

revista de **e**EDUCACIÓN

Nº 374 OCTUBRE-DICIEMBRE 2016



**La dimensión dialógico-reflexiva del Conocimiento
Didáctico del Contenido en la docencia universitaria**

**The reflexive-dialogic dimension of Pedagogical
Content Knowledge in university teaching**

José Luis Medina
Lorena Cruz
Beatriz Jarauta



IV CENTENARIO
DE LA MUERTE DE
CERVANTES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN, CULTURA
Y DEPORTE



La dimensión dialógico-reflexiva del Conocimiento Didáctico del Contenido en la docencia universitaria

The reflexive-dialogic dimension of Pedagogical Content Knowledge in university teaching

DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2016-374-326

José Luis Medina

Universidad de Barcelona, Facultad de Educación, Departamento de Didáctica y Organización Educativa

Lorena Cruz

Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Ciencias de la Educación y Formación Docente

Beatriz Jarauta

Universidad de Barcelona, Facultad de Educación, Departamento de Didáctica y Organización Educativa

Resumen

Este trabajo presenta algunos de los resultados de un proyecto de investigación¹ cuya finalidad ha sido estudiar la práctica pedagógica del profesorado universitario a través de un multidimensional constructo que sintetiza e integra los saberes disciplinares, pedagógicos y los experienciales de los docentes universitarios: el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). Este concepto, elaborado en el programa de investigación “Knowledge Growth in a Profession: development of knowledge in teaching”, impulsado por Lee Shulman en la Universidad de Standford, ha sido ampliamente analizado en estudios realizados en la enseñanza secundaria pero tanto su estudio en la educación superior como el análisis de su potencial para la mejora de la calidad de la enseñanza universitaria, son todavía

⁽¹⁾ Proyecto “Conocimiento profesional del profesorado universitario: procesos de construcción y transferencia a la práctica docente. Ministerio de Ciencia e Innovación. Dirección General de Programas de Transferencia de conocimiento. PLAN NACIONAL DE I+D+I EDU-2008-05964-C03-01/EDUC.

escasos en la bibliografía. El trabajo que se articula metodológicamente como un estudio de casos múltiple, se centra en analizar las manifestaciones del Conocimiento Didáctico del Contenido en la docencia de tres profesores universitarios reconocidos por su excelencia académica y didáctica. Triangulando los datos procedentes de la observación prolongada y sistemática con los de la valoración que ellos realizan de su propia práctica mediante entrevistas en profundidad, nuestros resultados caracterizan uno de los componentes del CDC del que hasta ahora disponíamos de escasa información empírica: la dimensión dialógico-reflexiva. Se concluye que el CDC es un constructo multidimensional que se articula en tres grandes dimensiones: la génesis de necesidades de explicación y expectativas de comprensión en el alumnado, la transformación del saber y la dimensión dialógica reflexiva. En este trabajo nos centraremos en la segunda de ellas que a nuestro juicio es la más novedosa.

Palabras clave: Conocimiento Didáctico del Contenido, Habilidades de enseñanza, Pensamiento Reflexivo, Aprendizaje Activo, Enseñanza Reflexiva.

Abstract

This paper points out some of the results of a research project², which aim was to study university professors' teaching practice through a multidimensional construct: Pedagogical Content Knowledge (PCK). PCK summarizes and integrates content, pedagogical and experiential knowledge. This concept was developed within the research program called "Knowledge Growth in a Profession: development of knowledge in teaching", by Lee Shulman from the University of Standford. Although this concept was thoroughly analyzed by different studies focused on secondary teaching, it is still lacking, not only profound studies in higher education, but also an analysis of its potential for the improvement of higher teaching quality. Articulated methodically as a multiple case study, this article focuses on the PCK manifestations evident in the teaching practice of three university lecturers who have been highly recognised for their academic and pedagogical expertise. Our results characterise one PCK component which to date lacks empirical information: the reflexive-dialogic dimension. Thus, PCK is a multidimensional construct articulated into three main dimensions: the genesis of student explanation needs and comprehension expectations, the transformation of knowledge and the reflexive-dialogic dimension. In this paper, we focus on the second which in our opinion is the most innovative.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge, Teaching Skills, Reflective Thinking, Active Learning, Reflective Teaching.

² Project "University professors' professional knowledge: construction process and teaching practice transference". Ministry of Science and Innovation. Head of Knowledge Transference Programmes. National Plan R+D+I EDU-2008-05964-C03-01/EDU.

Tema de estudio

Los estudios sobre el conocimiento profesional del docente conforman hoy una consolidada área de investigación en los niveles de la educación obligatoria (Gess-Newsome, 1999; Abell, 2008). Sin embargo, en la educación superior son escasos todavía los estudios que se han centrado en analizar cómo se articulan y presentan durante la acción docente las relaciones entre los conocimientos disciplinares y pedagógicos del profesorado universitario.

Es cierto que como resultado de la conformación y despliegue del EEES ha habido un aumento considerable de los estudios en educación superior centrados en la práctica docente. Así encontramos trabajos interesantes sobre estrategias de enseñanza que toman en consideración los estilos de aprendizaje de los estudiantes (Bowden y Marton, 2012); sobre la enseñanza de competencias como la metacognición, la resolución de problemas o la escritura académica (Pozo y Pérez, 2009) o sobre la enseñanza basada en competencias (Rue, 2007). Sin embargo, son escasos los trabajos dedicados a explorar cómo los docentes universitarios realizan lo que Chevallard (1991) denominó la transposición didáctica: proceso mediante el cual el contenido disciplinar es reorganizado y transformado teniendo en cuenta a los estudiantes, al currículo y al contexto. Una competencia, ésta, nuclear para adecuar el trabajo docente del profesorado universitario a la exigencia del EEES de una enseñanza centrada en el estudiante. Pese a que empiezan a aparecer algunas obras centradas en el pensamiento del profesor universitario (Hativa y Goodyear, 2003), en la identificación del “buen profesor” (Bain, 2006) o en la enseñanza universitaria eficaz (Knight, 2005), conocemos poco acerca del proceso mediante el que los profesores universitarios transforman su entendimiento de la disciplina o de la materia en formas de enseñanza pedagógicamente útiles para los estudiantes.

Los docentes universitarios no enseñan la materia tal como la estudiaron o tal como la conocen los especialistas o investigadores de un área disciplinar concreta (Groth, 2013). Aunque el conocimiento de la disciplina de referencia es una condición necesaria para la docencia universitaria, éste no genera por sí mismo pistas de cómo hacerlo comprensible a los estudiantes: una buena teoría científica no es necesariamente una buena teoría pedagógica. Sucede entonces que el docente transforma, adapta y reconstruye ese saber en formas

didácticamente eficaces. Esa transformación se opera mediante el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). Este multidimensional constructo propuesto por Lee Shulman (1987) será el foco de este estudio.

Antecedentes y fundamentación teórica

El CDC es un saber construido en la práctica y desde la práctica y a través de un proceso de organización y transformación que incluye la comprensión de lo que significa la enseñanza de un tópico particular y de los principios, técnicas y maneras de representar didácticamente ese contenido (Abell, 2008). Es aquel conocimiento específico que poseen los docentes acerca de cómo enseñar una contenido concreto a un grupo de estudiantes con la finalidad de promover la comprensión y adquisición de competencias, fruto de un largo proceso y que algunos autores sitúan como propio de los docentes expertos (Loughran, Mulhall y Berry, 2008). Se traduce en una habilidad para comprender todos los niveles y formas de la materia, de tal manera que el profesorado pueda hacerla después comprensible al alumnado (Shulman, 1987). Incluye la comprensión de la disciplina, en sus niveles sintáctico (los procesos de investigación propios de cada disciplina) y sustantivo (los hechos, fenómenos, conceptos, teorías, modelos y paradigmas de cada disciplina). También implica el conocimiento de su ubicación en el plan de estudios, su relación con otras materias, los elementos que potencian o dificultan su aprendizaje y las preconcepciones del alumnado (Evens, Elen y Depaepe, 2015).

Los estudios acerca del CDC se han interesado tanto por sus características conceptuales como por sus manifestaciones empíricas. Los primeros, claramente mayoritarios, han permitido identificar sus elementos constitutivos. Así, Smith y Neale (1989) describen el CDC como un constructo multidimensional que posee tres componentes: conocimiento del contenido, conocimiento de los errores de los estudiantes en la comprensión de la materia y conocimiento de estrategias de enseñanza. Por su parte, Grossman (2005) incluye como parte del CDC cuatro dominios: el conocimiento de la comprensión y representaciones que tienen los estudiantes sobre el contenido y de sus dificultades de aprendizaje, el conocimiento del currículum, conocimiento de estrategias y de representaciones específicas de los temas a abordar y conocimiento y creencias sobre los propósitos de la enseñanza de la asignatura. A estos

elementos Gess Newsome y Lederman (1999) añaden el conocimiento del contexto (cultural, curricular, etc.).

Hlas y Hildebrandt (2010) sugieren que esos elementos funcionarían de una manera “sinérgica” en el aula, en la que los saberes disciplinares y pedagógicos tienen una existencia independiente y actúan, durante el trabajo de aula, acoplándose los unos en los otros en el sentido de apoyarse entre ellos en el contexto de un todo funcional. Aquí los componentes disciplinares y pedagógicos del CDC pueden desarrollarse por separado para ser más tarde “integrados” durante el trabajo de aula.

Más allá del análisis conceptual del constructo, otro grupo de trabajos se han centrado en sus manifestaciones empíricas. Aunque con un claro predominio de las investigaciones centradas en la enseñanza no universitaria (Berry, Loughran y Van Driel 2008; Drechsler y Van Driel 2007), en los últimos tiempos han empezado a aparecer algunos estudios en la educación superior. El trabajo de García Oropeza (2009) muestra la multidimensionalidad del CDC en la enseñanza del cálculo diferencial en la enseñanza de las ciencias económicas; Vázquez et al. (2012) ofrecen evidencias de la naturaleza reflexiva del CDC en la enseñanza del derecho y el trabajo de Backes, Medina, y do Prado (2011), centrado en la enseñanza de la enfermería, muestra episodios en los que las docentes usan su CDC como mediador entre los conocimientos de las enfermeras clínicas expertas y los de las estudiantes.

Algunos de esos estudios muestran indicios de una dimensión poco estudiada de este constructo multidimensional: el componente dialógico (Yang y Carless 2013). Existe consenso en afirmar que el desarrollo del CDC está vinculado directamente a la práctica docente y a la reflexión que sobre ella se efectúe (Acevedo, 2009). Esto es, que su origen y destino es la propia acción en el aula. Sin embargo, pese a este elevado acuerdo en la comunidad académica, se sabe poco acerca de las relaciones entre los procesos reflexivos y dialógicos que se dan durante la actividad docente en el aula y los componentes disciplinares y pedagógicos del CDC. Este es el objetivo de nuestra investigación.

Diseño y Metodología

Dado que el CDC es, en esencia, un saber «práctico-personal» su estudio exigía una aproximación metodológica fuertemente fenomenológica que

nos permitiese acceder a las prácticas de enseñanza desde la perspectiva de sus propios protagonistas. El estudio de casos múltiple (Stake, 1998) se mostraba como la opción más idónea.

Selección de participantes y trabajo de campo

Seleccionamos a profesores reconocidos por parte de sus propios colegas por su elevada preparación académica, por su compromiso con la mejora e innovación docente y por la obtención reiterada de buenos resultados de aprendizaje en sus alumnos. Además debían ser reconocidos por los alumnos como “buenos docentes”. Al igual que Loughran, Mulhall y Berry (2008) pensamos que docentes altamente reconocidos dispondrían de un elevado desarrollo en su CDC y serían capaces de ayudarnos a documentarlo y formalizarlo.

La selección de los participantes se realizó en base a los resultados obtenidos en un cuestionario elaborado por los investigadores que fue respondido por 90 profesores experimentados y a partir del análisis de las encuestas de opinión de alumnado perteneciente a ocho facultades³ de la Universidad de Barcelona. Finalmente, los participantes han sido tres profesores que según nuestros datos, poseían un profundo dominio de la materia y eran reconocidos como docentes altamente competentes por parte de los estudiantes.

El primer profesor pertenecía a la Facultad de Física y tenía una experiencia docente superior a los treinta años. La segunda era profesora de la Facultad de Enfermería con más de treinta años de experiencia y el tercer profesor pertenecía la Facultad de Derecho y contaba con más de veinte años de experiencia docente. El hecho de seleccionar a docentes pertenecientes a distintas áreas de conocimiento se basa en las evidencias que presentan algunos estudios en los que se muestra que el acercamiento a la enseñanza depende del campo disciplinar de donde provenga; es decir que las formas de pensar las disciplinas tienen una fuerte influencia en la práctica docente (Lueddeke, 2003).

³ Derecho, Económicas y Empresariales, Enfermería, Farmacia, Filología, Física, Odontología y Psicología.

Las estrategias de recogida y análisis de la información

Las principales estrategias de recogida de información fueron la observación no participante (81 horas), entrevistas de estimulación del recuerdo al profesorado (dos entrevistas a cada profesor) y tres entrevistas grupales con el alumnado.

Las asignaturas observadas fueron “Fundamentos de mecánica” (Física), “Enfermería Médico-Quirúrgica II” (Enfermería) y “Derecho Mercantil” (Derecho). A las sesiones de clase, asistieron uno y/o dos miembros del grupo investigador y un técnico encargado de grabar las sesiones en video. Las clases se desarrollaban básicamente a través de exposiciones orales de los profesores con niveles bastante altos de interacción con los estudiantes. Por término medio, las clases observadas estuvieron compuestas por un grupo de entre 30 y 50 estudiantes.

Tras dos meses de observaciones procedimos a realizar las entrevistas en profundidad. Las entrevistas se realizaron cuando los datos obtenidos en las observaciones empezaban a saturar y apenas aportaban información relevante y novedosa para la investigación.

Realizamos dos tipos de entrevista: la inicial biográfico-profesional y la de análisis de la práctica mediante estimulación del recuerdo. Con la primera se obtuvo información acerca de la biografía profesional de los tres profesores que nos permitió conocer el proceso de aprender a ser profesor universitario. Mediante la segunda pudimos contrastar y/o corroborar las interpretaciones que el equipo investigador había realizado de las actividades docentes observadas, con el significado que los profesores y alumnos les atribuían. Para la realización de esta entrevista presentamos a los docentes segmentos de clase, recogidos en formato audiovisual, que parecían aportar elementos de análisis importantes para el objeto de estudio. Estos segmentos conformaron el guion de la entrevista, el cual fue entregado al docente de manera previa a su realización.

Las entrevistas grupales a los estudiantes (entre 4 y 5 estudiantes por cada asignatura observada) fueron realizadas en el momento en el que finalizaba el período de observación con cada uno de los profesores participantes. Las preguntas que se formularon al alumnado respondían a los objetivos de la investigación y a ciertas cuestiones emergentes del análisis preliminar realizado sobre la información obtenida en las observaciones de aula.

El método seguido para llevar a cabo el análisis de datos ha sido el de las comparaciones constantes propuesto por Glaser y Strauss (1967). Este es un método generativo, constructivo e inductivo en el que se combina la codificación inductiva de categorías con la comparación constante entre ellas. El objetivo final de esta modalidad analítica es la generación inductiva de constructos teóricos que junto con los núcleos temáticos y las categorías conforman un entramado conceptual que subsume todos los aspectos de la realidad estudiada y les asigna un sentido y significado nuevos. De ese modo, hemos podido identificar similitudes y diferencias entre los distintos fenómenos que han aparecido durante el trabajo de campo, lo cual nos ha permitido definir las propiedades básicas de las categorías así como una clarificación de los límites y relaciones entre ellas. Para el desarrollo de las operaciones de recuperación de las unidades de significado, comparación y depuración de la matriz final se utilizó el Software de análisis de datos cualitativos Atlas-ti (v. 6.2).

Resultados

Una vez finalizado el proceso, obtuvimos tres grandes dimensiones que según nuestros datos capturan la naturaleza compleja del CDC: la génesis de necesidades de explicación y de expectativas de comprensión en el alumnado, la dimensión dialógico-reflexiva y la transformación del saber. Estas dimensiones (junto con las categorías que las componen) quedan definidas en la siguiente tabla:

TABLA I. Dimensiones empíricas del CDC de los tres profesores

Dimensiones del CDC	Metacategorías	Categorías
<p>La génesis de necesidades de explicación y de expectativas de comprensión en el alumnado Uno de los objetivos fundamentales de las explicaciones que los tres docentes desarrollaban en el aula era que los estudiantes elaborasen nuevos significados que les permitieran comprender la materia. Para ello creaban en los estudiantes la necesidad de esa explicación mostrándoles las <i>diferencias</i> entre lo que sabían y lo que deberían saber. El aprendizaje consistía entonces en reducir esas diferencias creadas. Los tres profesores generaban en los estudiantes expectativas y necesidades de las explicaciones que desarrollaban en el aula confrontándolos con sus propios conocimientos a través de diversas estrategias que pueden resumirse en dos categorías. Aquellas que permitían al alumno tomar conciencia de lo que no sabe y necesita saber y aquellas que generaban un conflicto entre lo que los alumnos creían saber y un conocimiento que contradecía esas creencias o un conflicto entre los propios saberes disciplinares.</p>	Lo que no sabe y necesita saber	Recapitulación
		Anticipación
		Integración
	La confrontación de saberes	Conflicto cognitivo
<p>La dimensión dialógico-reflexiva Diversas estrategias basadas en procesos dialógicos como pueden ser las preguntas reflexivas para generar hipótesis de comprensión o las propuestas de resignificación del contenido. Todas ellas basadas en la capacidad de los tres profesores de focalizar su atención de manera flotante en las ideas de los estudiantes y en sus propios marcos categoriales.</p> <p>También se refiere a los momentos en los que los profesores mantenían una atención hacia su propia reflexión introspectiva que en unas ocasiones era explicitada a los estudiantes y en otras les permitía reorganizar el curso de su acción mientras la estaban ejecutando.</p>	Dialógica	Interpretación didáctica
		Interrogación didáctica
		Traducción dialógica
	Reflexiva	Reflexión en la acción
		Reflexión sobre la acción
		Diálogo reflexivo
<p>La transformación del saber Adaptaciones del conocimiento científico que los tres profesores realizaban para que se adecuase a los alumnos y a sus conocimientos previos (los que se suponía debían tener y los que el docente sabía que tenían). Alude a las diversas elecciones que los profesores realizaban acerca de cómo presentar sus explicaciones. Todas ellas poseen una forma y una organización determinada. En suma, esta dimensión alude al modo particular que cada profesor tenía de seleccionar, organizar, presentar y explicar un tópico determinado o un tema de la materia.</p>	El acoplamiento del saber científico al conocimiento del estudiante	Analogías
		Rigurosidad terminológica
		Conflicto cognitivo
		Transferencia
		Ejemplos
		Historias anecdóticas
		Antropomorfismo

En este artículo presentamos las evidencias correspondientes a la dimensión dialógico-reflexiva del CDC que bajo nuestro punto de vista ha sido la más novedosa.

La dimensión dialógica reflexiva

En lo que sigue mostraremos aquellas estrategias que, observadas en el aula, se basaban en procesos dialógicos dirigidos a generar en los estudiantes hipótesis de comprensión⁴ o nuevas propuestas de resignificación del contenido. Estas estrategias denotaban por parte del docente la habilidad para focalizar su atención de manera flotante en las ideas de los estudiantes y en sus propios marcos categoriales. Nos detendremos, por su relevancia didáctica, en aquellos momentos en los que los profesores mantenían una atención detenida hacia su propia reflexión introspectiva, en ocasiones explicitada a los estudiantes y en otras ocasiones dirigida a la reorganización de sus acciones mientras las estaban ejecutando.

El sistema de notación utilizado para presentar los resultados incluye una referencia alfanumérica mediante la cual identificamos al profesor (P1: Física, P2: Enfermería y P3: Derecho). Además “E” significa entrevista, “O” Observación y “EA” equivale a fragmentos extraídos de las entrevistas a los alumnos.

El diálogo reflexivo como explicitación del razonamiento pedagógico

El diálogo reflexivo es la estrategia que utiliza el profesor para hacer explícito el procedimiento didáctico con el que está trabajando. No consiste únicamente en comunicar al alumno lo que el profesor está haciendo (la tarea), sino el procedimiento (cómo lo está haciendo) y la justificación de las decisiones que orientan su intervención (por qué lo está haciendo). Veamos un ejemplo del profesor de Física:

⁽⁴⁾ Cualquier intervención del estudiante, en forma de afirmación o de interrogación, muestra al profesor la forma cómo el alumnado está tratando de asignar un significado al contenido (a partir de los conocimientos previos que ya posee) para hacerlo comprensible. En el estudio se comprobó cómo estas ideas y representaciones elaboradas por alumnado eran la “materia prima” con la que trabajaba el profesor.

O3. P1.

P: Pero ahora lo que quiero es relacionar una cosa con la otra. ¿Cómo lo haré esto? Pues, voy a escribir el vector *u*, es decir, la velocidad de *p* observada en *o*, pero en términos del vector *e*. Pero voy a hacer esta derivada no con este vector *e*, sino con este otro vector *e*. Porque son iguales. Por lo tanto, yo puedo en vez de escoger *e* medido en *o*, escoger *e* prima medida en *o* prima. Son el mismo vector. Por lo tanto, ahora haré la derivada de esto.

En este caso verbalizar aquello que hace mientras lo hace, le ayuda a organizarse mentalmente para hacer comprensibles las operaciones cognitivas que realiza para resolver un problema de física.

Vemos cómo el modelo de razonamiento del profesor se convierte también en un contenido esencial de enseñanza:

E1. P1: “Sí, yo creo que esto es un modo natural de proceder en el aula, a mí me ayuda a razonar, a la vez que voy escribiendo o desarrollando la ecuación, explicitar en voz alta el razonamiento me ayuda a ver la secuencia lógica. La misma secuencia que yo haría de forma mental, la hago explícita. Otra idea es que marca el tiempo adecuado del razonamiento, con ello te obligas a ir a un tiempo, a una cadencia que yo considero adecuada para mí para explicar y para ellos para entender”.

Esta forma de diálogo reflexivo se sostiene en la capacidad del docente de pensar sobre su propio razonamiento científico. Aquí el profesor se “distancia” de la realidad del aula para «dialogar» con su propio pensamiento, tomándolo como objeto de análisis y mostrándolo a la par a los estudiantes. De este modo verbaliza las operaciones cognitivas que lleva a cabo para lograr comprender una noción o el sentido de un procedimiento de cálculo matemático. Este “pensar en voz alta” ofrece a los estudiantes un modelo de razonamiento experto:

E1. P1: “A los estudiantes se les muestra un modo de razonar que puede ser un modelo. Es decir, les ofrezco un modelo de razonamiento o de construcción mental. Puede que ellos tengan otra manera: existe un pensamiento más visual, un pensamiento más analítico..., pero yo les muestro mi manera de pensar y seguro que para algunos puede ser útil”.

Una práctica que los estudiantes valoraban de manera altamente satisfactoria:

E1. A2: “Poder ver cómo lo hace, creo que es una buena idea porque así te obliga a ver dónde tienes los errores”.

Pero el diálogo reflexivo también despliega una dimensión que afecta directamente al alumnado. Tal y como se muestra a continuación, los profesores ponían en práctica estrategias interactivas y dialógicas las cuales, a través de la pregunta, exigían al alumnado tomar su propio pensamiento como objeto de análisis y reflexión.

En los dos siguientes fragmentos puede observarse que cuando los alumnos han respondido a las cuestiones que plantean los profesores de enfermería y de derecho respectivamente, éstos les responden con una nueva pregunta ahora eminentemente reflexiva: ¿Por qué? y ¿Qué significa?:

O4. P2.

P: Pregunto, ¿pensáis que de estas funciones que he nombrado hay alguna o algunas que son más críticas que otras?

A: Sí (varios alumnos responden de manera simultánea).

A1: Cardíaca. Cardiocirculatorias.

P: Cardiocirculatorias. Muy bien. ¿Por qué?

O6. P3

P: Una persona constituye una sociedad unipersonal. ¿Por qué no actúa directamente como empresario individual? (...)

A1: Para cubrirse económicamente

P: ¿Qué significa cubrirse económicamente?

Como se pudo observar, en este momento los estudiantes interpelados ponen en marcha un proceso reflexivo en el que toman su propio pensamiento como objeto de escrutinio, del que suelen ser poco conscientes, y que podemos explicar del siguiente modo. Esas preguntas reflexivas de los docentes exigen a los dos alumnos interpelados que examinen su propio pensamiento. Más concretamente, las ideas y conceptos que acaban de formular. Ahora de manera más consciente se ven obligados a examinar las dimensiones y propiedades teóricas y/o empíricas de aquellas ideas formuladas y buscar en su conocimiento previo los fundamentos, argumentos o premisas que justifican su primera respuesta (el primer alumno) o ideas que le permitan explicar en otros términos aquello que ya dijo (el segundo alumno).

Esa argumentación que el alumno despliega la hemos definido como sus “hipótesis de comprensión”. Bajo nuestro punto de vista estas hipótesis muestran al profesor la forma cómo el alumnado está tratando

de asignar un significado al contenido (a partir de los conocimientos previos que ya posee) para hacerlo comprensible. Estas hipótesis actúan como sondeos exploratorios que sirven al estudiante para verificar su comprensión provisional de la cuestión planteada por el profesorado. Estas ideas elaboradas por alumno serán la “materia prima” con la trabaja el docente:

E1. P2: “Quiero saber si tiene claro por qué las funciones respiratoria y cardiocirculatoria son más críticas que las demás y si no lo tiene claro lo tendré que aclarar porque es un punto básico, esencial para que entiendan estos tres conceptos que he dicho: paciente crítico, urgencia y emergencia”.

El diálogo reflexivo se cierra cuando la respuesta del docente ayuda al alumno a construir apreciaciones que van más allá de su comprensión inicial de la cuestión abordada.

La interrogación didáctica o “cómo enseñar preguntando”

Con frecuencia los profesores que observamos entraban en diálogo con el alumnado a través de preguntas que adoptaban diversas formas porque distintas eran las pretensiones que las impulsaban.

En el siguiente episodio la profesora de enfermería acompaña su pregunta con diferentes pistas para el alumnado, con el fin de ayudarlo a construir la respuesta adecuada respecto a las manifestaciones clínicas del paciente crítico en las primeras fases del cuadro patológico:

O2. P2.

P: Ahora yo os planteo esta situación. Estamos en urgencias y recibimos un paciente en estado crítico. Hacemos una analítica ¿Qué observaríamos en esta analítica?

A1: Hiperglucemia.

P: ¿Por qué?

A1: Porque tendrá mucha glucosa y...

P: (Señala en la pizarra la palabra “Glucosa”). Muy bien.

P: Mirad (Señala en la pizarra). Ha aumentado la glicemia en sangre. Por tanto, ¿una hiper... qué?

A2: Hiperglicemia.

P: Ya tenemos un dato. ¿Qué tendencia habría en cuánto al potasio? ¿Cómo estaría el potasio?

A3: Tendencia a bajar.

P: A bajar. Tendencia a la hipopotasemia. Muy bien. Al cabo de unas horas, podríamos incluso visualizarla por la observación de algún dato clínico. ¿Os oriento un poco? Por aquí abajo (señala una zona escrita de la pizarra).

P: ¿Algún síntoma clínico?

A4: Edemas...

P: Muy bien. Tendencia a hacer edemas. Por tanto vamos a señalar que es lo que podríamos encontrar en estos pacientes: una hiperglucemia (en la pizarra rodea con un círculo la palabra hiperglucemia) ¿Qué más?

A3: Hipopotasemia

P: Muy bien. (Rodea la palabra hipopotasemia en la pizarra que ya estaba escrita)

Es importante destacar que para esta profesora estas respuestas debían adoptar la forma de razonamientos deductivos: una competencia imprescindible para la formulación de juicios profesionales (clínicos en este caso) pertinentes:

E1. P2: “Primero expliqué y apunté en la pizarra la fisiopatología de las fases de la reacción de estrés del paciente crítico y a continuación quería que a partir de estos datos escritos en la pizarra, los alumnos dedujeran las manifestaciones clínicas y analíticas, en sangre, que encontraríamos en un paciente crítico que nos ingresara en urgencias. Les ayudo en este proceso a través de preguntas”.

Algunas de las preguntas que los docentes formulan están intencionalmente dirigidas a provocar determinadas respuestas. Así se observa en el siguiente fragmento, en el que el profesor de física le dice a un alumno que su respuesta era la que él esperaba:

O3. P1.

P: [...] la aceleración es la rapidez de la velocidad, o la velocidad de la velocidad; por lo tanto, es la derivada temporal, nos indica el ritmo con el cual cambia la velocidad. Y como que la velocidad de ella misma era el ritmo de cambio de la posición, pues lo podemos denotar de esta manera. O sea que erre dos puntos es la segunda derivada de e. Todavía podríamos definir el ritmo al cual varía la aceleración. Si la aceleración no es una constante, sino que varía con el tiempo, podríamos definir su ritmo, darle un nombre, etcétera. ¿Nunca os habéis planteado por qué habitualmente no se hace? En el bachillerato

visteis que básicamente os quedabais en la aceleración y no se seguía más allá... ¿Os habéis planteado alguna vez el por qué?

A1: Porque en una ecuación normal de trayectoria el tiempo no suele tener un grado más alto que dos o tres, entonces no suele haber variación de la aceleración.

P: ¡Muy bien! Este sería un aspecto. ¿Alguien puede dar otras razones?

A2: Puede que como que en el mundo las fuerzas dependen de... o sea, son apoyadas en la aceleración. Entonces, [...] sería fuerzas variadas.

P: ¿Os gusta esta respuesta? Es esta la que yo buscaba. Efectivamente. Todavía no, pero pronto introduciremos la segunda ley de Newton, que explica que la fuerza es proporcional a la aceleración.

El propio profesor corrobora que esa era la respuesta buscada y explica lo que le impulsó a hacer la pregunta:

E1. P1: “Yo buscaba algo muy concreto, cuando hice la pregunta buscaba exactamente eso. La respuesta del primer alumno, aunque pueda ser más o menos cierta, es vaga y no va directa a la raíz de la cuestión que es que la aceleración está ligada a la fuerza y eso es lo que precisamente responde el segundo alumno. (...) Esta pregunta estaba enfocada directamente a introducir la segunda ley de Newton, que venía al cabo de una semana. Sí yo quería que conectaran la cinemática con la aceleración, con la fuerza”.

Ese intento de que el alumnado «descubra» la respuesta adecuada adopta en ocasiones una forma dialogada en la que la “interrogación” se integra con el “diálogo reflexivo”. Así se observa en el siguiente episodio en el que la profesora de enfermería formula una pregunta respecto al riesgo de sangrado en una intervención quirúrgica por vía transpúbica. Después, mediante el encadenamiento de interrogaciones y respuestas, guía y acompaña el pensamiento y razonamiento de los alumnos hacia el descubrimiento de las ideas que deseaba mostrar. Más concretamente su intención es que vinculen el riesgo de obstrucción de la sonda vesical por coágulos con los tres litros de líquidos a perfundir en 24 horas:

O8. P2.

P: A ver una persona que ha sufrido una intervención quirúrgica por vía transpúbica. Que pensáis, ¿Es una intervención en la cual se pueda sangrar o no?

A1: En teoría poca cosa.

P: ¿Es posible?

A: Sangrará sí. (Varios alumnos responden simultáneamente).

P: Sí, como toda intervención quirúrgica. Por lo tanto, habéis dicho que esta pauta de suero glucosado de 500 mililitros cada 8 horas y de suero fisiológico de 500 mililitros cada 8 horas sirve para hidratar al paciente. ¿Es verdad o no?

A2: Para recuperar la volemia.

P: Para recuperar volemia, hidratar al paciente. Sí. Pero ¿cuántos litros están programados para entrar?

A3: 3000... 1500 y 1500.

P: ¿Son imprescindibles estos 3000 mililitros?

A2: Depende de lo que pierda.

A1: Si ha estado en el postoperatorio cuatro horas sin beber hay que hidratarlo

P: ¿Y no pensáis que también sea necesario por otra razón? Fijaros. Nos dice aquí (consulta la documentación que todo el grupo posee): portador de sonda vesical... Por esta sonda vesical irá drenando la orina ¿y qué más?

A: Medicamentos. Orina y sangre

P: Orina y sangre (alza la voz). Sabemos que se pueden producir coágulos. Por lo tanto estos tres litros sirven también... ¿para qué?

A: Para hidratar, lavar...

P: Para lavar (afirma enfáticamente). Desde el riñón hacia abajo. Por lo tanto estamos limpiando toda la zona de la vejiga y de la uretra. Por lo tanto estos tres mil mililitros sirven también para lavar la sonda y que no se produzcan coágulos, además de para hidratar.

Un verdadero diálogo socrático del que la profesora era bien consciente y en el que la dirección del aprendizaje se desarrollaba mediante el encadenamiento de interrogaciones y respuestas, gracias al cual el pensamiento del alumno era guiado hacia el descubrimiento de las ideas que la profesora deseaba mostrar. Estos diálogos eran un recurso pedagógico de primer orden puesto que, como se ha visto en este episodio, «empujaban» a los alumnos hacia la coyuntura que la docente deseaba alcanzar:

E1. P2: “A través de las preguntas que formulo, voy introduciendo la idea de que la administración de suero tiene diversas finalidades y en el caso concreto del paciente al que se le practica una prostatectomía radical mediante técnica quirúrgica retropúbica, quiero que lleguen por ellos mismo a darse cuenta de la importancia de arrastrar los restos

de sangre de la intervención quirúrgica haciendo fluir un gran volumen de orina además del lavado vesical que está prescrito. Y que fluya un gran volumen de orina quiere decir que hay que introducir un gran volumen de líquido al paciente”.

La interpretación didáctica: el profesor como mediador de saberes

Hasta aquí hemos mostrado las formas dialógicas mediante las que los docentes conducen el razonamiento del alumnado, indagan en sus conocimientos previos o fomentan procesos de comprensión a través de síntesis dialogadas. Todas esas acciones didácticas se sostienen en lo que McEwan y Bull (1991) denominan «interpretación didáctica». Pero, a diferencia de estos autores que sitúan esa noción de manera exclusiva en el orden de la explicación del docente, nosotros la ampliamos más allá hasta al ámbito de las interacciones verbales entre profesor y estudiante porque, según nuestros datos, la interpretación didáctica puede aludir además a la capacidad del docente de interpretar las creencias que tiene el estudiante en términos de comprensión de la materia (las que hemos denominado hipótesis de comprensión). Veamos en lo que sigue algunos ejemplos de esa destreza específicamente pedagógica.

En este episodio de la clase de física el profesor detecta una cierta confusión (una premisa errónea) en una pregunta mal formulada por un estudiante y la corrige. De inmediato, desarrolla en su respuesta una línea argumental que le lleva exactamente a la ecuación a la que quería llegar el alumno:

O4. P1.

A1: Una pregunta.

P: Adelante.

A: Si tenemos la relación entre la aceleración y la posición, y nos dan la velocidad inicial, ¿podrías explicar cómo encontrar la velocidad?

P: Vuélvemelo a decir... ¿qué nos dan?

A1: Tenemos la relación entre la aceleración y la posición.

P: La relación “a” “equis”.

A1: Y la relación entre la aceleración y la...

P: Pero no hay ninguna relación entre a y equis. a es constante. No puede haber ninguna dependencia funcional entre a y equis, a es un número. Por lo tanto, no ha lugar (...) Ahora bien (el profesor detiene

su movimiento hacia la pizarra), quizás lo que tú tenías en la cabeza era si se podía eliminar el tiempo de estas dos ecuaciones, de forma que directamente pudiera relacionar la posición con la velocidad; teniendo en cuenta que la aceleración es fija, sin que el tiempo aparezca de por medio. Sería eliminar el tiempo, que es un parámetro en estas dos ecuaciones. Y así llegamos a aquella expresión que vosotros aprendisteis en el bachillerato que relaciona velocidades con posiciones sin hacer entrar el tiempo. Y que también es característico del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.

A1: Es esta (ecuación) la que yo quería decir

P. ¿Es esta la que buscabas no?

Como se observa en este episodio, el docente “interpreta” las hipótesis de comprensión del estudiante, e infiere correctamente la intencionalidad que había en una pregunta que estaba confusamente formulada. Pero, ¿Qué había en la pregunta del estudiante que ha llevado al profesor a identificar cuál era la ecuación que aquél buscaba? Para llegar a saber qué buscaba el estudiante, el profesor se fundamenta en el conocimiento que posee sobre las creencias de los estudiantes acerca del contenido, en este caso sobre las nociones de mecánica que presumiblemente ese estudiante había adquirido a lo largo del bachillerato:

E1. P1: “Respecto a este tema los libros de bachillerato y los de los primeros cursos de carrera también, deducen -además de las que yo ya había deducido en clase- una ecuación más. Lo que hacen es sacar el tiempo, de la relación de la velocidad con el tiempo y de la relación de la aceleración con el tiempo y obtienen, una relación que liga la velocidad y la aceleración para un determinado tipo de movimiento. Pero a mí eso me parece accesorio porque, como se demostró en clase, se puede hacer en cinco minutos en un papel y no hay nada conceptualmente nuevo. Es un puro ejercicio matemático. Por eso no pensaba explicarlo. Pero claro ellos lo saben y en ese momento les suena de cuando se lo explicaron en el bachillerato. Entonces este alumno, muy a tientas, pregunta «¿pero no se podría hacer tal y cual?» Y entonces yo, en seguida, ya entiendo por dónde va, ya sé que lo que me pide es esta tercera ecuación. La pregunta del estudiante es muy confusa pero alguna cosa le suena”.

Esta respuesta del profesor indica su capacidad para distinguir en el contexto de una confusión del alumno hacia dónde apunta su pregunta y cuál era su necesidad de aprendizaje confusamente percibida. El

profesor de física responde a la complejidad que confunde al alumno en lo que aparece como un sencillo y espontáneo discurrir. La maestría es evidente en su manejo selectivo de datos emitidos de manera confusa, en su habilidad para establecer hacia dónde apunta la pregunta del alumno y en su capacidad para mantener una atención flotante a las ideas y comprensiones del estudiante y a su conocimiento de la disciplina sin interrumpir el flujo de la clase. Es obvio, por otra parte, que esta destreza se sostiene en un profundo dominio de la materia.

Pero esta interpretación didáctica no hubiera sido posible sin el concurso de la reflexión en la acción del profesor. En efecto, para desarrollar esa respuesta tan pertinente y pedagógicamente eficaz tuvo que prestar atención a su reflexión introspectiva, hecho que le permitió la reorganización de su acción docente mientras la estaba desarrollando.

En el siguiente episodio esa atención flotante permite a la profesora de enfermería identificar en la argumentación de una alumna una concepción errónea (la de manifestación clínica) y su ulterior clarificación:

O12. P2.

P: Primera pregunta. ¿Manifestaciones clínicas más frecuentes que presenta una persona con adenoma de próstata?

A1: Incremento de próstata, disminución del calibre de la uretra...

P: A ver. Espera. Buscamos “manifestaciones clínicas”. ¿Cómo has dicho la primera?

A1: Incremento de la próstata, bueno que aumenta, ¿no?

P: ¿Pero, eso es una manifestación clínica?

A1: Mmm...Es lo que he leído en los apuntes (risas).

P: Claro... pero no me digas eso. Porque... ¿Qué es una manifestación clínica?

A1: Yo me imagino que como aumenta tiene que tener dolor o...

P: Ahí está. ¿Se manifiesta cómo, de qué manera?

A1: Con dolor.

P: Nosotros no podemos observar a simple vista si aumenta la próstata, pero... ¿Cómo se sabe que está aumentando la próstata? Por lo que acabas de decir. Porque tiene dolor, el cual es una “manifestación” de este aumento de la próstata.

Aquí se observa cómo la profesora está constantemente relacionando lo que dicen las estudiantes con el contenido de la materia. Gracias a esa mirada dual infiere que la afirmación de la alumna «incremento de la

próstata» se basa en una concepción errónea o en un desconocimiento del significado de la noción de manifestación clínica (signos y síntomas que se presentan en una determinada enfermedad).

E1. P2: “La intervención de esta alumna me indica que no tiene claro el concepto de manifestación clínica y prefiero que sea la alumna la que piense y reflexione por sí misma para llegar a la definición correcta de este concepto, en vez de dar yo la definición. Entonces para ayudarla en este proceso le hago unas preguntas”.

Discusión y conclusiones

En el marco teórico de este estudio se indicaba la existencia de una dimensión poco estudiada del CDC del profesorado universitario: la dialógico reflexiva. Nuestros resultados, corroborados por los obtenidos por Chan y Jung (2015) y Aydin y Boz (2013), nos permiten afirmar que ésta es una de las dimensiones nucleares del CDC. Esta dimensión permite explicar y comprender buena parte de la eficacia didáctica de ese multidimensional constructo.

Sin embargo, en lo que hace referencia al tipo de relaciones que mantienen las dimensiones disciplinar y pedagógica del CDC, nuestros datos coinciden en parte y amplían los resultados de trabajos como los de Hlas and Hildebrandt (2010) y de Gess Newsome y Lederman (1999) en los que se afirma que esas dos dimensiones funcionarían en el aula de una manera “sinérgica”, en la que los saberes disciplinares y pedagógicos tienen una existencia independiente y actúan, durante la acción docente, apoyándose los unos a los otros. Aquí los componentes disciplinares y pedagógicos del CDC pueden desarrollarse, durante la formación del profesorado por ejemplo, por separado para ser más tarde “integrados” durante el trabajo de aula. Esta es a nuestro juicio una visión algo estática y de mera yuxtaposición de las relaciones entre los saberes disciplinares y los pedagógicos que conforman el CDC. Nuestros datos indican que estas dos dimensiones existen además las unas *por medio* de las otras, en el sentido de producirse una a otra en una intrincada red de relaciones dinámicas antes que estáticas. Esta concepción sistémica postula que el CDC es una “amalgama” o una fusión de los saberes disciplinares y pedagógicos en la que las fronteras entre ellos serían borrosas: un saber producto de la aleación entre pedagogía y contenido.

Pensamos, por otra parte, que esta concepción integral e integrada del CDC es productiva pues al no separar en la investigación el contenido disciplinar de las estrategias didácticas para su enseñanza ofrece unos resultados que suelen ser bien acogidos por el profesorado universitario destinatario, pues en ningún caso cae en el “metodologísmo didáctico” que en ocasiones no ha hecho sino perjudicar a la investigación didáctica en la educación superior.

Nuestros resultados, en consonancia con los de Veal y Makinster (1999) nos llevan a decantarnos por una consideración sistémica y relacional del CDC. Los saberes disciplinares y pedagógicos aparecen en el aula de manera simultánea (pero con diferentes grados de explicitación), amalgamada y sin solución de continuidad. En nuestro estudio se ha observado con cierta frecuencia cómo los profesores, en los momentos de interacción con los alumnos, van más allá de su propia comprensión de la materia para captar cómo el alumnado está comprendiendo inadecuadamente (o no) algún tópico del campo objeto de su explicación. El saber que sostiene esa competencia no puede ser únicamente el de la materia per se. Los profesores observados eran capaces de apreciar in situ el grado de pertinencia de las intervenciones de los estudiantes. Se trata de una competencia, dialógica y reflexiva en esencia, que les permitía calibrar y diagnosticar sobre la marcha el saber del estudiante en términos de “comprensión de la materia” y que mediante retroalimentaciones inmediatas y basadas en esa valoración “in situ”, contribuía efectivamente al refinamiento de la comprensión que los estudiantes tenían del tópico que se estaba abordando. Esa “interpretación didáctica” se sostiene en la capacidad de los profesores para mantener una atención flotante a las ideas y comprensiones del estudiante y a su conocimiento de la disciplina sin interrumpir el flujo de la clase. Esta forma dialógica de proceder implicaba una cierta conexión mental entre profesor y alumno en el marco de una acción conjunta mediante la que el docente accedía intencionalmente al psiquismo del alumnado para conocer su “momento de aprendizaje” y construía sus retroacciones acomodándose a las intervenciones de los estudiantes.

Limitaciones y prospectiva

Es preciso señalar algunas limitaciones de este estudio que ayuden a interpretar adecuadamente los resultados. En primer lugar, pese a que entendemos que la estructura del CDC es dialógica antes que monológica y que como saber práctico que es su estudio requiere centrarse en su dinámica temporal y relacional, en este trabajo nos hemos interesado principalmente en su “dialogicidad interna” o autoreferencial, esto es, en la re-presentación (reconstrucción) de ese saber a partir del relato del docente. En segundo lugar, y como consecuencia de lo anterior, no hemos considerado en detalle la importancia que pueda tener su “dialogicidad externa”, esto es, tanto el papel coprotagonista que juegan las contribuciones de los estudiantes en su génesis y despliegue como sus repercusiones *reales* en el aprendizaje de los alumnos. A partir de aquí, sería conveniente estudiar el CDC *en relación* con el discurso del estudiante y con su aprendizaje.

Pero nuestros resultados, también señalan algunas potenciales transferencias para la formación del profesorado universitario. Más concretamente, puede pensarse que la interrogación didáctica, el diálogo reflexivo y la interpretación didáctica, dadas sus elevadas repercusiones en el aprendizaje de los estudiantes, podrían convertirse en “competencias” a desarrollar intencionalmente en programas de formación del profesorado universitario. Disponer de variadas evidencias audiovisuales acerca de su despliegue y conocer las intenciones didácticas que justificaban su funcionamiento en el aula en situaciones reales de docencia, facilita sobremanera su transformación en contenidos de programas de formación del profesorado universitario.

Referencias bibliográficas

- Abell, S.K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education* 30 (10),1405-1416.
- Acevedo, J.A. (2009). Conocimiento Didáctico del Contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia I: el marco teórico. *Revista Eureka* 6 (1) 21-46.

- Aydin, S. and Boz, Y. (2012). Review of Studies Related to Pedagogical Content Knowledge in the Context of Science Teacher Education: Turkish Case. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(1) 475–512.
- Backes, V. and do Prado, M. (2011). The Construction Process of Pedagogical Knowledge among Nursing Professors. *Revista Latino-Americana de Enfermagem* 19 (2),421-429.
- Bain, K. (2006). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Publicacions Universitat de Valencia.
- Berry, A., J. Loughran and Van Driel, J.H.(2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education* 30 (10),1271-1279.
- Bowden, J. and Marton, F. (2011). *La Universidad, un espacio para el aprendizaje. Más allá de la Calidad y la Competencia*. Madrid: Narcea.
- Chan, K. y Yung, B. (2015). On-Site Pedagogical Content Knowledge Development. *International Journal of Science Education*, 37(8), 1246–1278.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del Saber Sabio al Saber Enseñado*. Buenos Aires: AIQUE.
- Dreschler, M., and J. H Van Driel. (2008). Experienced Swedish teachers' pedagogical content knowledge of teaching acid-base chemistry. *Research in Science Education* (38),611-631.
- Evens, M., Elen, J. and Depaepe, F. (2015). Developing pedagogical content knowledge: Lessons learned from intervention studies. *Education Research International*, 2015(1), 1-23.
- García Oropeza, L. (2009). Un estudio sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de profesores de matemáticas que enseñan cálculo diferencial a estudiantes de carreras de ciencias económicas. La Enseñanza Basada en Problemas (EBP) como estrategia metodológica y didáctica. Doctoral Dissertation. Didáctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universidad Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Gess-Newsome, J. and Lederman, D. (Eds.).(1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education..* The Netherlands: Dordrecht: Kluwer.
- Glaser, B. and Strauss, A. (1967). *The discovery of Grounded Theory*. Chicago: Aldine.

- Grossman, P. (2005). Un estudio comparado: las fuentes del Conocimiento Didáctico del Contenido en la enseñanza del inglés. *Profesorado. Revista de currículum, y formación del profesorado* 9 (2),1-18.
- Groth, R. (2013). Characterizing Key Developmental Understandings and Pedagogically Powerful Ideas within a Statistical Knowledge for Teaching Framework. *Mathematical Thinking and Learning* 15 (2),121-145.
- Hativa, N. and Goodyear, P. (Eds.). (2003). *Teacher Thinking, Beliefs and Knowledge in Higher Education*. Dordrecht: Kluwer.
- Hlas, A. and Hildebrandt, S. (2010). Demonstrations of pedagogical content knowledge: Spanish Liberal Arts and Spanish Education majors' writing. *L2 Journal* (2),1-22.
- Knight, P. (2005). *El profesorado de educación superior. Formación para la excelencia*. Madrid: Narcea.
- Loughran, J., Munhall, P. and Berry, A. (2008). Exploring pedagogical content knowledge in science teacher education. *International Journal of Science Education* 30 (10),1301-1320.
- Lueddeke, G. (2003). Professionalising Teaching Practice in Higher Education: a study of disciplinary variation and 'teaching-scholarship'. *Studies in Higher Education*, 28 (2), 213-228
- McEwan, H. and Bull, B. (1991). The Pedagogic Nature of Subject Matter Knowledge. *American Educational Research Journal*, 28 (2),316-334.
- Pozo, J. I. and Pérez, M. d. P. (Coords.). (2009). *Psicología del aprendizaje universitario: la formación basada en competencias*. Madrid: Morata.
- Rue, J. (2007). *Enseñar en la Universidad: El EEES como reto para la Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Smith, D. and Neale, D.C. (1989). The Construction of Subject Matter Knowledge in Primary Science Teaching. *Teaching y Teacher Education*,5, 11-20.
- Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Vázquez, D., Cruz, L., Mentado, T. and Jarauta, B. (2011). La enseñanza reflexiva del Derecho Mercantil: el diálogo reflexivo y la interrogación didáctica. En M. Turull (Ed.), *Experiencias de mejora e innovación docente en el ámbito del Derecho*. Barcelona: Octaedro.

- Veal, W. and MaKinster, J.G. (1999). Pedagogical Content Knowledge Taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 4.
- Yang, M. and Carless, D. (2013). The feedback triangle and the enhancement of dialogic feedback processes. *Teaching in Higher Education*, 18 (1), 285-297.

Dirección de contacto: José Luis Medina. Universidad de Barcelona, Facultad de Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Campus Mundet. Edificio de Levante 2º. Pº Valle de Hebrón, 171 Barcelona 08035. E-mail: jlmedina@ub.edu

The reflexive-dialogic dimension of Pedagogical Content Knowledge in university teaching

La dimensión dialógico-reflexiva del Conocimiento Didáctico del Contenido en la docencia universitaria

DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2016-374-326

José Luis Medina

Universidad de Barcelona, Facultad de Educación, Departamento de Didáctica y Organización Educativa

Lorena Cruz

Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Ciencias de la Educación y Formación Docente

Beatriz Jarauta

Universidad de Barcelona, Facultad de Educación, Departamento de Didáctica y Organización Educativa

Abstract

This paper presents some of the results of a research project whose aim was to study university teaching practice through a multidimensional construct¹, "Pedagogical Content Knowledge (PCK)", which synthesises and integrates content, pedagogical and experiential knowledge of university teachers. This concept was developed within the research programme called "Knowledge Growth in a Profession: development of knowledge in teaching", by Lee Shulman from the University of Standford. Although this concept was thoroughly analysed in different studies focusing on secondary teaching, studies in higher education and an analysis of its potential to improve teaching quality at university level are still lacking. Articulated methodically as a multiple-case study, this article focuses

⁽¹⁾ Project: "University professors' professional knowledge: processes of construction and transference to the teaching practice". Ministry of Science and Innovation. Directorate General of Knowledge Transference Programmes. NATIONAL PLAN R+D+I EDU-2008-05964-C03-01/EDUC.

on analysing PCK manifestations evident in the teaching practice of three university lecturers, highly recognised for their academic and pedagogical expertise. Crossing data from a prolonged and systematic observation period with those from the self-evaluation of educators' own practices through in-depth interviews, our results characterise one PCK component which up to now lacks empirical data: the reflective-dialogic dimension.

Thus, PCK is a multidimensional construct articulated into three large dimensions: the genesis of student explanation needs and comprehension expectations, the transformation of knowledge and the reflexive-dialogic dimension. In this paper, we focus on the latter which, in our view, is the most novel.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge, Teaching Skills, Reflective Thinking, Active Learning, Reflective Teaching.

Resumen

Este trabajo presenta algunos de los resultados de un proyecto de investigación² cuya finalidad ha sido estudiar la práctica pedagógica del profesorado universitario a través de un multidimensional constructo que sintetiza e integra los saberes disciplinares, pedagógicos y los experienciales de los docentes universitarios: el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). Este concepto, elaborado en el programa de investigación "Knowledge Growth in a Profession: development of knowledge in teaching", impulsado por Lee Shulman en la Universidad de Standford, ha sido ampliamente analizado en estudios realizados en la enseñanza secundaria pero tanto su estudio en la educación superior como el análisis de su potencial para la mejora de la calidad de la enseñanza universitaria, son todavía escasos en la bibliografía. El trabajo que se articula metodológicamente como un estudio de casos múltiple, se centra en analizar las manifestaciones del Conocimiento Didáctico del Contenido en la docencia de tres profesores universitarios reconocidos por su excelencia académica y didáctica. Triangulando los datos procedentes de la observación prolongada y sistemática con los de la valoración que ellos realizan de su propia práctica mediante entrevistas en profundidad, nuestros resultados caracterizan uno de los componentes del CDC del que hasta ahora disponíamos de escasa información empírica: la dimensión dialógico-reflexiva. Se concluye que el CDC es un constructo multidimensional que se articula en tres grandes dimensiones: la génesis de necesidades de explicación y expectativas de comprensión en el

² Proyecto "Conocimiento profesional del profesorado universitario: procesos de construcción y transferencia a la práctica docente. Ministerio de Ciencia e Innovación. Dirección General de Programas de Transferencia de conocimiento. PLAN NACIONAL DE I+D+I EDU-2008-05964-C03-01/EDUC.

alumnado, la transformación del saber y la dimensión dialógica reflexiva. En este trabajo nos centraremos en la segunda de ellas que a nuestro juicio es la más novedosa.

Palabras clave: Conocimiento Didáctico del Contenido, Habilidades de enseñanza, Pensamiento Reflexivo, Aprendizaje Activo, Enseñanza Reflexiva.

Study topic

Studies on the professional knowledge of teachers are today a consolidated research area at compulsory educational levels (Gess-Newsome, 1999; Abell, 2008). However, in higher education few studies have focused on analysing how the relationship between disciplinary and pedagogical knowledge of university teachers are articulated and presented during the teaching process.

It is true that since the launching of the European Higher Education Area (EHEA), there has been a considerable increase in higher education studies focusing on teaching practice. There are some interesting papers on teaching strategies that take into account the learning styles of students (Bowden and Marton, 2012), or teaching skills as metacognition, problem solving or academic writing (Pozo and Pérez, 2009) or teaching based on skills (Rue, 2007) for example. However, few studies have explored how university teachers perform what Chevallard (1991) referred to as didactic transposition: the process by which the disciplinary content is reorganized and transformed taking into account the students, the curriculum and the context. An essential skill to be able to adapt university teaching to the EHEA requirement of creating student-centred teaching. While we are beginning to see some publications focusing on the thought-process of university teachers (Hativa and Goodyear, 2003), on identifying what constitutes a “good teacher” (Bain, 2006) or on effective university teaching (Knight, 2005), we know relatively little about the process whereby university educators transform their understanding of their disciplines or subject matter into pedagogically useful teaching practices.

University lectures do not teach their subject matter in the same way as they learnt it, or as it is understood by specialists or researchers in any

given field (Groth, 2013). While knowledge of the discipline in question is an essential requisite for university teaching, this in itself offers little insight on how this content could be made understandable to students: a good scientific theory is not necessarily a good pedagogic theory. What occurs is that the teacher transforms, adapts and rebuilds this knowledge into didactically effective methods. This transformation is achieved through Pedagogical Content Knowledge (PCK). This multidimensional construct proposed by Lee Shulman (1987) shall be the focal point of this study.

Background and theoretical foundation

PCK is knowledge gained with practice and through practice by means of a process of organisation and transformation and which comprises understanding what it means to teach a particular topic as well as the principles, techniques and ways to represent that content didactically (Abell, 2008). It is a specific knowledge that teachers gain on how to teach a particular subject to a group of students with the aim of fostering comprehension and skills acquisition. It is slowly gained over a long period and is considered by some authors as a characteristic of expert teachers (Loughran, Mulhall and Berry, 2008). It translates into an ability to understand all levels and forms of the subject, so that teachers can then make it understandable to students (Shulman, 1987). It includes understanding the discipline both at syntactic (the research processes for each discipline) and substantive (the facts, phenomena, concepts, theories, models and paradigms of each discipline) levels. It also implies knowledge of its position within the curriculum, how it relates to other subjects and elements that would enhance or impede students' learning and their preconceptions (Evens, Elen and Depaepe, 2015).

Studies on PCK have focused on both its conceptual characteristics and empirical manifestations. The former, and clearly the majority, have allowed its constitutive elements to be identified. Thus, Smith and Neale (1989) describe PCK as a multidimensional construct comprising three components: content knowledge, knowledge of student errors in understanding the subject and knowledge of teaching strategies. Grossman (2005) defines four PCK domains: knowledge of students' understanding and representations of the content and their learning difficulties, knowledge of the curriculum, knowledge of strategies and

specific representations of the topics to be addressed and knowledge and beliefs about the purposes of teaching the subject. To these, Gess Newsome and Lederman (1999) have added context knowledge (cultural, curricular, etc.).

Hlas and Hildebrandt (2010) suggest that these elements operate in a «synergistic» manner in the classroom where disciplinary and pedagogical knowledge exist independently and act, during classroom work, by engaging with each other in the sense that they support each other in the context of a functional whole. Thus, the disciplinary and pedagogical components of PCK can be developed separately only to be later «integrated» during classroom work.

Beyond the conceptual analysis of the construct, another group of studies have focused on its empirical manifestations. Albeit with a clear predominance of research focusing on non-university education (Berry, Loughran and Van Driel 2008; Drechsler and Van Driel 2007), recently some studies have started to appear concerning higher education. García Oropeza (2009) demonstrates the multidimensional nature of PCK in teaching differential calculus to Economics students; Vázquez et al. (2012) offer evidence of the reflexive nature of PCK in teaching Law, and the paper by Backes, Medina and do Prado (2011) focuses on the teaching of Nursing, demonstrating episodes where educators use their PCK to mediate between the knowledge of clinical expert nurses and that of their students.

Some of these studies provide evidence of a poorly studied dimension of this multidimensional construct: the dialogic component (Yang and Carless 2013). There is general consensus that the development of PCK is directly linked to teaching practice and a reflection on this practice (Acevedo, 2009). In other words, both its origin and target is the action carried out in the classroom. However, despite this widespread consensus among the academic community, relatively little is known about the relationship between the reflexive and dialogic processes that occur during the teaching activity in the classroom and the disciplinary and pedagogic components of PCK. Hence, this is the aim of our research.

Design and methodology

Since PCK is essentially «practical-personal» knowledge, its study calls for a strong phenomenological methodological approach which would allow an

evaluation of teaching practices through the eyes of its protagonists. The multiple-case study (Stake, 1998) was shown to be the most suitable option.

Participant selection and field work

We selected university lecturers commended by their peers for their outstanding academic background, their commitment to continued improvement and teaching innovation, as well as consistently achieving good student learning results. Furthermore, they are recognised by their students as «good teachers». Like Loughran, Mulhall and Berry (2008), we believe that highly recognised teachers have highly developed PCK, and are thus the most appropriate for us as we endeavour to document and formalise this construct.

The study participants were selected based on the results of a questionnaire drawn up by the researchers which was completed by 90 experienced teachers, plus an analysis of student opinion polls from eight faculties³ at the University of Barcelona. The final study included three lecturers who, according to our data, possess a thorough knowledge of their respective subjects and are recognised as highly competent teachers by their students.

The first lecturer is from the Faculty of Physics who has over thirty years' teaching experience, the second from the School of Nursing also with over thirty years' experience and the third from the Faculty of Law who has been teaching for over twenty years. Teachers were selected from different knowledge fields as there is evidence to suggest that teaching approaches vary depending on the disciplinary field; in other words, the specific ways of thinking among disciplines strongly influences teaching practice (Lueddeke, 2003).

Data collection and analysis strategies

The main data collection strategies were non-participant observation (81 hours), memory-stimulating interviews with teachers (two interviews per teacher) and three group interviews with students.

³⁾ Law, Economics and Business, Nursing, Pharmacy, Philology, Physics, Dentistry and Psychology.

The course content subjects observed were «Foundations of Mechanics» (Physics), «Medical-Surgical Nursing II» (Nursing) and «Commercial Law» (Law). One or two members of the research group and a technician responsible for the video-recording attended the classroom sessions. The classes were conducted basically via oral presentations by teachers with quite high level student interaction. On average, the classes observed were attended by between 30 and 50 students.

After a two-month observation period, we proceeded to conduct the in-depth interviews. The interviews were conducted when the data obtained in the observations began to become saturated, barely contributing any relevant innovative data to the research.

We conducted two types of interviews: the initial biographical-professional interview followed by the practice analysis interview with memory stimulation. With the first, information was obtained about the professional background of the three teachers which enabled us to find out about the learning process in becoming a university teacher. With the second, we were able to contrast and/or corroborate interpretations that the research team had made while observing the teaching activities, with the meaning that teachers and students had attributed to them. For this interview, we presented some recorded segments of the class to the teachers; sections which seemed to provide elements of analysis relevant for the purposes of our study. These segments shaped the interview script, which was given to the teachers in advance.

The group interviews with students (between 4 and 5 students per area observed) were conducted at the end of the observation period with each of the participating teachers. The questions presented to students responded to the research objectives and various points which emerged in the preliminary analysis of the information obtained during the classroom observations.

The data analysis was conducted using constant comparative method as proposed by Glaser and Strauss (1967). This is a generative, constructive and inductive method in which the inductive coding of categories is combined with constant comparisons. The ultimate goal of this analytical method is the inductive generation of theoretical constructs that together with the thematic cores and categories construct a conceptual framework that subsumes all aspects of the reality studied

and assigning to them a new sense and meaning. Thus, we were able to identify similarities and differences between the various phenomena that appeared during the fieldwork and this allowed us to define the basic properties of the categories as well as clarifying the limits and relationships between these. To develop the operations for the recovery of the units of meaning, comparison and construction of the final matrix, qualitative data analysis software -Atlas-ti (v. 6.2)- was used.

Results

Once the process was complete, we obtained three large dimensions which, according to our data, capture the complex nature of PCK: the genesis of explanatory needs and expectations of understanding in students, the dialogic-reflective dimension and the transformation of knowledge. These dimensions (along with the categories making up these) are defined in the following table:

TABLE I. Empirical PCK dimensions of the three teachers

PCK dimensions	Mega-categories	Categories
<p>The genesis of explanation needs and understanding expectations in students</p> <p>One of the fundamental objectives of the explanations that the three teachers gave in the classroom was that students might generate new meanings to enable them to understand the subject. For this, they created in students the need for this explanation by showing them the differences between what they know and what they should know. Learning, therefore, consisted of reducing these gaps. The three teachers generated in students both the need and expectation for explanations in the classroom by forcing students to confront their own knowledge through various strategies that could be summarised broadly into two categories: those allowing students to become aware of what they do not know and what they need to know; and those that generate a conflict between what students thought they knew and a knowledge that contradict those beliefs, or a conflict within the disciplinary knowledge itself.</p>	<p>What they don't know and what they need to know</p>	Recapitulation
		Anticipation
		Integration
	<p>The confrontation of knowledge</p>	Cognitive conflict
<p>The dialogic-reflective dimension</p> <p>Various strategies based on dialogic processes, such as reflective questions, to generate comprehension hypotheses or proposals that redefine the content. All of these are based on the ability of the three teachers to focus their attention floatingly on students' ideas and on their own categorical framework.</p> <p>It also refers to the times when teachers managed to focus their attention on their own introspective reflection, which on occasions they clearly exhibited this to students while on others occasions this allowed the teacher to reorganize the course of action while continuing to teach.</p>	<p>Dialogic</p>	Didactic interpretation
		Didactic interrogation
		Dialogic translation
	<p>Reflexive</p>	Reflection in action
		Reflection on an action
		Reflective dialogue
<p>Knowledge transformation</p> <p>Adapting of the scientific knowledge by the three teachers to suit the students and their prior knowledge (that which they presumed they had and that which teachers knew they had). It refers to various choices that teachers performed about how to present their explanations. They all have a particular way and organization. In sum, this dimension refers to the particular way that every teacher employed to select, organize, present and explain a certain topic or subject matter.</p>	<p>The matching of scientific knowledge with student knowledge</p>	Analogies
		Terminological rigour
		Cognitive conflict
		Transference
		Examples
		Anthropomorphism

In this paper, we present evidence that correspond to PCK-reflective dialogic dimension which in our opinion is the most innovative.

The reflexive-dialogic dimension

We will now illustrate the strategies we observed in the classroom which were based on dialogic processes aimed at generating student comprehension hypotheses⁸⁴ or new proposals for redefining the content. These strategies point to the teachers' ability to focus their attention, in a floating manner, on both students' ideas and on their own categorical framework. Due to their didactic importance, we highlight moments when teachers paid particular attention to their own introspective reflection. They often explained this to their students but on other occasions these moments of reflection served the educators to reorganise their action as they continued to teach.

The notation system used to present the results includes an alphanumeric reference through which we identify the teacher (T1: Physics, T2: Nursing and T3: Law). Also, "I" refers to interview, "O" Observation and "SI" refers to the extracts from the student interviews.

Reflexive dialogue as an explanation of pedagogical reasoning

Reflexive dialogue is a strategy used by a teacher to clarify the pedagogical procedure with which s/he is working. It does not consist merely of informing the student of what the teacher is doing (the task), but also the process (how s/he is doing it) and the rationale for the decisions that guide the intervention (why s/he is doing it). Let's look at one example from the Physics teacher:

O3. T1.

T: Ok, what I want to do is to establish a relationship between one thing and the other. How can I do this? Well, if I write vector v (i.e. velocity) of p observed in o , but in terms of vector r . But I am not

⁸⁴ Any intervention by a student, be it a statement or a question, reveals to the teacher how students are trying to assign meaning to the content (from their previous knowledge) in order to make sense of it. In this study, it was verified that these ideas and representations elaborated by students were the «raw material» with which the teacher operates.

going to derive this equation with this vector r , but with this other vector r . Because they are the same. So, instead of r measured at o I can choose prime r measured at prime o . It's the same vector. So now I will write the derivative formula for this.

In this case, verbalising what he is doing while doing it helps the teacher to organise his thoughts and to make the cognitive operations performed to solve a physics problem understandable.

We see how this model of the teacher's reasoning also becomes an essential teaching content:

I1. T1: "Yes, I think this is a natural way to conduct the class. It helps me to reason, while I'm writing or developing the equation, explaining my reasoning out loud helps me to see the logical sequence. This same sequence that I would follow in my mind, I explain it verbally. Another point is that it helps identify a suitable reasoning time, and this forces you to adopt a certain pace; a pace that I consider appropriate for me to explain and for students to understand".

This form of reflexive dialogue is sustained in the teachers' ability to reflect on their own scientific reasoning. Here the teacher has «distanced» himself from the reality of the classroom to «dialogue» with his own thinking, taking it as an object of analysis while at the same time showing it to the students. Thus, he verbalises the cognitive operations which he conducts in order to understand a notion or meaning of a mathematical calculation. This «thinking out loud» offers students a model of expert reasoning:

I1. T1: "Students are offered a way of thinking that could serve as a model. I mean, I offer them a model of reasoning or mental construction. They may very well have their own way of doing it: there is more a visual way of thinking, or a more analytical thinking... but I show them my way of thinking and I am sure that it may be useful to some".

This is a practice which students rank with a high level of satisfaction:

I1. S2: "Being able to see how he does it, I think it is a good idea as it forces you to see your own errors..."

But reflexive dialogue also displays a dimension that directly affects students. As shown below, teachers deploy interactive and dialogic strategies which, through asking questions, force students to develop their own thinking as an object of analysis and reflection.

The following two extracts show that when students respond to the questions raised by the Nursing and Legal educators respectively, the latter respond with a new and eminently more reflexive question: “Why?” and “What does this mean?”:

O4. T2.

T: I have a question: “From these functions that I have mentioned, do you think that there is one (or more) which is more critical than the others?”

S: Yes (several students respond simultaneously).

S1: Cardiac. Cardiocirculatory.

T: Cardiocirculatory. Very good. Why?

O6. T3.

T: A person constitutes a single-shareholder company. Why not act directly as a sole trader? (...)

S1: To cover himself economically.

T: What does it meant to cover economically?

As may be observed, at this point the students to whom the question is put exercise a reflexive process in which their own thinking becomes the object of scrutiny – students are often unaware of this. This may be explained as follows. These reflexive questions posed by teachers require that each student examines his/her own thinking, but especially the ideas and concepts they have just formulated. Now, in a more conscious exercise, they are forced to examine the dimensions and theoretical and/or empirical properties of those ideas and seek in their previous knowledge the basis, arguments or premises that would support their initial response (first student) or ideas that would allow them to explain in other words what they had already said (second student).

We define this discussion raised by students as their «comprehension hypothesis.» From our point of view, these hypotheses reveal to the teacher how students are trying to assign meaning to the content (from their previous knowledge) in order to understand it. These hypotheses act as exploratory probes that students emit to check their provisional understanding of the topic being addressed by the teacher. These ideas developed by students are the «raw material» with which the teacher works:

I1. T2: “I want to know if they have clearly understood why respiratory and cardiocirculatory functions are more critical than others. If it is not clear, I will have to clarify this because it is a fundamental point:

essential to the understanding of these three concepts that I have mentioned: the critically ill patient, accident and emergency”.

The reflexive dialogue concludes when the teacher’s answer helps the student to construct appreciations that go beyond their initial understanding of the question being addressed.

The didactic interrogation or “how to teach by asking questions”

The teachers we observed frequently entered into dialogue with their students by asking questions, with these questions taking on several different formats due to the diversity of the underlying aims of such questions.

In the following excerpt, together with her questions, the Nursing educator offers various clues to help students construct an appropriate response regarding clinical manifestations in critically ill patients during early disease stages:

O2. T2.

T: Now I will explain the situation: We are in A&E and are presented with a critically ill patient. Blood tests are conducted. What would we expect to see in the results?

S1: Hyperglycaemia.

T: Why?

S1: Because glucose levels would be high...

T: (Points to the word “glucose” on the board). Very good.

T: Look (points on the board). Blood glucose levels are increased. Therefore, hyper... what?

S2: Hyperglycaemia.

T: Now we have one piece of data. What would we expect to see regarding potassium? What would the potassium levels be?

S3: They would tend to decrease.

T: To decrease. Tendency towards hypokalaemia. Very good. After a few hours, we could even see this by observing a specific clinical data. Shall I give you a clue? Down here (points to some written text on the board).

T: A clinical symptom?

S4: Oedema...

T: Very good. Tendency towards oedema. So, let's look at what we would expect to find in these patients: hyperglycaemia (encircles the word hyperglycaemia on the board). What else?

S3: Hypokalaemia

T: Very good. (Circles the word hypokalaemia that was already written on the board).

It is important to emphasise that for this teacher these responses should take the form of deductive reasoning. An essential skill in the formulation of relevant professional judgements (clinical in this case):

I1. T2: "I first explained and pointed out on the board the pathophysiology of stress response phases in critical patients. Then, with these data written on the board, I wanted students to deduce the clinical and laboratory manifestations (blood results) to be found in a critically ill patient in A&E. I help them with this process by asking questions".

Some of the questions that teachers formulate are intentionally aimed at eliciting a certain response. This can be seen in the following passage where the Physics teacher tells the student that the answer given was the answer he was looking for:

O3. T1.

T: [...] acceleration is the speed of velocity, or the velocity of velocity. Therefore, it is a time equation which indicates the rate at which velocity changes. And as the velocity of speed is the rate of change of position, we can write it in this way. In other words, that r'' is the second derivative of e . We could still define the rate of change of acceleration. If acceleration is not a constant but varies over time, we can define its rhythm; give it a name, etc. Have you ever wondered why this is not usually done? In secondary school you basically reached acceleration and went no further... Have you ever thought why?

S1: Because in a normal trajectory equation, time does not usually take a higher degree than two or three, then there is often no change of acceleration.

T: Very good! This would be one aspect. Can anyone give other reasons?

S2: It could be that in the world force depends on... that is, is supported in acceleration. So [...] the force varies.

T: Do you like this answer? This is the answer I wanted. Yes indeed. Not just yet, but I will soon introduce Newton's Second Law, which explains that force is proportional to the acceleration.

The teacher corroborates that this was the answer he was looking for and explains why he posed the question:

I1. T1: "I was looking for something very specific, when I asked the question this is exactly what I sought. The answer from student 1, although it may be somewhat true, it is vague and does not go directly to the root of the matter that acceleration is linked to force and this is precisely what student 2 said. (...) This question was aimed directly at introducing Newton's Second Law, which would be introduced within a week. "Yes, I wanted them to connect kinematics with acceleration, with force".

This attempt to promote the students own «discovery» of the correct answer sometimes evolves into a type of dialogue in which the «interrogation» is intertwined with the «reflexive dialogue». This can be seen in the next excerpt in which the Nursing educator formulates a question about the risk of bleeding during a transpubic surgical intervention. Then, with a series of questions and answers, the educator guides and accompanies students' thinking and reasoning towards the discovery of the ideas that the educator wishes to impart. More specifically, the aim is that students link the risk of the bladder catheter being obstructed with clots with the three litres of fluid to be infused over 24 hours:

O8. T2.

T: Ok, this patient has undergone a transpubic surgical intervention. Do you think there is a risk of haemorrhage, or not, with this type of intervention?

S1: In theory, very little.

T: But is it possible?

S: Yes, there would be bleeding (Several students respond simultaneously).

T: Yes, as with all surgery. Therefore, you say that prescribing glucose 500 ml every 8 hours and saline 500 ml every 8 hours is to rehydrate the patient. Right?

S2: To restore blood volume.

T: To restore blood volume, to hydrate the patient. Yes. But how many ml are to be administered?

S3: 3000... 1500 and 1500.

T: So are 3000 ml necessary?

S2: Depends on how much fluid was lost.

S1: If the patient spent four hours postoperatively without liquids, rehydration is necessary.

T: And don't you also think that it might be necessary for other reasons? Look here. It says here (pointing to the handout available to the entire group): patient has bladder catheter...Urine will drain out through this, but what else?

S: Medications. Urine and blood.

T: Urine and blood (raising tone). And we know of the risk of blood clots. Therefore these three litres also serve...?

S: To hydrate, and to flush...

T: To flush (affirming emphatically). From the kidneys downward. So we are flushing the entire area of the bladder and urethra. Hence, these three litres also serve to flush the catheter and prevent clots from occurring, in addition to hydrating.

A truly Socratic dialogue of which the educator was well aware, and in which the direction of the learning was guided through a series of questions and answers, thanks to which students' thinking was guided towards the discovery of the ideas that the teacher wished to demonstrate. These dialogues constitute an educational resource of the highest quality since, as we observe in this episode, they «steer» students towards the situation that the teacher wanted to achieve:

I1. T2: "Through these questions that I pose, I gradually introduce the idea that the administration of fluids serves various purposes and in the specific case of a patient having undergone a radical prostatectomy via a retropubic surgical technique, I want students to realize for themselves the importance of flushing the blood remaining after surgery by increasing the flow of large volumes of urine as well as the bladder flushing as prescribed. And increasing the flow of a large volume of urine means that large volumes of fluid must be administered to the patient".

The didactic interpretation: the teacher as a knowledge mediator

So far we have demonstrated some of the dialogic methods through which teachers guide their students' reasoning, investigate their previous

knowledge or foster processes of understanding through dialogic synthesis. All these teaching activities are encapsulated in what McEwan and Bull (1991) refer to as «didactic interpretation». But, unlike these authors who place this notion exclusively within the order of the teachers' explanation, we expand it beyond this towards the scope of the verbal interactions between the teacher and student because, according to our data, the didactic interpretation can also refer to the ability of the teacher to interpret the beliefs that the students have in terms of understanding of the subject (what we call the comprehension hypothesis). The next excerpt illustrates some examples of this specific teaching skill.

In this Physics class, the teacher detects some confusion (an incorrect premise) in a poorly worded question by a student and tries to rectify this. The teacher instantly in his reply develops a line of argument that leads precisely to the equation that the student had sought:

O4. T1.

S1: Can I ask a question?

T: Yes, please go ahead.

S: If we have the relation between acceleration and position, and we are given the initial speed, could you explain how we find the speed?

T: Give it to me again... we are given?

S1: We have the relation between acceleration and position.

T: The «a» «x» equation.

S1: And the relation between acceleration and...

T: But there is no relation between a and x, a is constant. There can be no functional dependence between a and x, a is a number. Therefore, there is no (...) Now (the teacher stops on way to board), perhaps what you had in mind was if you could remove time from these two equations, so that you could directly relate position with speed, considering that the acceleration is fixed, without time appearing between these. It would be eliminating time, which is a parameter in these two equations. And so we reach this expression which you learnt in secondary school that relates speed and position without the interference of time. And which is also characteristic of uniformly accelerated rectilinear motion.

S1: This is the (equation) I meant.

T: This is the one you wanted, no?

As seen in this episode, the lecturer «interprets» the student's comprehension hypothesis, and correctly infers the intentionality of the

question that was so confusingly worded. But what was in the student's question that led the lecturer to identify the equation that the student sought? To get to know what the student sought, the lecturer resorts to his knowledge about what students understand about the subject matter, in this case their notions about mechanics that they would have presumably acquired at secondary school:

I1. T1: "Regarding this topic, secondary school books and those of the first years at university derive –as well as those that I had already derived in a class – another equation. What they do is they remove time from the relationship of speed and time and from the relationship of acceleration and time and they obtain a relationship that links speed and acceleration for a particular type of motion. But to me this seems incidental because, as demonstrated in class, you can do this in five minutes on paper and there is nothing conceptually new. It is a pure mathematical exercise. This was why I did not consider explaining it. But of course they knew it, and at this point they remembered it being explained at secondary school. So this student, very hesitantly asked «but could you not do such and such?» And then, I immediately saw where he was going and knew he was asking about this third equation. The student's question was very vague, but it was not totally unfamiliar».

This answer indicates the educator's capacity, in the face of student confusion, to identify where the question is leading, and what the student's poorly expressed learning need was. The Physics teacher responds to the complexity confusing the student in what appears to be a simple and spontaneous discourse. The teacher's expertise is evident in his selective management of poorly expressed data, in his ability to establish where the student's question is leading, and his ability to maintain the fluidity of the student's ideas and understanding and his knowledge of the discipline without interrupting the flow of the class. Obviously, this skill is encapsulated in a thorough knowledge of the subject matter.

But this didactic interpretation would be impossible without a process of reflection on the teacher's practice. Indeed, to develop such a relevant and pedagogically effective response, the educator had to examine his introspective reflection allowing him to reorganise his teaching activity while actually teaching.

In the next episode, this floating attention allows the Nursing educator to identify a misconception in a student's argument (on the concept of a clinical manifestation) and its subsequent clarification:

O12. T2.

T: First question. What are the most common clinical manifestations presented by patients with prostate adenoma?

S1: Increased prostate size, narrowing of the urethra...

T: Let's see. Wait. We are looking for «clinical manifestations». What was the first thing you said?

S1: Increased prostate size, well, that it is enlarged, right?

T: But is that a clinical manifestation?

S1: Well... that's what I read in the notes (laughs).

T: Of course... but don't tell me that. Because... "What is a clinical manifestation?"

S1: I suppose that as it is enlarged it must cause pain or...

T: Exactly. How does it manifest, in what way?

S1: With pain.

T: We cannot see with the naked eye if the prostate is enlarged, but... How do we know if the prostate gland is becoming enlarged? Just as you have said. Because this would cause pain, and this is the «manifestation» of an enlarged prostate.

Here we see how the teacher is constantly relating what the students say with the course content. Thanks to this dual vision, the educator intuits that the student's statement on the «enlarged prostate» is based on a misconception or lack of knowledge of the meaning of the concept of clinical manifestations (signs and symptoms that occur in a particular disease):

I1. T2: "This intervention tells me that this student is unclear about the concept of clinical manifestation and I prefer that students think and reflect for themselves in order to reach the correct definition of this concept instead of me giving them the definition. So to help this process, I ask a few questions."

Discussion and conclusions

The theoretical framework of this study is based on the existence of a dimension of PCK that is only scarcely studied in university teachers: the

reflective-dialogic dimension. Our results, which corroborate those obtained by Chan and Jung (2015) and Aydin and Boz (2013), allow us to confirm that this is one of the core dimensions of PCK. This dimension allows us to explain and better understand the didactic efficacy of this multidimensional construct.

However, regarding the type of relationship between the disciplinary and pedagogical dimensions of PCK, our data partly coincide with and expand on the results of other papers including that by Hlas and Hildebrandt (2010) and de Gess Newsome and Lederman (1999) who suggest that these two dimensions function in the classroom in a «synergistic» manner, in which disciplinary and pedagogical knowledge exist independently and act, for teaching activities, by supporting each other. Here, the disciplinary and pedagogical components of PCK can be developed separately, during teacher training for example, only to be later «integrated» during classroom work. However, this is a somewhat static vision, in our opinion, a mere juxtaposition of the relationship between disciplinary and teaching knowledge that make up PCK. Our data indicate that these two dimensions also exist due to one another in the sense that one produces the other in an intricate web of dynamic rather than static relations. This systemic approach suggests that PCK is an «amalgamation» or fusion of both disciplinary and pedagogical knowledge in which the boundaries separating them are blurred: knowledge which is an amalgam of pedagogy and subject matter.

We, on the other hand, believe that this comprehensive and integrated concept of PCK is productive, because by not separating the research into the disciplinary content and didactic teaching strategies results are attained that are generally welcomed by university teaching staff, avoiding «educational methodologies» which has done much to alienate didactic research in higher education.

Corroborating with those from Veal and Makinster (1999), our results tend to lean more towards a systemic and relational concept for PCK. Disciplinary and pedagogical knowledge appear in the classroom amalgamated, simultaneously (but with different degrees of explicitness) and uninterruptedly. We have frequently observed in our study how teachers, when interacting with students, go beyond their own understanding of the subject matter to capture how students are correctly understanding (or not) the topic that is being explained. Knowledge sustaining this skill cannot be solely that of the subject matter itself. The

teachers observed were able to appreciate *in situ* how relevant student interventions were: a true dialogic and reflective skill that allowed them to gauge and diagnose students' knowledge in terms of «understanding the subject» while continuing to teach. Through immediate feedback and based on this *in situ* assessment, teachers effectively help redefine students' understanding of the topic being addressed. This «didactic interpretation» is sustained on the ability of teachers to maintain a floating focus on both students' ideas and understanding and on their own knowledge, without interrupting the flow of the class. This dialogic process involves a type of mental connection between teacher and student - a joint action through which the teacher intentionally enters the student's psyche to discover the «learning moment» and thus provide feedback depending on the student's intervention.

Limitations and prospects

Some limitations of this study should be highlighted so that the results can be interpreted appropriately. Firstly, although we understand the PCK structure as dialogic rather than monologic and that as practical knowledge its study requires focusing on its temporal and relational dynamic, in this paper we have been mainly concerned about its «internal dialogicity» or self-referential, in other words, in the re-presentation (reconstruction) of this knowledge from the teacher's story. Secondly, as a consequent of the above, we have not delved too deeply into the importance of its «external dialogicity», in other words, both the co-starring role of student contributions in its genesis and deployment as well as its actual impact in student learning. Hence, PCK should be studied in relation to the students' discourse and their learning.

But our results also point to some potential transferences for university teacher training. More specifically, given their high impact on student learning, didactic interrogation, reflective dialogue and didactic interpretation could well be converted into «skills» to be intentionally nurtured in the training programmes for university teachers. The availability of diverse audiovisual evidence regarding its deployment and knowing the didactic intentions that support its functioning in real classroom situations would greatly facilitate its transformation into the subject matter for the training of future university teachers.

References

- Abell, S.K. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education* 30 (10),1405-1416.
- Acevedo, J.A. (2009). Conocimiento Didáctico del Contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia I: el marco teórico. *Revista Eureka* 6 (1) 21-46.
- Aydin, S. and Boz, Y. (2012). Review of Studies Related to Pedagogical Content Knowledge in the Context of Science Teacher Education: Turkish Case. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(1) 475–512.
- Backes, V. and do Prado, M. (2011). The Construction Process of Pedagogical Knowledge among Nursing Professors. *Revista Latino-Americana de Enfermagem* 19 (2),421-429.
- Bain, K. (2006). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Publicacions Universitat de Valencia.
- Berry, A., J. Loughran and Van Driel, J.H. (2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education* 30 (10), 1271-1279.
- Bowden, J. and Marton, F. (2011). *La Universidad, un espacio para el aprendizaje. Más allá de la Calidad y la Competencia*. Madrid: Narcea.
- Chan, K. and Yung, B. (2015). On-Site Pedagogical Content Knowledge Development. *International Journal of Science Education*, 37(8), 1246–1278.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del Saber Sabio al Saber Enseñado*. Buenos Aires: AIQUE.
- Dreschler, M., and J. H Van Driel. (2008). Experienced Swedish teachers' pedagogical content knowledge of teaching acid-base chemistry. *Research in Science Education* (38), 611-631.
- Evens, M., Elen, J. and Depaepe, F. (2015). Developing pedagogical content knowledge: Lessons learned from intervention studies. *Education Research International*, 2015(1), 1-23.
- García Oropeza, L. (2009). Un estudio sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de profesores de matemáticas que enseñan cálculo diferencial a estudiantes de carreras de ciencias económicas. La Enseñanza Basada en Problemas (EBP) como estrategia metodológica y didáctica. Doctoral Dissertation. Didáctica de la

- Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universidad Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Gess-Newsome, J. and Lederman, D. (Eds.) (1999). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. The Netherlands: Dordrecht: Kluwer.
- Glaser, B. and Strauss, A. (1967). *The discovery of Grounded Theory*. Chicago: Aldine.
- Grossman, P. (2005). Un estudio comparado: las fuentes del Conocimiento Didàctico del Contenido en la ense˜anza del inglés. *Profesorado. Revista de currículo, y formación del profesorado* 9 (2), 1-18.
- Groth, R. (2013). Characterizing Key Developmental Understandings and Pedagogically Powerful Ideas within a Statistical Knowledge for Teaching Framework. *Mathematical Thinking and Learning* 15 (2), 121-145.
- Hativa, N. and Goodyear, P. (Eds.). (2003). *Teacher Thinking, Beliefs and Knowledge in Higher Education*. Dordrecht: Kluwer.
- Hlas, A. and Hildebrandt, S. (2010). Demonstrations of pedagogical content knowledge: Spanish Liberal Arts and Spanish Education majors' writing. *L2 Journal* (2),1-22.
- Knight, P. (2005). *El profesorado de educación superior. Formación para la excelencia*. Madrid: Narcea.
- Loughran, J., Munhall, P. and Berry, A. (2008). Exploring pedagogical content knowledge in science teacher education. *International Journal of Science Education* 30 (10),1301-1320.
- Lueddeke, G. (2003). Professionalising Teaching Practice in Higher Education: a study of disciplinary variation and 'teaching-scholarship'. *Studies in Higher Education*, 28 (2), 213-228
- McEwan, H. and Bull, B. (1991). The Pedagogic Nature of Subject Matter Knowledge. *American Educational Research Journal*, 28 (2),316-334.
- Pozo, J. I. and Pérez, M. d. P. (Coords.). (2009). *Psicología del aprendizaje universitario: la formación basada en competencias*. Madrid: Morata.
- Rue, J. (2007). *Ense˜ar en la Universidad: El EEES como reto para la Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Smith, D. and Neale, D.C. (1989). The Construction of Subject Matter Knowledge in Primary Science Teaching. *Teaching and Teacher Education*, 5, 11-20.
- Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.

- Vázquez, D., Cruz, L., Mentado, T. and Jarauta, B. (2011). La enseñanza reflexiva del Derecho Mercantil: el diálogo reflexivo y la interrogación didáctica. In M. Turull (Ed.), *Experiencias de mejora e innovación docente en el ámbito del Derecho*. Barcelona: Octaedro.
- Veal, W. and MaKinster, J.G. (1999). Pedagogical Content Knowledge Taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 4.
- Yang, M. and Carless, D. (2013). The feedback triangle and the enhancement of dialogic feedback processes. *Teaching in Higher Education*, 18 (1),285-297

Contact address: José Luis Medina. Universidad de Barcelona, Facultad de Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Campus Mundet. Edificio de Levante 2º. Pº Valle de Hebrón, 171 Barcelona 08035. E-mail: jlmedina@ub.edu