

UNA PRIMERA APROXIMACIÓN A LA CARACTERIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO (CDC) DE DOCENTES A TRAVÉS DE LAS REPRESENTACIONES DEL CONTENIDO (ReCo)

Haidar, Alejandra^(1,2); Teti, Claudia^(1,3)

¹ Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Universidad Nacional de Rosario.

² alejandrahaidar@fbioyf.unr.edu.ar

³ cteti@live.com.ar

RESUMEN

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación “La enseñanza de temas estructurantes de las Ciencias Exactas y Naturales en la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas de Rosario”, radicado en la Universidad Nacional de Rosario, y en el que se propone indagar en el conocimiento profesional docente universitario, con el fin de caracterizarlo y generar propuestas didácticas optimizando la profesionalización de las prácticas educativas. En este trabajo en particular nos centramos en la asignatura Matemática y presentamos algunos de los resultados más destacados obtenidos a partir de un cuestionario escrito propuesto a profesores de Matemática I de las Licenciaturas que se dictan en la Facultad. El objetivo del cuestionario es documentar la Representación del Contenido del tema Derivada, considerado tema estructurante de la disciplina. La información que nos proporcionaron los profesores contribuirá, junto con las próximas etapas, que involucran entrevistas y observaciones en el aula del quehacer docente, a documentar su Conocimiento Didáctico, y apoyará y fundamentará el diseño e implementación de Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje, que contribuyan a enriquecer la enseñanza de la Derivada, promoviendo la superación de los obstáculos detectados y guiando a los estudiantes para que comprendan el tema de manera significativa.

Palabras clave: conocimiento didáctico del contenido, representaciones del contenido, derivada.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación “La enseñanza de temas estructurantes de las Ciencias Exactas y Naturales en la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (FBioyF) de Rosario”, radicado en la Universidad Nacional de Rosario, y en el que se propone indagar en el conocimiento profesional docente universitario, con el fin de caracterizarlo y generar propuestas didácticas optimizando la profesionalización de las prácticas educativas.

El proyecto propone estudiar, a través del conocimiento didáctico de los docentes, la enseñanza de temas estructurantes en diversas áreas del ciclo básico y superior de las carreras dictadas en FBioyF. Para ello se plantea investigar a y con los docentes los obstáculos que encuentran en su enseñanza, la selección y jerarquización curricular de conceptos vinculados a estos temas. Inicialmente, se seleccionaron tres asignaturas para la investigación: Matemática, Biología, Química Biológica.

En este trabajo en particular nos centramos en la asignatura Matemática y presentamos algunos de los resultados más destacados obtenidos a partir de un cuestionario escrito propuesto a profesores de Matemática I de las Licenciaturas que se dictan en la Facultad. El objetivo del cuestionario es documentar la Representación del Contenido del tema Derivada, considerado tema estructurante de la disciplina.

La información que nos proporcionaron los profesores contribuirá, junto con las próximas etapas de la investigación que involucran entrevistas y observaciones en el aula del que hacer de algunos de esos docentes, a documentar su Conocimiento Didáctico y apoyará y fundamentará el diseño e implementación de secuencias de enseñanza y aprendizaje del tema Derivada, que esperamos contribuyan a enriquecer su enseñanza, promoviendo la superación de los obstáculos detectados y guiando a los estudiantes para que comprendan el tema en una forma que les sea significativa.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Existe consenso en el campo de la Didáctica de las Ciencias sobre la necesidad de mejorar la enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, en todos los niveles educativos, superando el enfoque predominante centrado en la transmisión conceptual, e integrando aspectos procedimentales y axiológicos.

En el ámbito universitario, además, existe preocupación por dificultades que tienen los estudiantes para cumplir con las demandas curriculares en un tiempo cercano al de la duración de cada carrera. Se detecta, a nivel nacional, un estiramiento exagerado de la duración real de las carreras de grado y el abandono durante el primer año (Tauber, 2010). Por lo tanto, entendemos prioritaria la necesidad de fortalecer un espacio académico que aporte a la comunidad de docentes de FBioyF de la U.N.R, herramientas didácticas con el fin de mejorar la enseñanza.

En este sentido, la Didáctica de las Ciencias provee herramientas para el análisis, desarrollo y reflexión de las concepciones sobre los contenidos disciplinares, la enseñanza, los obstáculos para el aprendizaje, las estrategias didácticas y decisiones metodológicas, entre otras.

La evolución de la Didáctica de las Ciencias ha ido enfocándose en diversos componentes de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias donde el conocimiento de las

concepciones alternativas e ideas previas de los estudiantes constituyó una de las estrategias para mejorar la enseñanza influyendo, por ejemplo, en la elección de los conceptos a enseñar, las experiencias y los objetivos del aprendizaje.

Un aporte fundamental fue hecho por Lee S. Shulman en 1985 quien planteó la relación entre la disciplina objeto de la enseñanza y su vinculación con la didáctica que desarrollan los docentes acuñando el concepto de Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).

Shulman (2005) centró su propuesta en base a algunas preguntas como las siguientes:

¿Cómo el estudiante universitario exitoso que se convierte en profesor novato transforma su pericia en la materia en una forma de enseñanza que los estudiantes puedan comprender?

¿Cuáles son las fuentes de las analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones y reformulaciones que el profesor usa en el aula? , ¿Cómo los profesores toman una parte de un texto y transforman su comprensión del tema en instrucción que sus estudiantes puedan comprender?.”

Shulman (2005) planteó que para ubicar el conocimiento que se desarrolla en las mentes de los docentes, habría que distinguir tres tipos de conocimiento:

- (a) conocimiento del contenido temático de la materia,
- (b) conocimiento didáctico del contenido, referido al tema de la materia para la enseñanza,
- (c) conocimiento curricular.”

De estos tres tipos de conocimiento, el segundo (CDC) es el que ha recibido más atención, tanto en el campo de la investigación, como en el de la práctica. Sobre el CDC Shulman (2005) dice:”es el conocimiento que va más allá del tema de la materia per se y que llega a la dimensión del conocimiento del tema de la materia para la enseñanza”. Así, define al CDC como un constructo académico que está basado en la visión de que la enseñanza requiere mucho más que la simple transferencia del conocimiento disciplinario a los estudiantes y que la calidad del aprendizaje de los estudiantes no trata simplemente de recordar hechos y figuras.

El desarrollo CDC demanda al docente una rica concepción conceptual de un contenido particular que él enseña. Esta comprensión conceptual combinada con el desarrollo de experiencia, usando y adaptando procedimientos de enseñanza, estrategias y abordajes para clases particulares, está relacionada con la creación de una mezcla de conocimiento de contenido y su didáctica que se describe como CDC.

Es muy difícil para los docentes de ciencia acceder a CDC de manera que sea significativo para su práctica y se hace necesario construir el CDC por tópico, por disciplina y por nivel educativo.

El CDC también incluye el conocimiento y comprensión de las dificultades y facilidades en el aprendizaje de tópicos específicos: las concepciones y preconcepciones que los estudiantes de diferentes edades y antecedentes traen al aprendizaje de los tópicos y lecciones más frecuentemente enseñados (Shulman, 2005).

Debido a sus implicancias en la enseñanza, hoy el CDC está incluido en los Estándares de desarrollo profesional de los profesores de ciencias de los Estados Unidos y se ha tomado, en ese país, como una guía para la reforma educativa en los programas de formación de los profesores de ciencias (Talanquer *et al.*, 2003).

El CDC es difícil de poner en evidencia porque los docentes no siempre hacen explícitas sus intenciones, organizaciones y concepciones a la hora de enseñar y mucho de su conocimiento de la práctica es tácito. Baxter y Lederman (1999, citado por Pinto y González, 2008) afirman que la cognición del profesor se lleva a cabo inconscientemente, es decir, los maestros no siempre poseen el lenguaje para expresar sus pensamientos y

creencias; lo que manifiesta que es un constructo altamente complejo, no fácil de medir ni evaluar. Es un constructo constituido por lo que los profesores conocen, lo que los profesores hacen y las razones por las que los profesores actúan.

Loughran, *et al.* (2004), desarrollaron dos instrumentos relacionados entre sí que documentan y retratan el CDC de los docentes. Uno de ellos denominado Content Representation, CoRe, y otro, el Pedagogical and Professional-experience Repertoires, PaPeRs, que nosotros llamaremos: Representaciones de Contenido, ReCo, y Repertorios de Experiencia Profesional Didáctica, ReEpd. Estos instrumentos permiten comparar lo que los docentes conocen y creen acerca de los contenidos más importantes a enseñar y lo que ellos reflexionan de lo hecho en las aulas de clase.

La ReCo se desarrolla pidiendo a los profesores pensar sobre lo que consideran: las grandes ideas asociadas al contenido que van a enseñar, las cuales se refieren a las ideas de ciencia que los profesores ven como cruciales para que los estudiantes desarrollen su comprensión del contenido. Luego, se discuten y consensuan estas grandes ideas, refinándolas. Para obtener la ReCo, Loughran *et al.* (2004), proponen las siguientes preguntas:

- A. *¿Qué intentas que los estudiantes aprendan alrededor de esta idea?*
- B. *¿Por qué es importante para los estudiantes aprender esta idea?*
- C. *¿Qué más sabes sobre esta idea? (Lo que tú no vas a enseñar por ahora a los estudiantes).*
- D. *Dificultades y limitaciones conectadas a la enseñanza de esta idea.*
- E. *Conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes que influye en tu enseñanza de esta idea.*
- F. *Otros factores que influyen en la enseñanza de esta idea.*
- G. *¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con la idea?*
- H. *¿Qué maneras específicas utilizas para evaluar el entendimiento o confusión de los alumnos sobre la idea?*

Es así que mediante la ReCo se logran documentar las ideas centrales aplicadas durante la enseñanza; los objetivos que persigue el profesor; el conocimiento de las concepciones alternativas de los alumnos y sus dificultades de aprendizaje; la secuenciación apropiada de los tópicos; el empleo correcto de analogías y ejemplos; las formas de abordar el entramado de ideas centrales; los experimentos, problemas y proyectos que el profesor emplea durante su clase; y las formas de evaluar la comprensión, entre otras.

Por su parte, el ReEpd es una evaluación narrativa del CDC de un docente que resalta un aspecto del contenido de las ciencias que ha sido enseñado en relación con lo propuesto en la ReCo. El ReEpd se redacta para desempaquetar los conocimientos y creencias de un docente en torno a la práctica del aula y, en concreto, sobre un aspecto particular del contenido. Se piensa que el ReEpd representa lo que el docente está razonando acerca de sus acciones pedagógicas del contenido en las aulas.

Loughran *et al.* (2004) indican que un ReEpd varía dependiendo de lo que se está representando, por ejemplo, algunos ReEpd son representaciones de la perspectiva de un estudiante; otros del maestro, algunos toman el formato de una entrevista; otros una observación del aula o el pensamiento inherente en un maestro que refleja la naturaleza problemática de un concepto dado, mientras otros resaltan preocupaciones sobre el plan de estudios.

La combinación de las ReCo y los ReEpd son un recurso de identificación y representación poderosa, accesible y útil del CDC que relacionan teoría y práctica y son una invitación al

profesorado (en formación, en ejercicio, así como educadores de maestros de ciencias) a explicitar e identificar qué es lo que necesitan saber y pensar a la hora de enseñar un tema.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolla en dos etapas. En la primera, se busca construir en forma colectiva la ReCo de un determinado tema. La etapa siguiente se centra en analizar las manifestaciones del CDC a través del ReEpd tomando la observación no participante en el aula como principal estrategia de recogida de datos, combinada con otros instrumentos como las entrevistas en profundidad y las entrevistas grupales.

En esta instancia se pretende se desarrollo de la ReCo de docentes de Matemática I de la FBioyF de la U.N.R. sobre el tema Derivada.

Al inicio del primer cuatrimestre de 2015 se realizó una reunión con todo el personal docente del Departamento de Matemática y Estadística, Área Matemática, donde se informó sobre los objetivos del proyecto que nos involucra y se solicitó colaboración voluntaria. Además se comunicó que se disponía de protocolos de consentimiento informado y protocolos de consentimiento voluntario necesarios para el desarrollo de la investigación. Los docentes de la asignatura Matemática 1, de 1º año de las carreras de Licenciatura en Biotecnología, Licenciatura en Química y Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos accedieron a participar.

Los dos docentes con los que trabajamos son egresados de la facultad (Lic. en Biotecnología y Dr. En Química), con dos años de antigüedad en su cargo de profesor Adjunto, y uno de ellos está cursando la Maestría en Didáctica de las Ciencias.

Por los objetivos de la investigación y por la naturaleza del fenómeno a estudiar, optamos en la primera etapa por realizar un grupo de discusión con los docentes involucrados. En un primer encuentro se discutió la elección del tópico sobre el cual íbamos a trabajar y el tema consensuado fue: Derivada, debido a que el cálculo es posiblemente el área de mayor énfasis en el currículo de las carreras citadas, por ser una herramienta fundamental para modelizar distintos fenómenos, y considerando que en particular la conceptualización de la noción de derivada presenta dificultades en la enseñanza y el aprendizaje.

Para iniciar el proceso de construcción de la ReCo fue necesario en primer lugar, discutir y acordar respecto de las ideas centrales implicadas en el tópico Derivada, consideradas cada una como una perspectiva o punto de vista a partir del cual es posible tratar un determinado contenido, para ello era necesario que reflexionaran sobre sus creencias, conocimientos, actividades, ejemplos, demostraciones, dificultades, etc., que según su experiencia le habían sido provechosas al impartir el tema. Así, en un segundo encuentro se consensuaron y justificaron las siguientes ideas centrales como fundamentales para el tratamiento del tema:

- 1) La derivada es un límite. Esta idea se basa en el propósito de la Matemática de cuantificar y calcular
- 2) La derivada es una función. Esta idea permitirá la formulación de modelos de distintas situaciones.
- 3) La derivada es la pendiente de la recta tangente a una curva. Esta idea se refiere al contexto geométrico y de estudio de las formas, que requiere la ruptura con el pensamiento “prevariacional” (algebraico).

4) La derivada es una razón de cambio. Esta idea remite a la necesidad de conocer la velocidad de cambio de un proceso para dar respuesta a problemas de muchas y diversas ciencias.

Se propuso luego que, para un próximo encuentro, se respondieran a las preguntas del cuestionario (modificado) propuesto por Loughran *et al.* (2004), para cada una de las cuatro ideas anteriores:

- 1- *¿Qué intentas que los estudiantes aprendan alrededor de esta idea?*
- 2- *¿Por qué es importante para los estudiantes aprender esta idea?*
- 3- *¿Qué más sabes sobre esta idea?*
- 4- *¿Qué Dificultades o limitaciones están conectadas a la enseñanza de esta idea?*
- 5- *¿Qué conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes crees que influye en tu enseñanza de esta idea?*
- 6- *¿Qué procedimientos empleas para que los alumnos se comprometan con la idea?*

En la nueva reunión del grupo los docentes indicaron las dificultades y el esfuerzo que significó responder el cuestionario y se logró la construcción de la ReCo, de la cual presentamos sólo el análisis de aquellos tópicos que consideramos relevantes y que aportaron interesantes conclusiones para el grupo:

Análisis de la pregunta *¿qué más sabes sobre esta idea?* : surgieron discusiones y reflexiones respecto al orden en que se dicta el tema y a la desconexión entre teoría y práctica.

Los docentes indican que en las clases teóricas a cargo se comienza con la presentación de una situación problemática a partir de la cual surge la necesidad de cuantificar “un cambio” para llegar a la definición de derivada herramienta para calcular la razón de cambio de un proceso. Indican que esta forma tiene que ver con la evolución histórica del concepto y es opuesta a la forma habitual de enseñanza de la noción de derivada: definición (límite), interpretación geométrica, física y forma de cálculo (obtención de la función derivada). La forma tradicional de enseñanza presenta un producto acabado (definición), que históricamente ha sido producto de un largo proceso, eludiendo los puntos clave (tangente, razón de cambio, función) que son los que inicialmente se estudiaron.

Señalan la necesidad de colocar la actividad matemática en un primer plano: la formulación de conjeturas, la refutación o verificación considerados como procesos centrales a la hora de integrar teoría y práctica.

Esta pregunta del cuestionario resulta útil para conocer los antecedentes de los profesores alrededor del tema cuestionado, si sus conocimientos van más allá de lo que aplican en su clase cotidiana.

Respecto de *¿por qué es importante para los estudiantes aprender esta idea?* : se analizó que la derivada como razón de cambio instantáneo recorre distintas disciplinas de las distintas carreras; además la derivada como función permite la formulación de modelos de distintas situaciones. También se señaló la necesidad de la derivada para el trabajo con ecuaciones diferenciales y a la idea de aproximación, temáticas utilizadas en disciplinas del ciclo superior de las carreras involucradas.

De acuerdo a lo explicitado por los docentes, podríamos decir que los docentes tienen una mirada amplia respecto de las aplicaciones de la Matemática en el campo de las Licenciaturas.

Sobre el conocimiento acerca del pensamiento de los estudiantes que influye en la enseñanza se concluyó que entre otras, la actitud “negativa” de los estudiantes respecto de

la Matemática es un obstáculo que es muy difícil de revertir pero sobre el que hay que trabajar para lograr una que favorezca el aprendizaje.

En cuanto a las dificultades y limitaciones relacionadas con la enseñanza hubo acuerdo respecto a que se presentan al intentar pasar de una idea a otra dentro del tema, es decir al tener distintas miradas del tema.

Estas dos últimas preguntas han sido en las que más coincidencia hubo en las repuestas y en las que se coincidió respecto a la dificultad de revertirlas. Se propone, por parte de los docentes la necesidad de actividades que involucren a los estudiantes en forma más participativa y que fomenten el trabajo con distintas perspectivas del tema (gráfico, algebraico, tabular).

REFLEXIONES FINALES

Según indican distintas investigaciones (Alvarado y Garritz, 2009; Bertram y Loughran, 2012; Farré y Lorenzo, 2014) las ReCo y ReEpd pueden hacer grandes aportes tanto a la formación de docentes como al mejoramiento de quienes ejercen la docencia debido a que a través de su construcción o implementación se puede realizar una profunda reflexión acerca de la comprensión que tiene un profesor de los aspectos del CDC de un tópico específico, es decir, a través de esta herramienta se logra que el docente explicita y reflexione sobre su propio saber en relación a las preguntas que conforman el cuestionario.

Los docentes que participaron de este tramo de la investigación relatan las ventajas de la elaboración de las ReCo permitiendo la reflexión epistemológica, el conocimiento de la historia de la disciplina, la discusión entre pares para la identificación de ideas centrales. Luego de la elaboración de las ReCo, se realizaron ReEpd en forma de observaciones no participantes de las clases y entrevistas. Es nuestra ocupación actual la contrastación de la ReCo con los ReEpd para relacionar lo que se piensa que se debe enseñar con lo que se realiza en la práctica y llegar así a caracterizar el CDC de los docentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado, C.; Garritz, A.(2009). Un acercamiento al conocimiento didáctico de acidez y basicidad de profesores mexicanos de bachillerato y licenciatura. Disponible en: http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_05/ponencias/1633-F.pdf Consultado el: 1/06/2015.

Bertram, A.; Loughran, J. (2012). Science Teachers' Views on CoRes and PaP-eRs as a Framework for Articulating and Developing Pedagogical Content Knowledge. *Research in Science Education*, 42(6):1027-1047.

Farré, A; Lorenzo, M. (2014). Para no seguir reinventando la rueda: El conocimiento didáctico en uso sobre los compuestos aromáticos. *Educación Química*, 25(3): 204-311.

Loughran, J.; Mulhall, P. y Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4): 370-391.

Pinto Sosa, J.; González Astudillo, M. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en el profesor de matemáticas: ¿una cuestión ignorada? *Educación Matemática*, 20(3): 83-100.

Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 9(2) Disponible en: <http://universitaria.p.redalyc.org/articulo.oa?id=56790202>. Consultado el: 1/06/2015.

Tauber, F. (2010). Discurso de asunción a la Presidencia de la UNLP. Disponible en: http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/la_universidad_argentina_en_el_bicentenario.pdf Consultado el: 1/06/2015.

Talanquer, V.; Novodvorsky, I.; Slater, T.; Tomanek, D. (2003). A stronger role for science departments in the preparation of future chemistry teachers. *Journal of Chemical Education*, 80(10): 1168-1171.