110).

Además de esto, el autor sostiene la importancia de la consideración de los conocimientos previos de los estudiantes, dado que el tema de las matemáticas financieras, en sí mismo, exige revisar y aplicar algunos conceptos como porcentajes, funciones, sucesiones, progresiones, etc. Sin embargo, el profesor no presenta, explícitamente, ningún ejemplo de tarea cuyo objetivo sea revisar dichos conceptos, tampoco justifica cuales son los aspectos más relevantes para resolver una tarea o como se podría hacer la corrección o evaluar un posible error cometido por un estudiante, etc.

Además, la Matemática Financiera proporciona la revisión y aplicación de conceptos tales como: porcentajes, funciones, sucesiones, y además de eso, el uso de los recursos informáticos (hojas de cálculo y calculadoras) para el desarrollo de las actividades. (Reis, 2013, p.17).

Criterio de idoneidad interaccional

El docente estudiado no presenta comentarios de cómo se podrían resolver ciertos conflictos de significado que podrían surgir en los estudiantes. Tampoco presenta una reflexión de cómo llegar a consensos con base en el mejor argumento. Sin embargo, el autor presenta un comentario de cómo debe ser la organización de la clase para que, de cierta forma, se favorezca el diálogo, la comunicación y la inclusión entre los estudiantes. Un ejemplo de este tipo de interacción se halla en la siguiente tarea sugerida por el autor:

En relación a los temas: financiación de coche, financiación de casa, préstamos, compras, tarjeta de crédito o aplicaciones financieras, elija uno o busque en los periódicos o internet, noticias referentes a estos temas. Haga una búsqueda más detallada sobre su noticia y haga una presentación para sus compañeros en Power Point. (Reis, 2013, p.43).

Criterio de idoneidad mediacional

Con relación a la idoneidad de medios, aunque el autor no haga menciones sobre el tiempo necesario para cada tarea y tampoco sobre el número de alumnos y condiciones de la clase, él explica, de forma bastante detallada, cuales son los tipos de materiales y como estos deben ser utilizados en la secuencia de tareas (por ejemplo, noticias de periódicos, factura de la tarjeta de crédito, etc.). Además de eso, explica en su TFM, dónde y cómo utilizó tales recursos. El autor dio mucha importancia al uso de la hoja de cálculo, en particular en las tareas relacionadas con el cálculo del monto en aplicaciones y préstamos. A continuación se presenta una evidencia donde el autor argumenta la importancia del uso de la hoja de cálculo en enseñanza de las matemáticas.

El uso de la hoja de cálculo es esencial. La facilidad en los cálculos da la oportunidad al profesor de que explore conceptos matemáticos distintos. Es una oportunidad para el dialogo, para que el estudiante pueda presentar su conocimiento sobre las tecnologías, para compartir ideas. La próxima actividad se trata de un reportaje sobre deudas, en particular, las deudas de la tarjeta de crédito. La idea es que el alumno sepa realizar la elección entre pagar el monto total de la factura o pagar el valor mínimo. Eso, de alguna manera, fomenta en el estudiante, por medio de la realización del cálculo, la tomada de decisión sobre la opción que mejor le conviene. (Reis, 2013, p. 50).

Criterio de idoneidad emocional

Con relación al criterio emocional, en la argumentación del autor, se evidencia que las actividades propuestas motivan a los estudiantes dada la conexión con la realidad que ellas tienen. Además de esto, el autor sostiene que en su TFM se presentan situaciones que permiten evaluar la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y profesional de los estudiantes; en particular, es una propuesta que promueve la argumentación y la tomada de decisiones. Sin embargo, no se evidencian comentarios, por parte del autor, sobre una posible implicación de los estudiantes en dichas actividades, o algún comentario que defienda que las actividades favorezcan la argumentación en un contexto de igualdad o que promuevan la autoestima. Tampoco aparecen reflexiones sobre la calidad estética y precisión de las matemáticas.

Criterio de idoneidad ecológico

Reis se apoya en la coincidencia entre los contenidos de la Matemática Financiera y los incluidos en plan de estudios (álgebra, funciones, números y operaciones, etc.) para justificar la selección de la primera. De igual forma, el autor propone el empleo de recursos tecnológicos, y el uso de situaciones contextualizadas que se asemejan a las que realizan los estudiantes diariamente.

En una versión más reciente del currículo, se destaca que el trabajo con números y operaciones debe, [...] proporcionar a los estudiantes una diversidad de situaciones, de tal manera que se pueda capacitarlos a resolver problemas de la vida cotidiana, tales como: [...] operar con las fracciones, en particular, con los porcentajes; [...] Por ejemplo, el trabajo con dicho bloque de contenidos debe capacitar el estudiante, al final de la enseñanza secundaria, a la tomada de decisiones sobre las ventajas y desventajas de una compra a vista o en cuotas; evaluar el costo den producto en función de la cantidad; valorar si las informaciones en los productos son correctas; calcular los impuestos y contribuciones de las pensiones, evaluar los intereses bancarios. (Reis, 2013, p. 20).

Con relación al componente conexiones intramatemáticas, por ejemplo, es evidente que en el trabajo final de máster de Reis (2013) dichas conexiones aparecen. Por ejemplo, relaciona las tareas sobre préstamos a interés compuesto con las progresiones geométricas. Por otra parte, el autor propone actividades de cálculo de intereses simples que, además de resolverse mediante el uso de fórmulas de matemática financiera, pueden ser resueltas mediante el cálculo de porcentajes y regla de tres.

La Matemática Financiera es una aplicación importante de progresión geométrica. El funcionamiento básico de la Matemática Financiera es la operación de préstamo. (Reis, 2013, p.50).

Conclusiones

El análisis del trabajo final de máster del profesor Reis muestra cómo los indicadores de los componentes de los criterios de idoneidad didáctica propuestos por el EOS son implícitamente presentes en el proceso de reflexión sobre su propia práctica.

En el análisis realizado del trabajo final de máster del profesor Reis se constató una reflexión más elaborada de los criterios epistémico, mediacional y en particular del ecológico. La propia selección de los conceptos de matemática financiera a través de la perspectiva de la Educación Matemática Crítica es la mejor prueba de sus aciertos en el componente ecológico.

Por el contrario, su baja reflexión en los componentes que conforman los criterios cognitivos, emocionales y de interacción, puede ser asociadas al hecho de que su propuesta no ha sido aplicada aún, lo que priva al autor de la posibilidad de describir cómo los estudiantes aprenden esos conceptos, cómo resolver los conflictos de significados, o qué tiempo de trabajo dedicar a cada actividad.

Un aspecto, difícil de explicar, es la razón por la cual los criterios de idoneidad didáctica funcionan implícitamente como regularidades en el discurso del profesor Reis cuando él tiene que evaluar su propuesta didáctica, sin habersele enseñado el uso de esta herramienta como pauta para guiar su reflexión. Una posible explicación es que la formación recibida en el PROFMAT lo llevó a realizar, implícitamente, este tipo de análisis. Sin embargo, la investigación de Caldato Pavanello y Fiorentini (2016), nos lleva a creer que las características de la formación recibida en el PROFMAT no promueven en los profesores participantes este tipo de reflexión. Otra posible explicación está relacionada con los orígenes del constructo criterios de idoneidad ya que estos criterios, sus componentes e indicadores se han seleccionado a partir de la condición de que debían de contar con un cierto consenso en el área de Educación Matemática, aunque fuese local. Por tanto, una explicación plausible de que los criterios, sus componentes e indicadores funcionen como regularidades en el discurso del profesor Reis es que reflejan consensos sobre cómo debe ser una buena enseñanza de las matemáticas ampliamente asumidos en la comunidad de educadores matemáticos; y es plausible pensar que el uso implícito que hace Reis de los criterios de idoneidad didáctica se debe a su formación y experiencia previa, la cual le hace partícipe de dichos consensos.

El análisis del trabajo final de máster del profesor Reis muestra que las reflexiones de los profesores, cuando éstas son claramente evaluativas, se organizan implícitamente usando algunos indicadores de los componentes de los criterios de idoneidad didáctica propuestos por el EOS. La validez de esta hipótesis ha sido evidenciada adicionalmente en otras investigaciones (Breda, 2016; Seckel, 2016; Breda, Pino-Fan, Font, en prensa) en las cuales también se sugiere que los criterios de idoneidad

didáctica pueden ser enseñados como una poderosa herramienta para organizar la reflexión del profesor – tal como se está haciendo en diferentes procesos de formación en España, Ecuador, Chile y Argentina (Giménez, Vanegas, Font, & Ferreres, 2012; Ferreres y Vanegas, 2015; Posadas, 2013; Pochulu, Font y Rodríguez, 2016; Seckel, 2016)–, la cual tiene como objetivo el desarrollo de la dimensión “meta” del conocimiento didáctico matemático del profesor de matemáticas (Pino-Fan, Assis y Castro, 2015; Pino-Fan, Godino y Font, 2016).

Reconocimientos

Trabajo realizado en el marco de los proyectos de investigación EDU2015-64646-P (MINECO/FEDER, UE) y CAPES/PDSE, proceso número 99999.004658/2014-00.

Recibido: enero 2017

Aprobado: febrero 2017

Bibliografía

- Badillo, E., Figueiras, L., Font, V., & Martínez, M. (2013). Visualización gráfica y análisis comparativo de la práctica matemática en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 207-225. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013v31n3/edlc_a2013v31n3p207.pdf
- Badillo, E., Font, V., & Edo, M. (2015). Analyzing the responses of 7 - 8 year olds when partitioning problems. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(4), 811-836. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-013-9495-8>
- Breda, A. (2016). *Melhorias no ensino de matemática na concepção de professores que realizam o mestrado Profmat no Rio Grande do Sul: uma análise dos trabalhos de conclusão de curso. Tesis doctoral inédita*. Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de <http://repositorio.pucrs.br:8080/dspace/handle/10923/8858>
- Breda, A., & Lima, V. M. (2016). Estudio de caso sobre el análisis didáctico realizado en un trabajo final de un máster para profesores de matemáticas en servicio. *REDIMAT*, 5(1), 74-103. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://meriva.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/8815/2/Estudio_de_caso_sobre_el_analisis_didactico_realizado_en_un_trabajo_final_de_un_master_para_profesores_de_matematicas_en.pdf
- Breda, A., Font, V., & Lima, V. (2015). A noção de idoneidade didática e seu uso na formação de professores de matemática. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 8(1), 4-41. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/8814/2/A_nocao_de_idoneidade_didatica_e_seu_uso_na_formacao_de_profesores_de_matematica.pdf
- Breda, A., Pino-Fan, L., & Font, V. (2016). Establishing criteria for teachers' reflection on their own practices. *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics* (págs. Vol. 1, pp. 283). Szeged, Hungary: PME.

- Breda, A., Silva, J. F., & de Carvalho, M. P. (2016). A formação de professores de matemática por competências: trajetória, estudos e perspectivas do professor Vicenc Font, Universitat de Barcelona. *Revista Paranaense de Educação Matemática*, 5(8), 10-32. doi:10.13140/RG.2.1.1833.7528
- Caldatto, M. P. (2016). O PROFMAT e a Formação do Professor de Matemática: uma análise curricular a partir de uma perspectiva processual e descentralizadora. *BOLEMA*, 30(56), 906-925. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/324508>
- Contreras, A., García, M., & Font, V. (2012). Análisis de un Proceso de Estudio sobre la Enseñanza del Límite de una Función. *BOLEMA*, 26(42b), 667-690. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de <http://www.redalyc.org/html/2912/291223574013/>
- Distéfano, M. L., Pochulu, M. D., & Font, V. (2015). Análisis de la complejidad cognitiva en la lectura y escritura de expresiones simbólicas matemáticas. *REDIMAT*, 4(3), 202-233. doi: 10.17583/redimat.2015.1568.
- Ferreres, S., & Vanegas, Y. (2015). Uso de criterios de calidad en la reflexión sobre la práctica de los futuros profesores de secundaria de matemáticas. *Procedia*(196), 219-225. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815040185/pdf?md5=8dfeaa3932de72d8237343ed62bd4af0&pid=1-s2.0-S1877042815040185-main.pdf&_valck=1
- Font, V., & Godino, J. D. (2011). Inicio a la investigación en la enseñanza de las matemáticas en secundaria y bachillerato. En J. M. Goñi (Ed.), *Matemática: Investigación, innovación y buenas prácticas* (págs. 9-55). Barcelona, España,: Graó.
- Font, V., Breda, A., & Sala, G. (2015). Competências profissionais na formação inicial de professores de matemática. *Praxis Educacional*, 11(19), 17-34. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de https://www.researchgate.net/profile/Vicenc_Font/publication/281786053_Competencias_profissionais_na_formacao_inicial_de_professores_de_matematica/links/5795212208aeb0ffccf51f82/Competencias-profissionais-na-formacao-inicial-de-professores-de-matematica.p
- Font, V., Godino, J. D., & Gallardo, J. (2013). The emergence of objects from mathematical practices. *Educational Studies in Mathematics*(82), 97–124. doi: 10.1007/s10649-012-9411-0.
- Font, V., Planas, N., & Godino, J. D. (2010). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. *Infancia y Aprendizaje*, 33(1), 89-105. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Font_Planas_Godino_IA2010_Modelo_anadida.pdf
- Giménez, J., Vanegas, Y., Font, V., & Ferreres, S. (2012). El papel del trabajo final de máster en la formación del profesorado de Matemáticas. *UNO. Revista de Didáctica de las Matemáticas*(61), 76-86. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://webs.ono.com/vicencfont/index_archivos/UNO%202012.pdf
- Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1), 127-135. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.522.8181&rep=rep1&type=pdf>

- Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2008). Um enfoque onto-semiótico do conhecimento e da instrução matemática. *Acta Scientiae. Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10(1), 7-37. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32320836/sintesis_eos_portugues.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1517330317&Signature=2edWYz8MjnDNs2fbc7QeP2iW%2B6l%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DUm_enfoque_onto-semio
- Godino, J. D., Font, V., Wilhelmi, M. R., & Castro, C. (2009). Aproximación a la dimensión normativa en didáctica de las matemáticas desde un enfoque ontosemiótico. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 59–76. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/667862/aproximacion_castro_EC_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mallart, A., Font, V., & Malaspina, U. (2015). Reflexión sobre el significado de qué es un buen problema en la formación inicial de maestros. *Perfiles Educativos*, 38(152), 14-30. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982016000200014&script=sci_arttext&tlng=pt
- Pino-Fan, L., Assis, A., & Castro, W. F. (2015). Towards a methodology for the characterization of teachers' didactic-mathematical knowledge. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1429-1456. doi:10.12973/eurasia.2015.1403a
- Pino-Fan, L., Godino, J. D., & Font, V. (2016). Assessing key epistemic features of didactic-mathematical knowledge of prospective teachers: the case of the derivative. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21(1), 63-94. Recuperado el 28 de diciembre de 2017, de <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10857-016-9349-8>
- Pochulu, M., & Font, V. (2011). Análisis del funcionamiento de una clase de matemáticas no significativa. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa- RELIME*, 14(3), 361-394. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-24362011000300005&script=sci_arttext&tlng=pt
- Pochulu, M., Font, V., & Rodríguez, M. (2016). Desarrollo de la competencia en análisis didáctico de formadores de futuros profesores de matemática a través del diseño de tareas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa-RELIME*, 19(1), 71-98. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte\(quadrante-estudo%20caso\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte(quadrante-estudo%20caso).pdf)
- Ponte, J. P. (1994). O estudo de caso na investigação em educação matemática. *Quadrante*, 3(1), 3-18. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de [http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte\(quadrante-estudo%20caso\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte(quadrante-estudo%20caso).pdf)
- Posadas, P. (2013). *Evaluación de la idoneidad didáctica de una experiencia de enseñanza sobre ecuaciones de segundo grado en 3º de educación secundaria obligatoria. Tesis de magister inédita*. Granada, España: Universidad de Granada. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kdZOLdb5JNcJ:www.ugr.es/~jgodino/Tesis_doctorales/TFM_Posadas.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=cu&client=firefox-b-ab

- Reis, S. R. (2013). *Matemática financeira na perspectiva da Educação Matemática Crítica. Tesis de maestría inédita*. Santa María, Brasil: Universidade Federal de Santa María. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de <http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/10934/REIS,%20SIMONE%20REGINA%20DOS.pdf?sequence=1>
- Robles, M. G., Del Castillo, A. G., & Font, V. (2012). Análisis y valoración de un proceso de instrucción de la derivada. *Educación Matemática*(24), 5-41. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-58262012000100003&script=sci_arttext&tlng=pt
- Rondero, C., & Font, V. (2015). Articulación de la complejidad matemática de la media aritmética. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 29-49. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2015v33n2/edlc_a2015v33n2p29.pdf
- Seckel, M. J. (2016). *Competencia en análisis didáctico en la formación inicial de profesores de educación general básica con mención en matemática. Tesis de doctora inédita*. Barcelona, España: Universitat de Barcelonaç. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Tesis_doctoral_MJ_Seckel%202016.pdf
- Seckel, M. J., & Font, V. (2015). Competencia de reflexión en la formación inicial de profesores de matemática en Chile. *Praxis Educacional*, 11(19), 55-75. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/108902/1/669162.pdf>
- Sociedade Brasileira de Matemática -SBM (2017). PROFMAT: Uma reflexão e alguns resultados. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de http://www.proformat-sbm.org.br/wp-content/uploads/sites/23/2017/07/PROFMAT-relatorio_DIGITAL.pdf
- Yin, R. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.