

Conocimiento tecnológico-didáctico del contenido en la enseñanza de Ingeniería Informática: un estudio de caso colaborativo con la perspectiva del docente y los investigadores

Technological Pedagogical Content Knowledge of a Computer Engineering Professor. A collaborative case study with the perspective of Professor and Researchers

Adriana Gewerc Barujel
Eulogio Pernas Morado
José Varela Pet

Universidad de Santiago de Compostela, España

Resumen

Este trabajo tiene como marco un proyecto de investigación coordinado entre tres universidades (Barcelona, Sevilla y Santiago de Compostela) titulado: El conocimiento profesional del profesor universitario: procesos de construcción y transferencia de la práctica docente¹. El mismo se basa en un enfoque teórico poco explorado en la enseñanza universitaria: el análisis del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), un constructo original de Shulman (1986) que Mishra y Koehler (2006) ampliaron posteriormente al de Conocimiento Tecnológico-Didáctico del Contenido (TPCK).

Es un estudio de caso múltiple. Cada universidad tomó tres casos de profesoras o profesores universitarios seleccionados como buenos docentes. Nos centraremos aquí en el caso de un profesor del Grado en Ingeniería Informática de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Compostela (USC).

Se realizó observación participante de clases y entrevistas en profundidad al profesor. Los datos fueron analizados en base a dimensiones teóricas y aquellas que surgieron de las observaciones. Se expone la dimensión "transformación del saber" que permite dar cuenta del TPCK del profesor y un diálogo entre el profesor que constituyó el "caso" con los investigadores que hicieron su seguimiento. Este cruce de perspectivas gira en torno a dos aspectos: la relación entre docencia e investigación y el Conocimiento Tecnológico-Didáctico del Contenido. Los resultados muestran escasa relación entre investigación y docencia y poco uso de tecnologías específicas para ayudar al alumnado a comprender la

¹ I+D+i Ministerio de Economía y Competitividad. Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación EDU 2008-05964-C03-03/EDUC.

asignatura.

Palabras clave: Educación Superior, Ingeniería Informática, Formación del Profesorado, Conocimiento Didáctico del Contenido, Conocimiento Tecnológico-Didáctico del Contenido.

Abstract

The framework of this paper is a coordinated research project between three universities (Barcelona, Sevilla and Santiago de Compostela) entitled: Professional knowledge of university professors: the Construction and transfer of teaching practice². It is based on an unexplored higher education theoretical approach: analysis of pedagogical content knowledge (PCK), an original Shulman (1986) construct that Mishra and Koehler (2006) extended to Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK).

It is a multiple case study. Each university took three cases of three professors selected as good teachers. We focus here on the case of a teacher of the Degree in Computer Engineering from the School of Engineering at University of Santiago de Compostela (USC).

Non participant observation of classes and in-depth interviews were carried out. Data were analyzed based on theoretical dimensions and those arising from the observations. This paper presents the dimension "transformation of knowledge" that allows realizing the teacher's TPCK, and a dialogue between the teacher who was the own "case" and two USC researchers. This crossing perspective is around two issues: the relationship between teaching and research and TCPK. The results show limited relationship between research and teaching and poor use of specific technologies to help students understand the subject.

Key words: Higher Education, Computer Engineering, Teacher Training, Pedagogical Content Knowledge, Technological Pedagogical Content Knowledge.

Introducción

La referencia al conjunto de cambios que están afectando a las universidades españolas y europeas en los últimos años, enmarcados por la puesta en marcha del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), se constituye en un lugar común para la reflexión de la situación actual de la docencia universitaria. Ocultos tras ellos se pueden entrever otros cambios más profundos, procedentes de las condiciones imperantes de las sociedades —economías— del conocimiento, con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como una de sus manifestaciones más genuinas, que constituyen el telón de fondo de lo aparentemente urgente e inmediato (Gewerc, 2009). La repercusión de estos cambios en el profesorado tiene su cara más visible en la redefinición de los planes de estudio vigentes y en la demanda de cambio metodológico hacia una enseñanza orientada al aprendizaje. En este escenario parece estar emergiendo un cierto interés por la formación del profesorado universitario, ya que se requiere un nuevo perfil del docente, cuyos ejes pasan por la capacidad de fomentar en el alumnado aprendizajes significativos; habilidades de pensamiento superior; el aprender a aprender mediante la revisión del ejercicio profesional o la competencia para el desarrollo del pensamiento reflexivo, entre otros.

² I+D+i Ministry of Economy and Competitiveness. Ministry of Research, Development and Innovation-2008-05964-C03-03/EDUC EDU.

En ese contexto se enmarca el proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad [1], titulado: *El conocimiento profesional del profesor universitario: procesos de construcción y transferencia de la práctica docente*.

El proyecto forma parte de la línea de estudios sobre el Conocimiento Profesional del profesorado universitario que se centra en los conocimientos disciplinares y pedagógicos, curriculares, personales, etc., que habilitan para un ejercicio competente de la enseñanza: esto es, en los saberes que le dan especificidad a la función docente, delimitando de ese modo la distinción entre docente y especialista en la materia (Feixas, 2004). Se trata de un enfoque todavía poco explorado en la enseñanza superior (aunque de amplio recorrido ya en la primaria y la secundaria), que consideramos posee un amplio potencial para la innovación y la formación docente.

La base de nuestro trabajo es el análisis de las manifestaciones del Conocimiento Didáctico del Contenido, constructo que, como tendremos ocasión de mencionar más adelante, fue desarrollado por Shulman (1986, 1987) y ampliado posteriormente por Mishra y Koehler (2006) al de Conocimiento Tecnológico-Didáctico del Contenido. Metodológicamente hablando, nuestra investigación es un estudio de caso múltiple (Stake, 1998), en el que los 3 equipos participantes (pertenecientes a las Universidades de Barcelona, Sevilla y Santiago de Compostela) siguieron a un total de 9 docentes. Nos centraremos en este artículo en el caso del profesor del Grado en Ingeniería Informática de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Santiago de Compostela.

El trabajo que presentamos muestra algunos de los principales resultados de la investigación confrontados-discutidos con el caso de estudio. Se trata de un diálogo que enriquece la propia visión de los investigadores con el objeto de profundizar en una comprensión mayor del objeto de estudio propuesto: la construcción del conocimiento profesional del profesorado universitario. Desde el encuadre de investigación que se ha planteado, en todo momento se ha pretendido dar voz a los sujetos que participaron en el estudio. Por esa razón, a la hora de difundir el trabajo, en coherencia, invitamos al "caso" (el profesor Varela Pet) a participar de este trabajo, mostrando su visión de los resultados como profesor del grado en Ingeniería Informática.

El artículo se ha estructurado en cinco apartados: en el primero damos cuenta del marco teórico que ha servido de orientación durante todo el proceso de investigación; en el segundo explicitamos el encuadre metodológico; en el tercero se describe el caso de estudio. Allí se exponen los principales resultados referidos, por razones de espacio, a una de las dimensiones de análisis del estudio: la transformación del saber, que nos ha permitido comprender el Conocimiento Tecnológico-Didáctico del Contenido de nuestro caso. En un cuarto apartado entablamos un diálogo entre el profesor, José Varela y los investigadores que participaron en la investigación. En el mismo confrontamos las miradas y puntos de vista de los investigadores con quien ha sido protagonista del proceso y que nos ha abierto la posibilidad de aprender de su práctica y experiencia. El análisis y discusión de los datos con la teoría que elegimos como marco durante todo el proceso de investigación nos sirvió de guía para ese diálogo. La conversación se basa en dos núcleos básicos que influyen en la configuración del conocimiento didáctico del contenido: 1- la relación entre docencia e

investigación y 2- el Conocimiento Tecnológico-Didáctico del Contenido. Finalizamos con un apartado a modo de conclusiones.

Marco teórico y dimensiones de análisis

Como señalábamos en la introducción, se ha optado por una línea de investigación que se fundamenta en el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) del profesorado universitario, traducción de *Pedagogical Content Knowledge*, desarrollado por Shulman (1986, 1987). Dicho constructo se refiere justamente al conocimiento que el docente posee y le permite transformar el contenido disciplinar en formas y estructuras que lo hacen comprensible a los estudiantes.

En el momento de presentar la memoria inicial del proyecto, afirmamos que la falta de una formación pedagógica sistemática en el ámbito universitario no debe conducirnos a pensar que el profesorado interviene en el aula sin un cuerpo de conocimientos pedagógicos de referencia. No cabe duda de que los docentes no sólo enseñan la materia tal como la estudiaron o tal como la conocen los especialistas o investigadores de una disciplina concreta. Consciente o inconscientemente adaptan, reconstruyen, transforman y/o simplifican el contenido para hacerlo más accesible al alumnado. Esta capacidad de transformación del contenido es lo que, según Doyle (1990), distingue a un profesor de un especialista de la materia. Por tanto, además del conocimiento del contenido, los docentes desarrollan un conocimiento específico que se refiere a la forma de enseñar su materia, es decir, transforman el conocimiento disciplinar y lo estructuran para la enseñanza. Esa transformación es fruto de un largo proceso que algunos autores sitúan como propio de los docentes expertos. Es importante destacar que ese conocimiento no consiste únicamente en disponer de un elevado número de ejemplos, analogías o representaciones, sino que está caracterizado por un razonamiento pedagógico (Wilson, Shulman y Richert, 1987), que facilita la generación de aquellas transformaciones. Para explicar el proceso de elaboración y utilización del CDC, Shulman (1987), propone su Modelo de Razonamiento Pedagógico y Acción. Una vez determinado el contenido a enseñar, los docentes lo transforman seleccionando los materiales a utilizar, los ejemplos, analogías, explicaciones y metáforas con el fin de adaptar el contenido a los alumnos teniendo en cuenta sus preconcepciones, edad, intereses, etc. Esta operación implica una comprensión que no es exclusivamente técnica, ni sólo reflexiva. No es sólo el conocimiento del contenido, ni el dominio de las técnicas o de las tecnologías. Es una mezcla de todo lo anterior orientada pedagógicamente (Shulman, 1987). En otras palabras, este conocimiento se construye mediante una síntesis idiosincrásica entre el conocimiento de la materia, el conocimiento pedagógico general y el conocimiento de los alumnos, viéndose también afectado por la trayectoria profesional desarrollada en biografía personal del docente.

Algunos autores sostienen que el CDC es uno de los rasgos que caracterizan al profesorado experto (Shulman, 1986; Mulhall, Berry y Loughran, 2003). Para otros, es el más importante componente del conocimiento base para la enseñanza (Gudmundsdottir, 1990). Construido desde la práctica y a través de un proceso de organización y transformación, incluye la comprensión de lo que significa la enseñanza

de un tópico particular y de los principios, técnicas y maneras de representar ese contenido y hacerlo apto para la enseñanza (Gudmundsdottir, 1991). 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. No sólo incluiría 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), sino también su ubicación en el plan de estudios, su relación con otras materias, elementos que potencian o dificultan su aprendizaje, preconcepciones del alumnado, etc.

La aportación de Shulman pone sobre la mesa la importancia de establecer relaciones complejas e intrínsecamente conectadas, entre el contenido (y su conocimiento por parte del profesorado) y las metodologías de enseñanza como vías para comprender las prácticas. El CDC implica conocimiento sobre: contenido a enseñar; metodología de enseñanza y principios de gestión de la clase; materiales y programas; didáctica específica del contenido a enseñar; el alumnado y sus características; los contextos educativos; los objetivos y valores educativos. No obstante, dadas las condiciones contextuales y el lugar que tienen las tecnologías en el mundo contemporáneo, Mishra y Koehler (2006) han ampliado el concepto de Shulman al de TPCK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*, que podemos traducir como Conocimiento Tecnológico-Didáctico del Contenido y que también se conoce por las siglas TPACK), para analizar la configuración de cualquier propuesta de enseñanza. Este concepto es útil a la investigación educativa como marco teórico para comprender, por un lado, el conocimiento que necesita el profesorado a la hora de integrar tecnología en su enseñanza, pero también para analizar prácticas existentes y su relación con los conocimientos que se ponen en juego. A las dimensiones ya establecidas por Shulman, se añade el conocimiento sobre cómo usar, en situaciones problemáticas, la multitud de herramientas tecnológicas de que se dispone. El TPCK es el conocimiento que se requiere para el uso inteligente de la tecnología en las propuestas de enseñanza y el aprendizaje:

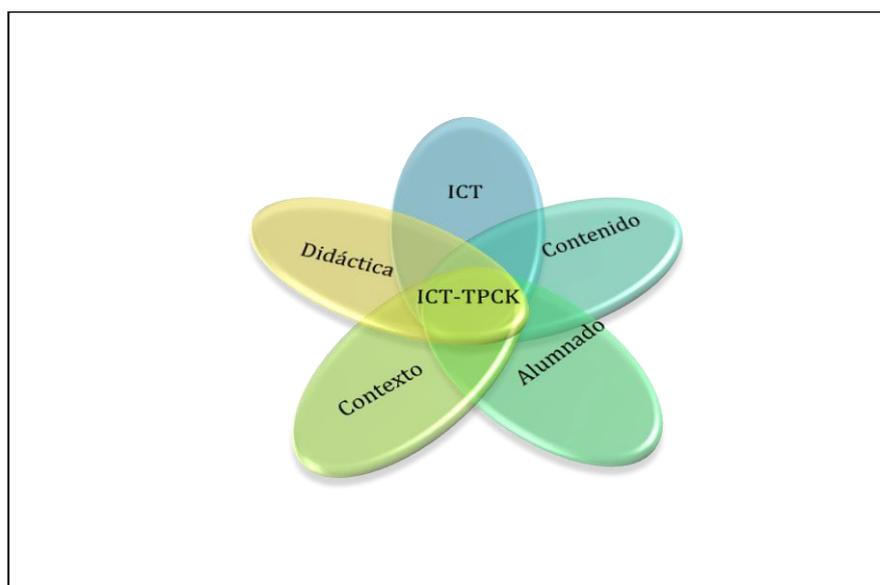
“En el corazón del TPCK están las relaciones dinámicas y transaccionales entre contenido, didáctica y tecnología. La buena enseñanza con tecnología requiere comprender las fuertes interrelaciones entre estos tres elementos tomados en conjunto para desarrollar apropiadamente, contextos específicos, estrategias y representaciones.” (Koehler et al., 2007: 741).

Angeli & Valanides (2009) complementan y añaden elementos al TPCK, incluyendo el contexto en el que el proceso tiene lugar y también la idea que el profesorado tiene acerca del aprendizaje del alumnado (lo que pueden o no aprender, sus debilidades, sus estilos de aprendizaje, etc.). El modelo puede apreciarse en la figura número 1.

El ICT-TPCK es conceptualizado como el cuerpo de conocimiento que hace que el profesorado sea competente en el diseño de una propuesta de enseñanza que mejore y enriquezca el aprendizaje del alumnado. Las relaciones entre las tecnologías y los diferentes ámbitos de conocimiento son fundamentales para comprender estas interrelaciones y para visualizar que no es posible aislar alguna de ellas del resto. Comprenderlo está significando que no basta con conocer las herramientas que se

utilizan, sino en saber cómo se transforma el contenido y las técnicas y procedimientos que se utilizan para enseñar con su uso y qué valor tiene esto para la mejora del aprendizaje del alumnado.

Dada la amplitud de las finalidades planteadas en el proyecto, pretendimos analizar los procesos de elaboración y aplicación del CDC en distintas áreas de conocimiento (ya que el saber propio de cada disciplina tiene una incidencia directa en el aula), así como en momentos distintos de la trayectoria profesional del profesorado. Tomamos como base diversos estudios (Trigwell, 2002; Lueddeke, 2003; Lindblom-Ylänne, Trigwell, Nevgi y Ashwin, 2006), que recogen la decisiva influencia que el campo disciplinar en el que el profesor es especialista ejerce en la práctica docente. Por ejemplo, para Lueddeke (2003), los docentes de las llamadas “ciencias duras” desarrollan una docencia centrada en los contenidos; mientras los de las denominadas “ciencias blandas”, desarrollan una docencia más centrada en el alumno. Por ello, de las cinco áreas de conocimiento que regulan actualmente las titulaciones universitarias, elegimos sólo tres (dadas las limitaciones y los recursos de los que disponíamos): Ciencias Sociales y Jurídicas; Ciencias de la Salud y Ciencias Tecnológicas y Exactas. En este artículo damos cuenta de esta última, a través de un profesor del grado en Ingeniería Informática.



Fuente: Elaboración propia, adaptado de Angeli & Valanides (2009)

Figura n.1. Elementos del ICT-TPCK

Para finalizar este apartado, consideramos importante matizar que no es nuestra pretensión identificar principios y regularidades generales. Coincidimos con Erickson (1989) al considerar que la enseñanza eficaz se produce en las circunstancias particulares y concretas de la práctica de un profesor específico con un conjunto específico de alumnos en “ese año”, “ese día” y “en ese momento”. Por tanto, no pretendimos generar con esta investigación un listado de comportamientos docentes estandarizados y generalizables a la profesión docente universitaria. Nos proponemos estudiar la enseñanza *desde* el conocimiento de los docentes y no, como los trabajos de procesamiento de la información, *sobre* el conocimiento de los docentes. Por ello,

nos hemos acercado a las experiencias, conocimientos y creencias que resultan útiles para la práctica y van más allá de una visión estructural de toma de decisiones. Aquí el elemento cognitivo es uno más junto a factores contextuales, históricos, políticos, personales, biográficos y experienciales.

Perspectiva metodológica

Metodológicamente, este enfoque se concreta en un estudio de casos múltiple (Stake, 1998), en el que se usaron un conjunto de herramientas intelectuales y de técnicas de recogida, análisis e interpretación de la información. La observación persistente, los grupos de discusión y las entrevistas en profundidad jugaron un papel central. Se buscó y seleccionó a profesores y profesoras universitarios reconocidos como “buenos docentes” por parte de la comunidad educativa. Identificados –tanto por el alumnado como por otros profesores y profesoras de la misma área disciplinar– por su reconocida preparación y dominio del contenido de enseñanza, por su capacidad de motivar a los alumnos/as hacia el aprendizaje, por su compromiso con la mejora e innovación de la enseñanza universitaria y por la obtención de buenos resultados.

Además se tuvo en cuenta que los participantes en la investigación hubiesen iniciado en sus asignaturas las transformaciones pertinentes para dar respuesta a los requerimientos del EEES.

La recogida de información se estructuró como sigue:

1. Observación no participante de las prácticas de enseñanza de cada uno de los profesores seleccionados y registro en vídeo de algunas sesiones de clase.
2. Entrevistas en profundidad a cada uno de los profesores participantes en el estudio:
 - a) Entrevistas de planificación, orientadas a obtener información acerca de las intenciones, objetivos y metodología didáctica que los docentes han planificado para cada una de las sesiones de clase o espacios de formación objeto de análisis.
 - b) Entrevistas de comprensión y análisis de la práctica, dirigidas a propiciar en los profesores y profesoras un proceso de análisis sobre la enseñanza que ha sido registrada. Se trató de corroborar y contrastar las interpretaciones realizadas en el marco de la investigación con el significado que le atribuyen los profesores participantes. Partiendo de la idea de que las personas saben mucho más de lo que son capaces de expresar (Erickson, 1989), pretendimos hacer a los docentes conocedores de su propio conocimiento a través de una reconstrucción de sus concepciones personales, percepciones, actitudes y creencias a la luz de la reflexión individual y colaborativa (en colaboración con los investigadores).

Posteriormente a la recogida de información, el proceso analítico desarrollado, consistió en:

1. Resumen y síntesis de las notas de campo y de las primeras transcripciones.

2. Segmentación del corpus de datos: codificación y categorización de unidades de significado relevantes para los objetivos de la investigación. Algunos de los procesos mecánicos y automáticos que se realizaron durante los procedimientos de análisis de datos cualitativos (segmentación, separación, ordenación, búsqueda y recuperación de datos, etc.), se llevaron a cabo con el programa informático Atlas-ti. Este programa de almacenaje, separación y recuperación de datos cualitativos, claramente orientado al desarrollo de teoría, fue usado para ayudarnos en los aspectos más mecánicos de nuestro análisis (el conjunto de indicadores que empleamos y sus correspondientes códigos en el programa aparecen recogidos en la Tabla 1).
3. Primer resumen descriptivo para la reflexión.
4. Análisis de datos siguiendo el método de las comparaciones constantes propuesto por Glasser y Strauss (1967) y en base a dimensiones y categorías de análisis prefijadas desde el marco teórico y emergentes durante la investigación que pueden verse sintetizadas en la Tabla 1.
5. Interpretación de datos a la luz del marco teórico elaborado en la fase inicial.
6. Triangulación, convergencia e integración de los datos procedentes de los tres subproyectos (uno de cada Universidad).
7. Redacción del informe de resultados.
8. Devolución de cada informe de caso, y reelaboración en función de un proceso de negociación de significados.

Indicadores	Códigos Atlas-Ti (nivel 2)	FAMILIAS (nivel 1)
RECAPITULACIÓN DE CONTENIDOS	Recapitulación contenidos	COMPRESIÓN ALUMNADO
ANTICIPACIÓN DE CONTENIDOS	Anticipación contenidos	
INTEGRACIÓN DISCIPLINAR	Integración disciplinar	
CONFLICTO COGNITIVO	Conflicto cognitivo	
ACCIONES DE SALIDA	Acciones salida	
---	Acciones cierre	
INTERPRET. DIDÁCTICA (EMPATÍA DIDÁCTICA)	Interpretación didáctica	DIMENSIÓN DIALÓGICO-REFLEXIVA
INTERROGACIÓN DIDÁCTICA	Interrogación didáctica	
---	Evaluación	
TRADUCCIÓN DIALÓGICA	Traducción dialógica	
REFLEXIÓN EN LA ACCIÓN	Reflexión EN la acción	
REFLEXIÓN SOBRE LA ACCIÓN	Reflexión SOBRE la acción	
DIÁLOGO REFLEXIVO	Diálogo reflexivo	
EXPLICITACIÓN PENSAMIENTO EXPERTO	Pensamiento experto	
PATRONES PERCEPTIVOS	Patrones perceptivos	
CONCIENCIA SITUACIONAL	Conciencia situacional	
ANALOGÍAS	Analogías	TRANSFORMACIÓN SABER
RIGUROSIDAD TERMINOLÓGICA	Rigurosidad terminológica	
CONFLICTO COGNITIVO	Conflicto cognitivo	
TRANSFERENCIA	Transferencia	
EJEMPLOS	Ejemplos	
HISTORIAS ANECDÓTICAS	Historias anecdóticas	

ANTROPOMORFISMO	Antropomorfismo	
---	Sentido humor	
PIZARRA Y CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO	Recursos y materiales	

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.1. Indicadores empleados en la investigación y sus códigos equivalentes en Atlas-Ti

El caso de la enseñanza de Ingeniería

El CDC y el TPCK no son ajenos a las condiciones que generan su construcción: la historia personal y profesional del sujeto que enseña y la institución donde trabaja, el momento histórico-social y político en donde se desarrolla la docencia. Como afirman Jarauta y Medina (2012), los profesores universitarios construyen y perfeccionan su conocimiento a través de una gran variedad de fuentes y en diferentes momentos de su historia vital y de su carrera profesional, sin que ello pueda ser entendido independientemente de la biografía profesional del profesor:

“Los profesores contrastan sus decisiones y actuaciones con las estructuras sociales y políticas que determinan la profesión y con los procesos históricos que las causan. Y por otro lado, el docente construye un sentido de su propio ser, como profesor y como sujeto, que deriva de su historia personal o biográfica.” (Jarauta y Medina, 2012: 192).

Como ya hemos visto en el apartado de metodología, nuestro caso es un joven profesional seleccionado por su condición de excelencia. Es decir, es considerado tanto por colegas como por estudiantes como un buen profesor, lo que da pie para que analicemos en profundidad las condiciones y las características que asume la construcción de su CDC y su TPCK.

Su historia nos muestra un alumno también exitoso, responsable y seleccionado por su profesores para participar e incorporarse en la investigación del campo de conocimiento. Como expresa Alcina (1987: 30), “descubrir al ‘mejor’ ha sido siempre para mí un estímulo indescriptible, al tiempo que un ejercicio que ha hecho de cada curso una aventura diferente con mis estudiantes...”

Estudió Físicas, investiga en Tecnologías de la Información Espacial y enseña diseño de software. Un recorrido que nos obliga a hacer preguntas relativas a las relaciones entre investigación y docencia, por un lado, y por otro, a analizar cómo, en el momento histórico que nuestro profesor ha entrado a trabajar en la universidad, se van configurando las disciplinas, mutando hacia regiones con límites que no poseen la claridad de antaño. Se desarrolla en un entorno universitario en donde la docencia se transforma en el peaje que hay que pagar para conseguir estabilidad laboral. La primer mirada es hacia la investigación: las becas pre doctorales y la producción de conocimiento, pero la docencia se cruza en un momento de su trayectoria como un elemento paralelo que se transforma en requisito (“me facilitó mucho lo que vino después”, E1: 13) [2]. A partir de ahí se genera el recorrido por diferentes asignaturas que no dan cuenta ni de su preparación previa, ni del campo de conocimiento que abarca la investigación en la tesis doctoral. Nuestro profesor pertenece al grupo de profesionales que ingresa en la universidad a través de un contrato para ejercer la

docencia. Contratos que son prorrogables mediante un informe favorable de las agencias de acreditación. Cuestión que le genera la necesidad de activar diversas estrategias que le permitan sostenerse en su puesto de trabajo. Una de ellas está puesta en la realización de cursos de formación docente, ya que los aspectos relativos a la investigación están cubiertos en su trayectoria.

La asignatura en donde centramos nuestra atención es “Diseño de Software”, de segundo curso del Grado en Ingeniería Informática, que se imparte en el segundo semestre del año, con una carga docente de 6 créditos ECTS. Según explicita en su guía docente, “está claramente identificada en el plan de estudios dentro del bloque formativo de materias básicas relacionadas con la construcción de software” (PDF22:2). Su importancia en la formación del ingeniero informático está fundamentada en el papel de “puente entre el aprendizaje de las técnicas básicas para el desarrollo de software y la construcción sistemática de aplicaciones propia de la ingeniería del software.” (PDF22: 2).

Los contenidos están estructurados en tres ejes: *modelado, proceso de desarrollo y patrones de diseño*. Nuestro trabajo de observación y análisis de las manifestaciones del CDC se realizó durante el desarrollo del tercer eje completo: patrones de diseño. Según expresa en su guía docente:

“... la asignatura introduce y explota el concepto de patrón de diseño como buena solución a problemas de diseño recurrentes. Los patrones de diseño ayudan al recién llegado a descubrir cómo resuelven los expertos determinadas situaciones que se repiten una y otra vez al desarrollar aplicaciones. La interiorización de las técnicas explicadas en la materia contribuye a que el futuro profesional pueda hacer valer su condición de ingeniero informático frente a otros perfiles que desempeñan su labor en el mismo ámbito. La aplicación de estas técnicas abre la puerta a la elaboración de software flexible y reutilizable (en definitiva, de alta calidad) que facilita el manejo de los cambios en los requisitos que puedan producirse.” (PDF22: 3-4).

Las clases se dividen en expositivas e interactivas de laboratorio. Las primeras se basan en exposiciones del profesor. Existe una relación estrecha entre los contenidos expuestos en las clases teóricas y las actividades que se desarrollan en las prácticas. Esta relación está dada a través de un proyecto que los alumnos deberán desarrollar de forma grupal y que posibilita la aplicación de conceptos explicados en las clases teóricas en propuestas concretas, al mismo tiempo que “obliga” al estudiante a visualizar el valor de la teoría en dichas propuestas.

La mayor parte de las dos horas y media que duran las sesiones interactivas el profesor está a disposición del equipo para trabajar en el proyecto y planificar el trabajo fuera del aula (PDF22: 26). Un trabajo que a juicio de José Varela es complejo, porque “*lo que damos en la materia es interesante para la composición de software complicado, porque en la vida real son equipos de trabajo los que están implicados.*” (E1: 18).

En las clases teóricas, la participación del alumnado es escasa. Cuando se abre la posibilidad de preguntar o sugerir dudas, el silencio es elocuente y en algún sentido responde a una demanda implícita en la misma propuesta del profesor, porque siente que es escaso el tiempo que tiene para el desarrollo de los contenidos y las preguntas

o el planteamiento de dudas u otras cuestiones requerirían un tiempo del que, en las circunstancias contextuales actuales, no dispone:

“El caso es que con 15 horas yo no quiero evitar desde luego las preguntas de la clase, porque siempre viene bien, ¿no? Pero claro con 15 horas de clase sólo...

E.- Expositivas quieres decir, ¿no?

P.- Expositivas, el problema es que a veces una pregunta puede hacer que estemos discutiendo 10 minutos lo que no está mal ni mucho menos, pero son minutos que pierdo y realmente 15 horas las veo muy necesarias”. (E3: 9).

La enseñanza y la transformación del saber

El conjunto de dimensiones y categorías para analizar el CDC nos ofrece pistas significativas sobre cómo se desarrolla la enseñanza, en este caso de Ingeniería Informática. En este trabajo vamos a exponer aquéllas que se refieren a una de las dimensiones analizadas (ver Tabla 1): la transformación del saber.

Por *transformación del saber*, nos referimos a que, al adaptar el conocimiento científico al alumnado y a sus conocimientos previos, el profesor debe efectuar diversas elecciones sobre la forma de realizar sus explicaciones. No se puede enseñar un objeto sin transformación: “toda práctica de enseñanza de un objeto presupone, la transformación previa de su objeto en objeto de enseñanza” (Verret, 1975: 140). Entonces, interesa en este apartado analizar qué transformaciones del objeto disciplinar realiza el docente cuando se dispone a enseñar, y que forman parte del conocimiento didáctico del contenido que ha construido en función de su trayectoria y de su práctica. ¿Cuáles son las transformaciones más predominantes y en base a qué las realiza? ¿Qué papel juegan en esas transformaciones los medios y recursos que utiliza, incluyendo a las Tecnologías de la Información y la Comunicación? ¿Qué enfoques de enseñanza traducen esas transformaciones y cómo están connotadas por las condiciones impuestas por la propia disciplina o las que devienen del contexto?

Siguiendo a Litwin (2002), reconocemos que la gran aventura que acontece en las aulas es la de dotar de sentido la información que se trabaja en ella, valorar su importancia y transferir los modos de pensar de la disciplina de un campo a otro, del campo disciplinar al campo de la enseñanza.

Cuando el docente transforma el contenido para ser enseñado pretende que esta transformación actúe como *mediador instrumental* [3], estimulando la comprensión de conceptos que pueden resultar complejos o abstractos para el alumnado. Algo así como un soporte de información con funciones de transductor (convirtiendo un tipo de energía en otro). Por tanto, la dimensión de reelaboración o transformación del saber tiene íntima relación con los procesos de selección, organización, presentación y explicación de los temas de la materia que lleva a cabo cada docente en particular. En ella incluimos las siguientes categorías:

- Analogías: enseñanza de nociones abstractas y poco familiares a través de otras ya conocidas y accesibles al nivel de comprensión de los estudiantes.

- Rigurosidad terminológica: uso de un lenguaje técnico preciso y riguroso, así como explicitación de su importancia en el aula.
- Transferencia: estrategias utilizadas por el docente para relacionar el contenido con aspectos y cuestiones de actualidad y/o con la futura práctica profesional del alumnado.
- Ejemplos: utilización frecuente de ejemplos para ilustrar o mostrar situaciones, fenómenos, relaciones u objetos como representativos de aquello que el docente intenta enseñar.
- Historias anecdóticas: desarrollo de relatos utilizados para reforzar las explicaciones realizadas en el aula o para generar un clima que motive a los alumnos hacia las temáticas de estudio.
- Antropomorfismo: atribución de rasgos y cualidades humanas a los conceptos y fenómenos físicos.
- Uso de medios y recursos para la enseñanza: capacidad para utilizar tanto las tecnologías, que podríamos denominar más tradicionales (como la pizarra analógica), como las tecnologías digitales en las que incluimos las TIC (desde una presentación digital a un aula virtual). Estos recursos representan, más allá de un simple depósito de datos, un espacio de construcción de conocimiento, una proyección del pensamiento del docente acerca del contenido. De allí que en este artículo haremos foco en este aspecto que nos permite comprender como se configura el TPACK de nuestro caso.

La hipótesis interpretativa que orienta este análisis es que, cuando el docente selecciona algunos de estos elementos, intenta que actúen como mediadores instrumentales, portadores de un mensaje intencional con vistas a obtener un efecto en el receptor.

El estudio de caso muestra una abrumadora predominancia en el uso de ejemplos y en el empleo de medios y recursos, tanto analógicos como digitales (presentaciones digitales y pizarra tradicional, en especial). Por el contrario, encontramos una escasa presencia (casi podríamos considerarla puramente anecdótica), de conflicto cognitivo y rigurosidad terminológica. Como hemos mencionado anteriormente, en este artículo nos centraremos en el uso de las tecnologías digitales, lo cual nos permitirá comprender el TPACK construido por nuestro caso.

El modelo TPACK

Siguiendo el marco teórico TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), de Mishra y Koehler (2006), pueden destacarse los siguientes tipos de conocimiento a partir de nuestras observaciones del caso:

Por formación, y Área de pertenencia se evidencia:

- a- *Conocimiento tecnológico (TK)*, es decir, la habilidad directamente relacionada con tecnologías como la informática o Internet, que permite manipular programas y hardware para producir los resultados deseados (Cox, 2008);
- b- *Conocimiento tecnológico del contenido (TCK)* sobre la manera en que la tecnología y el contenido están recíprocamente relacionados.

En este caso, además, resulta obvio que estos dos tipos de contenidos se solapan: un cambio en la tecnología, por ejemplo en el tipo de software que se usa en el entorno de programación, supone cambios directos en el contenido, en este caso, en la forma de programar. Ambos tipos de conocimiento, en este caso, han sido adquiridos ya desde la etapa de su formación inicial en la Facultad de Física, de la que se desprende la habilidad para aprender y adaptarse a los cambios en las TIC (que se le suponen inherentes por su condición de investigador en el campo). Ambos tipos de conocimiento son puestos en juego, de manera más evidente, durante las clases interactivas, dado que es ahí cuando tiene que revisar el proceso de elaboración del proyecto que cada grupo le va mostrando a través del entorno de diseño (basado en UML -*Unified Modeling Language*, un lenguaje de modelado estándar de sistemas de software), detectando posibles errores de aplicación, dando consejos sobre la manera de usar las herramientas del entorno, etc.

Por otra parte, cabe hablar del *Conocimiento didáctico* (PK) de los procesos y las prácticas o métodos de enseñanza y aprendizaje, así como de un *Conocimiento didáctico del contenido* (PCK), relacionado con la representación y formulación de conceptos, con las metodologías didácticas o con la valoración de los conceptos previos de los alumnos, sus prejuicios e ideas erróneas, los puntos en los que tienen más dificultades, etc. Se visualiza este tipo de conocimientos (PK y PCK) sobre todo en los cursos del Programa de Formación e Innovación Docente (PFID), de la USC [4] a los que asistió y que se plasman en la elaboración de la guía didáctica. Curiosamente, ninguno de dichos cursos tenía relación con la elaboración de materiales con base a tecnologías digitales o con el empleo del aula virtual (que comenzó a usar a instancias de compañeros más veteranos que ya lo empleaban).

Por último existe un *Conocimiento didáctico de la tecnología* (TPK), que se refiere al dominio de los componentes y posibilidades de una variada gama de herramientas con tecnologías digitales para la enseñanza y el aprendizaje, así como de los cambios que pueden tener lugar en la enseñanza como resultado de emplear determinadas TIC y no otras. En la práctica docente de este caso, el TPK se manifiesta de manera más visible en la manera de emplear las presentaciones digitales y en la importancia que les concede como vehículos de una determinada manera de explicar los contenidos de la materia (para la presentación de contenidos, gráficos, esquemas y también ejemplos).

En este sentido, es notable el esfuerzo por depurar y simplificar al máximo el diseño de las presentaciones. Hay un fuerte sentido “corporativo”, al aparecer en cada diapositiva el nombre del profesor y la materia, así como el escudo de la institución de pertenencia, la USC (a lo que habría que añadir el nombre del departamento en la primera diapositiva). La fuerte uniformidad en la plantilla usada, así como el uso de los colores y tipografía, etc., le da una gran coherencia y claridad a los contenidos, al igual que la forma en que aparecen representados los diagramas y elementos gráficos. Dicha uniformidad se consiguió gracias al esfuerzo de integrar los diagramas mediante un programa específico y no mediante escaneado de algunas páginas del libro de texto. Este trabajo de reelaboración no fue sólo estético, sino que implicó algunas modificaciones y adaptaciones que el propio profesor considera que son toda una aportación original.

En suma, la elaboración previa de las diapositivas, el gran trabajo dedicado a seleccionar ejemplos, sintetizar los conceptos, etc., constituyó para José Varela un momento decisivo para la construcción didáctica del contenido de una materia que no dominaba demasiado, al estar alejada del objeto de su investigación. Es decir, la “traducción” de los contenidos de la asignatura en forma de presentaciones digitalizadas significó una gran oportunidad para aprender:

“[...] que fue a medida que iba haciendo los diagramas me obligaba a fijarme más en la notación, hay cosas que en realidad nunca me acuerdo de memoria, siempre tengo que pararme a pensar si en el... ¡Yo qué sé! Por ejemplo, una operación en la clase, si va primero el nombre de la operación o va primero el tipo de datos que devuelve, eso es diferente en distintos lenguajes de programación”. (E2: 18).

Otro tipo de tecnología para la enseñanza significativa en el caso, es el uso del LMS (*Learning Management System*) institucional, en este caso el denominado *Campus Virtual de la USC*, basado en la plataforma Blackboard en el periodo observado durante la investigación. Aunque el docente también “cuelga” otros elementos, como ejercicios y avisos, información sobre la evaluación o utiliza la herramienta de gestión de tareas que la plataforma posee; el aula virtual se emplea sobre todo como repositorio de contenidos, como las propias presentaciones que emplea en las clases (es curioso comprobar como el docente a menudo las denomina “transparencias”):

“Yo les dejo transparencias, para eso realmente mejor que una herramienta como el Blackboard, o como WebCT, se podría hacer con una página web. De hecho era algo que utilizaba antes de estar el WebCT [*el LMS institucional que la USC empleaba antes de Blackboard*], teníamos ahí un servidor nuestro del grupo para dejar archivos, para descargar y tal... Entonces, para mí lo más importante, el que yo les pueda dejar cosas para descargar y que ellos puedan subir los trabajos, por ejemplo.” (E2: 1-2).

Otros usos posibles, como las herramientas de comunicación y tutoría de las que dispone el entorno de trabajo de Blackboard (foros, mensajería, etc.), parecen haber sido descartados por posibles problemas técnicos. En su lugar, se emplea el correo electrónico convencional.

Subrayar, por último, que no se aprecia un convencimiento profundo sobre las posibilidades de las TIC para mejorar la comprensión del alumnado. A pesar de que el objeto de estudio de la materia tiene como eje a la tecnología, o quizás por esa misma razón, ésta no es pensada como herramienta que puede ayudar a representar el contenido para hacerlo más accesible a los alumnos. Esto se pone de manifiesto en el hecho de que no vaya más allá del empleo de tecnologías “genéricas” (las mencionadas presentaciones y el campus virtual como repositorio de contenidos y de materiales, así como para el intercambio de información unidireccional con los estudiantes: fechas de entrega, recomendaciones...), y en que no utiliza Tecnologías específicas para la enseñanza del lenguaje UML y del diseño de software. Nuestra hipótesis es que tal vez nuestro caso intenta mantener el sutil equilibrio que ha logrado en sus clases con la “trasposición” del libro de texto al formato de presentaciones PowerPoint, al que tanto esfuerzo ha dedicado y podría no vislumbrar

en su horizonte la manera en que las TIC han alterado en los últimos años la manera de enseñar.

Conversación reflexiva

El sentido de este apartado es establecer una conversación entre el profesor que se constituyó en sujeto o caso de estudio (al fin y al cabo el verdadero protagonista del proceso) y los propios investigadores a los que les permitió aprender de su práctica y experiencia. Dicho diálogo se sustenta en dos elementos fundamentales que han surgido del análisis de los datos: las relaciones entre la docencia y la investigación y el TPACK de un profesor de Ingeniería Informática.

Relaciones entre la docencia y la investigación:

Investigadores: a pesar del evidente interés que demuestra por mejorar su formación como docente, no podemos dejar de apreciar la contradicción existente en el hecho de que la materia que imparte, "Diseño de Software", no tiene relación directa (al menos en cuanto a contenidos), con su campo de investigación (Tecnologías de la Información Espacial). Este hecho tiene como consecuencia la imposibilidad de trasladar a la enseñanza tanto los hallazgos o las producciones de su investigación, como las tecnologías que utiliza.

Es esta una contradicción interesante, que muestra una realidad relativamente frecuente de las universidades españolas y que se explica por la historia académica y la situación particular del momento histórico por el que atraviesa la Universidad de Santiago de Compostela donde desarrolla la docencia.

Por otro lado, esta situación supone la necesidad de emplear un mayor esfuerzo para preparar las clases y, de manera especial, los materiales y recursos para la asignatura (presentaciones, actividades, propuestas de proyectos, etc.). Un esfuerzo que tiene sus frutos, ya que en las entrevistas nos reveló que la elaboración de presentaciones mediante el programa PowerPoint le ayudó en la preparación de la asignatura y también a una revisión sistemática del contenido.

Profesor: en efecto, salvo en una primera etapa transitoria como profesor sustituto en la Facultad de Física, la relación entre mi campo de investigación y el encargo docente que he venido recibiendo de mi área de conocimiento, Lenguajes y Sistemas Informáticos, no es inmediata. Las dos materias del Grado en Ingeniería Informática en las que he impartido docencia desde la implantación de la titulación adaptada al EEES en el curso 2009/2010 son la ya mencionada Diseño de Software, objeto de estudio en esta investigación, y la primera asignatura introductoria a la programación que cursan los alumnos (Programación I).

Aunque ni por formación (soy titulado en Ciencias Físicas, especialidad en Electrónica) ni por experiencia predoctoral (como miembro de un grupo de investigación en el que la construcción de sistemas de información constituye una línea de acción esencial) el campo del desarrollo de software me resulte desconocido, lo cierto es que éste es un ámbito en el que mi experiencia investigadora es muy escasa. Mi condición de especialista en Electrónica originalmente me confería gran proximidad

al mundo del hardware pero las circunstancias me han obligado a transitar al campo del software. Este “viaje”, netamente autodidacta, ha durado poco menos de diez años: los que van desde que me licencié en 1995, año en el que además me integro en mi actual grupo de investigación, hasta el curso 2004/2005, en el que imparto, por primera vez, el precedente de Diseño de Software en la titulación antecesora del Grado de Ingeniería Informática.

Como bien han destacado los investigadores, recibí la propuesta que el área de conocimiento me hizo llegar en el curso 2003/2004 (para impartir Diseño Orientado a Objetos de la Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas a partir del curso siguiente) como una gran oportunidad, no exenta de incertidumbre y dificultades, para formalizar, organizar y sistematizar un conocimiento que, de manera heurística, venía acumulando desde hacía varios años.

Como contrapunto, la implantación en el curso 2011/2012 del Máster en Tecnologías de la Información me ha permitido volcar en la asignatura Sistemas de Información Espacial los conocimientos adquiridos como consecuencia de mi actividad investigadora.

El TPACK de un profesor de Ingeniería Informática

Investigadores: la investigación educativa ha demostrado que uno de los motivos por los cuales el profesorado no integra tecnología en la enseñanza es la escasa formación específica en ese campo (Mumtaz, 2000; Somekh, 2006, 2008; Webb y Cox, 2004). En este caso concreto, estamos frente a un caso, en el que ese problema concreto no existe, ya que cuenta con el suficiente bagaje para enfrentarse a las posibilidades técnicas que ofrece algún tipo de tecnología, por muy novedosa que esta sea. Sin embargo, hemos descubierto que no piensa en la tecnología como herramienta que puede ayudar a representar el contenido para hacerlo más accesible a los alumnos y con esto mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Hemos visto un uso de tecnologías genéricas, basadas en presentaciones en las clases teóricas. El uso del LMS institucional (el ya mencionado “Campus Virtual” de la USC) se limita a contener algunos materiales concretos. No se ha visualizado el uso de otro tipo de herramientas que sí hemos visto aplicadas en la enseñanza de la informática en la universidad (Chávez et al., 2011), tales como: wikis (donde los alumnos aprenden las dificultades que supone la redacción de documentación técnica de calidad y el profesor puede contar con una herramienta valiosa para observar el progreso de los alumnos); foros (que permiten que los alumnos planteen on-line sus dudas sobre los contenidos de la asignatura y que sean resueltas por los profesores o por sus propios compañeros), o incluso herramientas de gestión de las prácticas de programación (que facilitan desde el análisis automático del estilo, sintaxis y lógica de los programas o el control de entregas, la evaluación y la búsqueda de plagios). En este sentido, podemos recordar la afirmación de Mishra y Koehler (2006: 1030) sobre como una nueva tecnología en el aula a menudo rompe el status quo, requiriendo al profesor reconfigurar, no solamente su manera de entender la tecnología, sino todos los componentes del modelo TPACK (tecnología, enseñanza y contenido). ¿Por qué se produce esta contradicción? ¿Es la dimensión pedagógica de la tecnología la que se resiste en este caso?

Profesor: este es un aspecto sobre el cual reconozco no haber reflexionado en profundidad antes de colaborar en esta investigación. Efectivamente, la aplicación de las nuevas tecnologías no me supone dificultad alguna desde un punto de vista meramente técnico, pero admito que los materiales que utilizo (particularmente, las presentaciones de diapositivas) resultan un tanto estáticos y visualmente no muy atractivos.

La razón primera se hallaría en la génesis del material didáctico que utilizo: preparé la mayoría de los elementos que forman parte de este conjunto en mis primeros cursos como docente (período 2004-2009, durante el cual imparto docencia en el plan de estudios no adaptado al EEES). Como ya he señalado previamente, esta época estaría marcada por la autoformación en base a fuentes bibliográficas de referencia en el campo de estudio. El fruto más visible de esta primera etapa es un conjunto de presentaciones que plasman de forma esquemática todos aquellos conocimientos que he concluido que deberían formar parte del “cuerpo” de la materia. En ellas, sin duda, sacrifiqué la forma por el fondo, limitado por el intenso trabajo de formalización al que me sometí. La razón por la cual las presentaciones son planas y carentes de todo adorno visual se halla en un uso complementario previsto como guiones de la asignatura (por ello, siempre se hacen disponibles a través del Campus Virtual). En ningún caso he contemplado la posibilidad de elaborar apuntes de la materia, puesto que sus contenidos se fundamentan estrictamente en las cuatro fuentes que figuran en la bibliografía básica del programa desde el principio.

En una segunda etapa, que comprendería los años 2009-2013, ante el nuevo escenario planteado por el EEES, he concentrado mis esfuerzos en reducir drásticamente los contenidos abarcados por las diapositivas, pues el número de horas disponibles para docencia magistral se ha visto reducido prácticamente a la mitad. El trabajo necesario para prescindir de los temas no esenciales ha resultado mucho mayor de lo esperado.

En una nueva etapa, que habrá de comenzar en el curso 2013/2014 quisiera afrontar, en base a las reflexiones provocadas por la presente investigación, la reconversión de los materiales para dotarlos de mayor atractivo para los alumnos. Es muy posible que, tal y como señalan los investigadores, no haya llegado a pensar antes en la tecnología como herramienta que permita hacer más accesible el conocimiento a los alumnos. Probablemente se pueda aplicar aquí el famoso dicho: “en casa del herrero...”.

En cuanto a la incorporación a mi docencia de nuevas herramientas, tengo la sensación de que los alumnos perciben, cada vez más, el Campus Virtual como un entorno que apenas aporta valor añadido respecto a otros instrumentos colaborativos en boga como Google Docs o Dropbox. En mi experiencia, la participación en los foros que habitualmente se habilitan en nuestra aula virtual ha ido decayendo año tras año. Posiblemente, no haya podido dedicar bastante tiempo a una tarea que, a estas alturas, se me figura imprescindible: dinamizar la intervención de los alumnos. Por otra parte, si bien el uso del correo electrónico convencional y la atención a los alumnos en tutorías convencionales me consumen mucho tiempo y esfuerzo, el retorno que recibo de los alumnos parece evidenciar que la “inversión” es rentable. En cuanto a la elaboración de blogs o wikis, admito sentirme intimidado de antemano por su uso,

pues no me resulta intuitivo en absoluto establecer cuáles deberían ser los criterios para evaluar la participación de los alumnos.

A modo de conclusiones

Las prácticas de enseñanza son complejas y esta complejidad no puede analizarse con metodologías que la simplifiquen. En este trabajo intentamos conocer y comprender el tipo de conocimiento didáctico del contenido que el profesorado universitario pone en juego cuando desarrolla su práctica. Esto no es posible sin entender, por un lado, la trayectoria a través de la cual el profesorado ha construido ese conocimiento y, por otro, el contexto en el que las prácticas de enseñanza se desarrollan. Esto es así, porque son prácticas sociales y como tales se inscriben en una institución que las condiciona y al mismo tiempo las surca. También porque la desarrollan sujetos que ocupan una determinada posición en el campo pedagógico y en la estructura social más amplia y se realizan con sujetos y para sujetos que interactúan con intereses y trayectorias particulares. Es decir, que están multimediadas por las condiciones institucionales y sociales en que las trayectorias se han desarrollado y viven en el presente (Gewerc y Armando, 2010).

Coincidimos con Jarauta y Medina (2012) en que, si tenemos en cuenta estas premisas, tiene sentido una formación del profesorado universitario que tome como punto de partida las convicciones y concepciones que orientan las decisiones que los profesores toman en la acción. De esta forma, los contenidos centrales de dicha formación pueden basarse en aspectos como los saberes, las creencias y las experiencias que el profesorado elabora durante su práctica:

“Se trata de revisar, junto al profesorado, las razones y motivos que orientan sus actuaciones en el aula, ayudándoles a hacer explícito aquello que saben, intuyen o anhelan para buscarlo, transformarlo o intensificarlo. En definitiva, prácticas de formación que potencien el desarrollo de la dimensión intelectual de la docencia y la adquisición de capacidades de reflexión y análisis, que conduzcan a una mayor comprensión de la propia práctica docente y del contexto científico, social y cultural en el que se desarrolla.” (Jarauta y Medina, 2012: 196).

Hemos seleccionado para este artículo la dimensión "transformación del saber" porque entendemos que se transforma en un elemento clave para comprender la configuración del CDC que el profesor pone en juego a la hora de enseñar. Dentro de ella, específicamente, nos hemos centrado en el empleo de tecnologías digitales (presentaciones y LMS en particular). Esto no quiere decir dejar de lado las demás dimensiones que nos aportan una comprensión holística del proceso y que por razones de espacio no podemos desarrollar aquí.

Nos parece significativo resaltar el valor que ha tenido para la investigación analizar el TPACK que el profesor pone en juego. Reconocemos el valor de este constructo para ayudar a comprender cómo se está integrando la tecnología en el aula y cómo el profesorado se apropia de ella. Sobre todo, y en el caso de la universidad esto es ineludible, la intrínseca relación entre tecnología y contenido disciplinar. Hoy en día es impensable el desarrollo de la investigación en cualquier campo de conocimiento sin tecnología. En muchas disciplinas la tecnología ha cambiado su

estructura sintáctica, no sólo la forma en que se construye. De allí que nos parece importante trasladar la necesidad de pensar en la tecnología aliada al contenido a enseñar y especializada en ese contenido, del mismo modo que está aliada a la investigación. Creemos que investigación y docencia están en íntima relación en la medida en que trasladamos a los alumnos, no sólo los conceptos, sino también las formas en que se construye el conocimiento en el campo específico.

La conversación entablada con el profesor (fundamentada en los datos obtenidos, entre otros procedimientos, de las observaciones en sus clases), nos ha proporcionado una mirada de la investigación que invita a mayor profundidad. Por un lado, las contradicciones entre investigación y docencia son significativas para analizar el CDC y TPACK. La retroalimentación de la enseñanza que se produce a través de la investigación permite que ésta se actualice de los contenidos, los métodos y las herramientas del campo de conocimiento. ¿No se visualiza esa relación como necesaria? ¿Qué cuestiones se transfieren y cómo? Quedan preguntas abiertas para seguir conversando en una espiral significativa que se transforma en formativa. Quizás en el fondo podríamos estar conversando sobre una concepción de enseñanza universitaria muy limitada que traslada determinados contenidos, pero no vehiculiza los métodos y herramientas de su construcción.

Por otro lado, las creencias acerca de la tecnología educativa nos remiten a artefactos que se limitan a "adornar" el contenido, en vez de vehiculizarlo y transformarlo. Entendemos que la tecnología integrada al aula no supone sólo la "cosa", sino también las pautas de uso con que se la aplica, la forma en que la gente piensa y habla sobre ella, así como los problemas y expectativas cambiantes que genera (Burbules y Callister, 2008). El rol que le asignamos desde esta investigación va más allá del adorno. Analizar en qué medida el uso de tecnología permite repensar el contenido que se está trabajando, incide en los métodos con los cuales se está enseñando. Dicho análisis tendría que integrar las propuestas de formación de un profesorado universitario que tiene claro que las tecnologías han conmocionado los campos del saber, pero al que le resulta aún difícil verlo en la enseñanza, mostrando así rupturas o fracturas entre investigación y docencia.

Es significativo el análisis de la función de los LMS en el momento en que vivimos. Una herramienta que está más cercana a la web 1.0, pero en la que las instituciones continúan invirtiendo, aun conociendo que la mayoría de las investigaciones ya han demostrado que el profesorado hace un uso limitado de la misma (Gewerc, 2007; Salinas, 2008), a menudo como simple repositorio que facilita al alumnado el acceso a un material (en este caso, como hemos mencionado, sobre todo las presentaciones usadas durante las clases), que tradicionalmente estaba en la fotocopidora. Los entornos académicos compiten con herramientas cuasi gratuitas que se tornan más accesibles y directas al alumnado porque están pensadas para eso y su mantenimiento depende de la cantidad de personas que las usen. Podría haber allí un uso irreflexivo que no tiene en cuenta los condicionantes que estas herramientas están imponiendo, con un tratamiento poco igualitario para con las académicas que no llegan a conocerse en profundidad, desaprovechando por ejemplo los aspectos sociales y de participación que podrían aportar. Es quizás la falta de tiempo material lo que limita al profesorado a explorar nuevas herramientas y a asumir el riesgo de realizar nuevas experiencias. En este contexto educativo en donde José enseña, en la

que ni él ni la mayoría de su alumnado tiene problemas técnicos de acceso, queda como tarea pendiente analizar cuáles son las culturas que están vigentes y por qué no se ve a la tecnología como vehículo para la enseñanza, cuando está presente en la mayor parte de las actividades cotidianas.

Notas

- [1]. PROYECTO COORDINADO I+D+i. Ministerio de Economía y Competitividad. Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación. Dirección General de Investigación y Gestión del Plan Nacional de I+D+i. Subdirección General de Proyectos de Investigación. *Título*: El conocimiento profesional del profesor universitario: procesos de construcción y transferencia de la práctica docente. *Coordinador*: José Luis Medina Moya (Universidad de Barcelona). *Referencia subproyecto USC*: EDU 2008-05964-C03-03/EDUC. *Investigador principal subproyecto USC*: Lourdes Montero.
- [2]. En el ANEXO aparece un listado con las claves de las observaciones, entrevistas y materiales usados para la recogida de datos.
- [3] Idea extraída de Vygotsky (1972), para quien el sujeto humano actúa sobre la realidad para adaptarse a ella transformándola y transformándose a sí mismo a través de unos instrumentos psicológicos que le denomina "mediadores". Este fenómeno, denominado MEDIACIÓN INSTRUMENTAL, es llevado a cabo a través de "herramientas" (mediadores simples, como los recursos materiales) y de "signos" (mediadores más sofisticados, siendo el lenguaje el signo principal).
- [4] Para más información sobre el Programa PFID: <http://www.usc.es/es/servizos/pfid>

Referencias Bibliográficas

- Alcina, J. (1987). La enseñanza universitaria, mi experiencia personal. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 2, pp. 29-38.
- Angeli, C. & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52 (1), pp. 154-168.
- Burbules, N. C. y Callister, T. A. (2008). *Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. Buenos Aires: Ediciones Granica.
- Chávez, A.; Gómez, F.; Portillo, J. R. y Riscos, A. (Eds.) (2011). Actas del Simposio-Taller JENUI 2010. *XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*. ETSII-Sevilla, 5-8 julio
- Cox, S. (2008). *A conceptual analysis of technological pedagogical content knowledge*. A dissertation submitted to the faculty of Brigham Young University. Doctor of Philosophy. Department of Instructional Psychology & Technology. Brigham Young University.

- Doyle, W. (1990). Themes in teacher education research. En R. Houston (Ed.), *Handbook of research of teacher education*. Nueva York: MacMillan, 3-24.
- Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. En M. Wittrock (Coord.), *La investigación de la enseñanza II. Métodos cualitativos y de observación*. Madrid: Paidós, 125-301.
- Feixas, M. (2004). La influencia de factores personales, institucionales y contextuales en la trayectoria y el desarrollo docente de los profesores universitarios. *Educar*, 33, 31-59.
- Glaser, B y Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*. New York: Aldine.
- Gewerc, A. (coord.) (2007). Modelos de enseñanza y aprendizaje presentes en los usos de plataformas de e-learning en universidades españolas y propuestas de desarrollo [research report]. MEC. [Accessed: 21 December 2012]. <<http://138.4.83.162/mec/ayudas/repositorio/20080616184853PEA-EA2007-0046.pdf>>
- Gewerc, A. (Coord.) (2009). *Paradojas y dilemas de las universidades iberoamericanas ante la sociedad del conocimiento*. Barcelona: Davinci.
- Gewerc, A. y Armando, J. (2010): Las prácticas de enseñanza en entornos virtuales: algunos elementos para su análisis. En A. Gewerc (Coord.), *Enseñanza en la universidad y tecnologías de la información y la comunicación ¿Una vía para encarar los desafíos de la economía del conocimiento?* Málaga: Aljibe, 55-73.
- Gudmundsdottir, S. (1990). Values in Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Teacher Education*, 41 (3), 44-52.
- Gudmundsdottir, S. (1991). Ways of seeing are ways of knowing. The pedagogical content knowledge of an expert English teacher. *Journal of Curriculum Studies*, 23(5), 409-421.
- Jarauta, B. y Medina, J. L. (2012). Saberes docentes y enseñanza universitaria. *Estudios sobre educación*, Vol. 22, 179-198.
- Koehler, M. J.; Mishra, P. & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integration content, pedagogy, and technology. *Computers & Education*, 49, pp. 740-762.
- Lindblom-Ylänne, S.; Trigwell, K.; Nevgi, A. y Ashwin, P. (2006). How approaches to teaching are affected by discipline and teaching context. *Studies in Higher Education*, Vol. 31, 3, 285-291.
- Litwin, E. (2002). Las nuevas tecnologías y las prácticas de la enseñanza en la universidad. Actas del *II Congreso Europeo de Tecnologías de la Información en la Educación y la Ciudadanía: Una Visión Crítica*. Barcelona, 26-28 de junio.
- 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.

- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, Volume 108, Number 6, June, 1017–1054.
- Mulhall, P., Berry, A. y Loughran, J. (2003). Frameworks for representing science teachers' pedagogical content knowledge. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 4(2), Article 2. Disponible en www.ied.edu.hk/apfslt/v4_issue2/mulhall/index.htm. Fecha de consulta: 12/03/2005.
- Mumtaz, S. (2000). Factors affecting teachers' use of information and communication technology. A review of the literature. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 9(3), 319-341.
- Salinas, J. (2008). Modelos didácticos en los campus virtuales universitarios: Patrones metodológicos generados por los profesores en procesos de enseñanza-aprendizaje en entornos virtuales [research report]. MEC. [Accessed: 21 December 2012]. <<http://138.4.83.162/mec/ayudas/repositorio/20080530122028EA2007-0121-memoria.pdf>>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22.
- Somekh, B. (2006). *Pedagogy and learning with ICT*. London: Routledge.
- Somekh, B. (2008). Factors affecting teachers' pedagogical adoption of ICT. En J. Voogt, J. & Knezek, G. (2008) (Eds.), *International Handbook of Information, Technology in Primary and Secondary Education* (449-460). New York: Springer.
- Stake, R. E. (1998): *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Trigwell, K. (2002). Approaches to teaching design subjects: a quantitative analysis, *Art, Design and communication in Higher Education*, 1, 69-80.
- Verret, M. (1975). *Le temps des études*. Paris: Librairie Honoré Champion.
- Vygotsky, I. (1972). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.
- Webb, M. y Cox, M. J. (2004). A review of pedagogy related to information and communications technology. *Technology, Pedagogy and Education*, 13, 235-286.
- Wilson, S. M.; Shulman, L. S. y Richert, A. E. (1987). '150 different ways' of knowing: Representations of knowledge in teaching. En J. Calderhead (Ed.), *Exploring Teacher Thinking*. London: Cassell, 104-124.

ANEXO

Claves de las observaciones, entrevistas y materiales usados para la recogida de datos:

Tipo documento	Fecha	Clave
Observación clase expositiva	26-IV-2010	SE1
Observación clase expositiva	27-IV-2010	SE2
Observación clase expositiva	3-V-2010	SE3
Observación clase expositiva	4-V-2010	SE4
Observación clase expositiva	10-V-2010	SE5
Observación clase expositiva	11-V-2010	SE6
Observación clase expositiva	18-V-2010	SE7
Observación clase práctica	29-IV-2010	SP1
Observación clase práctica	6-V-2010	SP2
Observación clase práctica	20-V-2010	SP3
Observación clase práctica	27-V-2010	SP4
Entrevista biográfica	29-VII-2010	E1
Entrevista estimulación recuerdo	3-XI-2010	E2
Entrevista final	26-V-2011	E3
Material xid-25886_1.pdf 13 diapositivas de título: <i>Actividad cooperativa: puzzle</i>	-	PDF1
Material 01_UML_intro.pdf: 29 diapositivas de título <i>1. INTRODUCCIÓN AL UML</i>	-	PDF2
Material 02_UML_diagramas.pdf 15 diapositivas de título <i>2. DIAGRAMAS</i>	-	PDF3
Material 03_UML_diagramas_de_casos_de_uso.pdf 24 diapositivas de título <i>3. DIAGRAMAS DE CASOS DE USO</i>	-	PDF4
Material 04_UML_diagramas_de_clases.pdf 31 diapositivas de título <i>4. DIAGRAMAS DE CLASES</i>	-	PDF5
Material 05_UML_diagramas_de_interaccion.pdf 24 diapositivas de título <i>5. DIAGRAMAS DE INTERACCIÓN</i>	-	PDF6
Material 06_UML_modelado_estructural_avanzado.pdf 53 diapositivas de título <i>6. MODELADO ESTRUCTURAL AVANZADO</i>	-	PDF7
Material 07_patrones_intro.pdf 26 diapositivas de título <i>PATRONES DE DISEÑO</i>	-	PDF8
Material 08_patrones_estructurales.pdf 45 diapositivas de título <i>PATRONES ESTRUCTURALES</i>	-	PDF9
Material 09_patrones_comportamiento.pdf 40 diapositivas de título <i>PATRONES DE COMPORTAMIENTO</i>	-	PDF10
Material 10_patrones_creacion.pdf 16 diapositivas de título <i>PATRONES DE CREACIÓN</i>	-	PDF11
Material XestionOrganizacionCongreso.pdf 3 páginas de un documento de texto titulado <i>Resumo</i>	-	PDF12
Material AnaliseSXC.pdf 2 páginas de un documento de texto titulado <i>Deseño dun Sistema de Xestión dun Congreso</i>	-	PDF13
Material DesenhoSXC.pdf 1 página de un documento de texto titulado <i>Deseño dun Sistema de Xestión dun Congreso</i>	-	PDF14
Material DocumentacionDOO_1.pdf 4 páginas de un documento de texto titulado <i>Propósito da Documentación Software</i>	-	PDF15
Material PatronsGRASP.pdf 2 páginas de un documento de texto titulado <i>Patróns GRASP</i>	-	PDF16
Material PatronsProxecto.pdf	-	PDF17

Tipo documento	Fecha	Clave
2 páginas de un documento de texto titulado <i>Patrones no Deseño dun Software de Xestión dun Congreso</i>		
Material RequisitosSXC.pdf 4 páginas de un documento de texto titulado <i>Requerimentos</i>	-	PDF18
Material premios_calidade.pdf 12 diapositivas de título: <i>VI Premios á calidade lingüística / IV Premios á excelencia lingüística</i>	-	PDF19
Material StarUML_UserGuide.pdf 247 páginas de la <i>Guía de Usuario en inglés de la plataforma de modelado de software StarUML 5.0.</i>	-	PDF20
Material UML_2_0.pdf 709 páginas de un <i>Manual sobre el lenguaje de programación UML</i>	-	PDF21
Guía docente de la materia (en formato PDF)	-	PDF22

Artículo concluido el 26 de Julio de 2013

Cita del artículo:

Gewerc, A.; Pernas, E.; Varela, J. (2013). Conocimiento tecnológico-didáctico del contenido en la enseñanza de Ingeniería Informática: un estudio de caso colaborativo con la perspectiva del docente y los investigadores. *Revista de Docencia Universitaria. REDU*. Vol. 11, Número especial dedicado a *Engineering Education*, pp. 349-374. Recuperado el (fecha de consulta) en <http://red-u.net>

Acerca de la autora y autores



Adriana Gewerc Barujel

Universidad de Santiago de Compostela

Departamento de Didáctica y Organización Escolar

Mail: adriana.gewerc@usc.es

Profesora Titular del Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Integrante del grupo de investigación STELLAE de la Universidad de Santiago de Compostela (GI-1439). Su línea de investigación está centrada en la tecnología educativa relacionada con la enseñanza, la formación de profesores y la organización educativa. Ha coordinado y participado en proyectos de investigación I+D+i, dirigido tesis doctorales y escrito artículos y libros sobre estas temáticas. Es coordinadora de la Red Iberoamericana UNISIC (Universidad y Sociedad de la Información y el Conocimiento), y participa activamente de otras redes internacionales como network 16 de la EERA (*European Educational Research Association*); e-Portfolios, coordinada por la UOC; REUNI+D (Red Universitaria de Investigación e Innovación Educativa y TELGALICIA (Tecnología e-learning Galicia). Ha sido vicepresidenta de RUTE (Red Universitaria de

Tecnología Educativa) desde su nacimiento hasta el año 2012.



Eulogio Pernas Morado

Universidad de Santiago de Compostela

Departamento de Didáctica y Organización Escolar

Mail: eulogio.pernas@usc.es

Profesor Titular del Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Líneas de investigación: nuevas tecnologías aplicadas a la educación, entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje y medios y recursos didácticos, formación del profesorado.

Maestro y licenciado en Filosofía y Ciencias de la Educación, en el año 1991. Miembro del Grupo de Investigación STELLAE (GI-1439). Actualmente ejerce su labor docente como Profesor Titular de E. U. de la USC. Imparte, en la Facultad de Ciencias de la Educación, la asignatura "Escuela, comunidad y TIC" (en el Grado de Maestro en Educación Primaria) y "Procesos de Mejora y usos de las TIC" (en el Grado de Maestro en Educación Infantil). Es Director de la revista Innovación Educativa, editada conjuntamente por el Departamento de Didáctica y Organización Escolar y el Instituto de Ciencias de la Educación, y publicada por el Servicio de publicaciones e intercambio científico de la USC. Autor de diversos artículos, libros y otras publicaciones en torno a temas relacionados con tecnología educativa.



José Varela Pet

Universidad de Santiago de Compostela

Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos-Departamento de Electrónica y Computación

Laboratorio de Sistemas - Instituto de Investigaciones Tecnológicas

Mail: jose.varela.pet@usc.es

Líneas de investigación: Tecnologías de la Información Espacial, Infraestructuras de Datos Espaciales

Licenciado en Ciencias Físicas por la USC en 1995, obtuvo su doctorado por la misma Universidad en el año 2002. Es Profesor contratado doctor del área de conocimiento de Lenguajes y Sistemas Informáticos del Departamento de Electrónica y Computación de la USC desde el curso 2003/2004. Ha dirigido más de 20 Proyectos Fin de Carrera y Trabajos de Fin de Grado. Actualmente es el coordinador del Grado en Ingeniería Informática. Pertenece al Laboratorio de Sistemas (grupo de investigación GI-1893) del *Instituto de Investigaciones Tecnológicas*, centrando su actividad en el campo de los

sistemas de información espacial. Coautor de 18 publicaciones científicas, ha participado en 10 proyectos de investigación (dos de ellos, como investigador principal) y ha colaborado en más de 100 actividades de transferencia tecnológica.