



# El conocimiento tecnológico y tecnopedagógico en la enseñanza de las ciencias en la universidad. Un estudio descriptivo

## The technological and technological pedagogical knowledge in the science teaching at the university. A descriptive study

Carlos Marcelo García  
Catedrático de Universidad  
marcelo@us.es

Carmen Yot Domínguez  
Profesora Sustituta Interina  
carmenyot@us.es

Victor Hugo Perera Rodríguez  
Profesor Ayudante Doctor  
vhperera@us.es

*Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla.*

**RESUMEN:** La investigación sobre el conocimiento pedagógico del contenido (PCK) ha representado en estas últimas décadas una mirada nueva para comprender cómo se produce el conocimiento profesional docente. En los últimos años, con la aparición de las tecnologías digitales, se requiere una revisión del PCK para incorporar nuevos componentes del conocimiento que las tecnologías proponen. El estudio que presentamos aborda el análisis del conocimiento de la tecnología para enseñar y el conocimiento tecnopedagógico del profesorado del área de ciencias de las universidades andaluzas. El diseño de la investigación es descriptivo, tipo survey. Se ha creado el *inventario de actividades de aprendizaje con tecnologías en la universidad*, que fue respondido por 197 docentes universitarios. Los resultados revelan un pobre conocimiento de la tecnología así como pedagógico de la tecnología. La variedad de tecnologías que se es capaz de incorporar a la práctica docente es reducida y las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías que se es capaz de diseñar son principalmente asimilativas.

**PALABRAS CLAVE:** universidad; conocimiento pedagógico del contenido; conocimiento tecnológico; conocimiento tecnopedagógico; actividades de aprendizaje.

**ABSTRACT:** Research on the Pedagogical Content Knowledge (PCK) has represented in the last decades a new look to understand how teacher professional knowledge is produced. In recent years, with the emergence of digital technologies, the revision of the PCK is required to incorporate new components that technologies proposed. The study we are presenting deals with knowledge of technology for education and technological pedagogical knowledge of science teachers at the Andalusian universities. The design of the research is descriptive, survey. We created the Inventory of Learning Activities with Technologies at the University, which was answered by 197 university teachers. The results reveal a poor knowledge both on technology and pedagogical methods. The variety of technologies that teachers know is reduced and the learning activities based on technologies are mainly assimilative.

**KEYWORDS:** university; pedagogical content knowledge; technological knowledge; technological pedagogical knowledge; learning activities.

Recepción: marzo 2015 • Aceptación: febrero 2016 • Publicación: junio 2016

Marcelo García, C., Yot Domínguez, C., Perera Rodríguez, V. H., (2016) El conocimiento tecnológico y tecnopedagógico en la enseñanza de las ciencias en la universidad. Un estudio descriptivo. *Enseñanza de las Ciencias*, 34.2, pp. 67-86

## INTRODUCCIÓN

Hace casi treinta años, una propuesta realizada por Lee Shulman (1986) vino a transformar la forma de entender la formación de los docentes, así como el proceso de desarrollo de la práctica de aula. Él fue quien acuñó el término *pedagogical content knowledge* (PCK) para referirse a la necesidad de que los profesores edificaran puentes entre el significado del contenido curricular y la construcción realizada por los estudiantes de ese mismo significado. Afirmaba que

los profesores llevan a cabo esta hazaña de honestidad intelectual mediante una comprensión profunda, flexible y abierta del contenido; comprendiendo las dificultades más probables que tendrán los estudiantes con estas ideas [...]; comprendiendo las variaciones de los métodos y modelos de enseñanza para ayudar a los estudiantes en su construcción del conocimiento y estando abiertos a revisar sus objetivos, planes y procedimientos en la medida en que se desarrolla la interacción con los estudiantes. Este tipo de comprensión no es exclusivamente técnica, ni solamente reflexiva. No es solo el conocimiento del contenido, ni el dominio genérico de métodos de enseñanza. Es una mezcla de todo lo anterior y es principalmente pedagógico (Shulman, 1992: 12).

En un artículo publicado por uno de los autores de este texto (Marcelo García, 1993) se traducía el concepto PCK por «conocimiento didáctico del contenido» (CDC) ya que, en nuestro ámbito, lo pedagógico asumía connotaciones más generales y teóricas que las que el PCK tenía. El CDC se vincula con cómo los profesores consideran que hay que ayudar a los estudiantes a comprender un determinado contenido (Nilsson, 2014). Incluye el conocimiento de las formas de representar y formular el contenido para hacerlo comprensible a los demás (Shulman, Wilson y Richert, 1987), así como un conocimiento sobre lo que hace fácil o difícil su aprendizaje y las preconcepciones que los estudiantes de diferentes edades y procedencias tienen acerca de los contenidos (Borko y Putnam, 1996).

El modelo a partir del cual se explica el CDC, en el ámbito de las ciencias, ha sido uno de los más utilizados para analizar el conocimiento docente (Aydin y Boz, 2012; Fischer, Borowski y Tepner, 2012). El CDC ha sido abordado no como una categoría independiente de los otros tipos de conocimientos que se citan (Abell, 2008), sino integrado y formando «una amalgama de contenidos y pedagogía que es único en los docentes» (Shulman, 1986: 8), característica que lo hace diferente del conocimiento que puedan tener otros profesionales.

Desde los pioneros trabajos de Shulman se han venido produciendo grandes cambios en lo que respecta a la concepción del conocimiento de los docentes, así como a la orientación de la enseñanza y el aprendizaje y el papel del profesor. Un elemento catalizador de los cambios actuales han sido las nuevas tecnologías digitales. Podríamos argumentar que tradicionalmente los docentes han venido utilizando tecnologías: la pizarra, los mapas, el microscopio, las figuras geométricas de madera, etc. Estas eran caracterizadas por su estabilidad (no cambiaban o cambiaban poco a lo largo de los años), su transparencia (el docente sabía cómo funcionaban) y su especificidad (cada una servía para un objetivo concreto). Sin embargo, hoy las tecnologías resultan algo más complejas de comprender y utilizar, ya que son versátiles (se pueden utilizar de diferentes formas y con distintos objetivos), inestables (cambian con mucha rapidez, lo que pone de manifiesto que el conocimiento requerido para aprender a utilizarlas nunca es suficiente y los profesores han de estar continuamente aprendiendo) y opacas en su funcionamiento interno (¿quién sabe lo que pasa dentro del disco duro de un ordenador?) (Koehler y Mishra, 2008).

Llama la atención que, ni en el modelo de Shulman ni en los que posteriormente se han desarrollado, las tecnologías no se citen como un elemento destacado del conocimiento profesional docente. Es a partir de la década pasada cuando se comienza a comprender que, para que la tecnología se convierta en herramienta de enseñanza-aprendizaje en las aulas, los docentes necesitan, además de un profundo CDC, el conocimiento sobre qué tecnologías son más adecuadas en relación con la materia que ense-

ñan y cómo la enseñan. Más concretamente, les es necesario un conocimiento integrado de diferentes dominios de conocimiento, que se ha denominado conocimiento tecnopedagógico del contenido (TPACK, inicialmente TPCK) (Niess, 2005, 2006).

Mishra y Koehler (2006) nos han facilitado el modelo más aceptado actualmente para representar la relación que hoy día percibimos entre el conocimiento que los profesores poseen de la materia que enseñan, de la pedagogía y de las tecnologías. Según este modelo, el conjunto de conocimientos (Thompson y Mishra, 2007) que los docentes han de poseer queda constituido por los que siguen:

- Conocimiento del contenido o dominio de la materia que debe ser aprendida o enseñada.
- Conocimiento pedagógico o comprensión acerca de los procesos y estrategias de enseñanza y aprendizaje.
- Conocimiento didáctico del contenido, CDC.
- Conocimiento tecnológico o disposición de habilidades para operar con las tecnologías.
- Conocimiento tecnopedagógico o reconocimiento de cómo la tecnología sirve a diferentes finalidades didácticas.
- Conocimiento tecnológico del contenido o reconocimiento de qué tecnologías son más oportunas para facilitar el aprendizaje del contenido.
- Conocimiento tecnopedagógico del contenido, TPACK (Koehler y Mishra, 2005, 2008).

Cox y Graham (2009), en un intento por clarificar la conceptualización de cada uno de los anteriores constructos y las delimitaciones entre ellos, ofrecen una definición precisa que destaca las características de cada uno. Lo relevante es enfatizar que el TPACK es una modalidad de conocimiento en sí mismo que se nutre de los restantes conocimientos (Koehler, Mishra, Kereluik *et al.*, 2014). Por otra parte, Doering, Veletsianos y Scharber (2009) y Hechter, Phylfe y Vermette (2012) nos ayudan a comprender que el TPACK puede manifestarse de diferente forma en distintas condiciones contextuales, puesto que existe oscilación en la relevancia de cada tipo de conocimiento a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje en tanto que estos fluctúan, en lugar de permanecer estáticos, dependiendo del contexto y la propia práctica.

El TPACK se ha configurado como una evolución del PCK que incorpora el componente tecnológico. Su éxito ha residido en que ha permitido insertar las tecnologías dentro del discurso pedagógico, algo que en demasiadas ocasiones no ha ocurrido: ha venido imperando un discurso tecnocéntrico de la incorporación de las tecnologías en la práctica docente. Lo que ha generado un enorme interés entre los investigadores educativos. Abbit (2011) y Koehler, Shin y Mishra (2012) han revisado los métodos e instrumentos que se han venido usando para describir, analizar o evaluar el TPACK del docente. Entre estos, las escalas han tenido una gran aceptación. Pamuk, Ergun, Cakir *et al.* (2013) o Horzum, Akgün y Öztürk (2014) han producido sus propias escalas. No obstante, es la desarrollada por Schmidt, Baran, Thompson *et al.* (2009) la que ha sido más veces adaptada para diferentes contextos (Giannakos, Doukakis, Pappas *et al.*, 2014; Zekowski, Gleason, Cox y Bismarck, 2013). Después de una revisión detallada de todas ellas, constatamos que son útiles para que los docentes manifiesten qué saben o saben hacer, pero no toman en consideración lo que realmente hacen en la práctica. Otras escalas sirven al objeto de recoger el nivel de confianza que poseen los profesores en cada componente del TPACK (Graham, Burgoyne, Cantrell *et al.*, 2009). Ese es el caso del *TPACK Confidence Survey* de Albion, Jamieson-Proctor y Finger (2010), en el que se someten a valoración, en un gradiente de menor a mayor confianza en el conocimiento para su implementación, los ítems que pertenecían a un instrumento previo (Jamieson-Proctor, Watson y Finger, 2003) y cuya funcionalidad era medir el nivel de integración de las tecnologías en el currículo. Estos ítems estaban centrados exclusivamente en la actividad del alumnado («In my class, students use ICTs to...»). Sin embargo, se sostuvo que, al pedirles a los profesores indicar con qué frecuencia los estudiantes utilizaban tecnologías para cada ac-

tividad de aprendizaje, el instrumento medía indirectamente el conocimiento de tecnología de los docentes. A menos que los docentes no tuviesen un nivel razonable de conocimiento de la tecnología, los estudiantes no serían capaces de asumir las actividades descritas por los ítems. Además, al expresar que los estudiantes utilizaban las tecnologías para esas actividades, los profesores también reflejaban tener el conocimiento pedagógico necesario para facilitar el aprendizaje de los estudiantes con tecnologías.

## MÉTODO

En esta investigación nos hemos propuesto analizar el conocimiento tecnológico y tecnopedagógico que poseen profesores universitarios del área de ciencias (Biología, Geología, Matemáticas, Química y Física), dada la importante relevancia que estos dos componentes tienen en el conjunto del TPACK y que se confirma en aportaciones como las de Lin, Wang y Lin (2012). En línea con los estudios de Albion, Jamieson-Proctor y Finger (2010), para ello tomamos como eje de análisis las actividades de aprendizaje con tecnologías que diseñan e implementan los docentes de estas especialidades. Entendemos que son las actividades de aprendizaje las que mejor sirven para comprender las orientaciones de los docentes acerca de la incorporación de las tecnologías. El problema de investigación que nos planteamos es: ¿qué nivel de conocimientos (de las tecnologías para la enseñanza y tecnopedagógicos) manifiestan los docentes universitarios de la rama de ciencias en función de las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías que desarrollan?

### El inventario de actividades de aprendizaje con tecnologías en la universidad

Para dar respuesta a esta pregunta analizamos los diferentes métodos que se habían desarrollado al abordar el TPACK e hicimos una revisión de los instrumentos que ya estaban disponibles. Hallamos que entre los métodos más aplicados se encontraban las medidas de autoinformes (*self-report measures*) (Koehler, Shin y Mishra, 2012) y que ningún instrumento de los que se venían utilizando se ajustaba a nuestra finalidad por diferentes motivos. Esencialmente, ninguno permitía valorar el nivel de uso de diferentes actividades de aprendizaje basadas en tecnologías para llegar a la comprensión del conocimiento docente.

De acuerdo con los estudios precedentes, el diseño de la investigación es descriptivo, tipo encuesta (survey). Desarrollamos el *inventario de actividades de aprendizaje con tecnologías en la universidad* (IA-ATU). Este consta de 36 ítems. Cada uno de estos ítems hace referencia a una actividad de aprendizaje concreta y de diferente tipo, a saber: asimilativas, gestión de la información, comunicativas, productivas, experienciales y evaluativas. Estas actividades pueden darse en el contexto del aula o no, así como pueden requerir la participación activa del alumnado o no. Pero en todas hay presencia de tecnologías digitales. Además, los ítems representan actividades de aprendizaje con diferente nivel de complejidad.

Cada uno de los ítems debía ser valorado del 1 al 6 sobre una doble escala tipo Likert: una referida a la frecuencia con la que se llevan a cabo (nivel de uso) y otra al grado en que el docente se siente seguro cuando implementa la actividad (nivel de confianza).

El inventario fue sometido a un proceso de validación de expertos. En total 16 docentes de distintas universidades y áreas del conocimiento revisaron el inventario, expresaron su grado de acuerdo con cada afirmación y aportaron sugerencias que debían ser consideradas.

Una vez que dispusimos de su versión final, el inventario fue implementado en el servicio online e-encuestas (<<http://www.e-encuesta.com/answer?testId=1UQ8VZNMMyNM=>>) y fue distribuido a través del correo electrónico a la práctica totalidad de los docentes de las distintas universidades con sede en Andalucía.

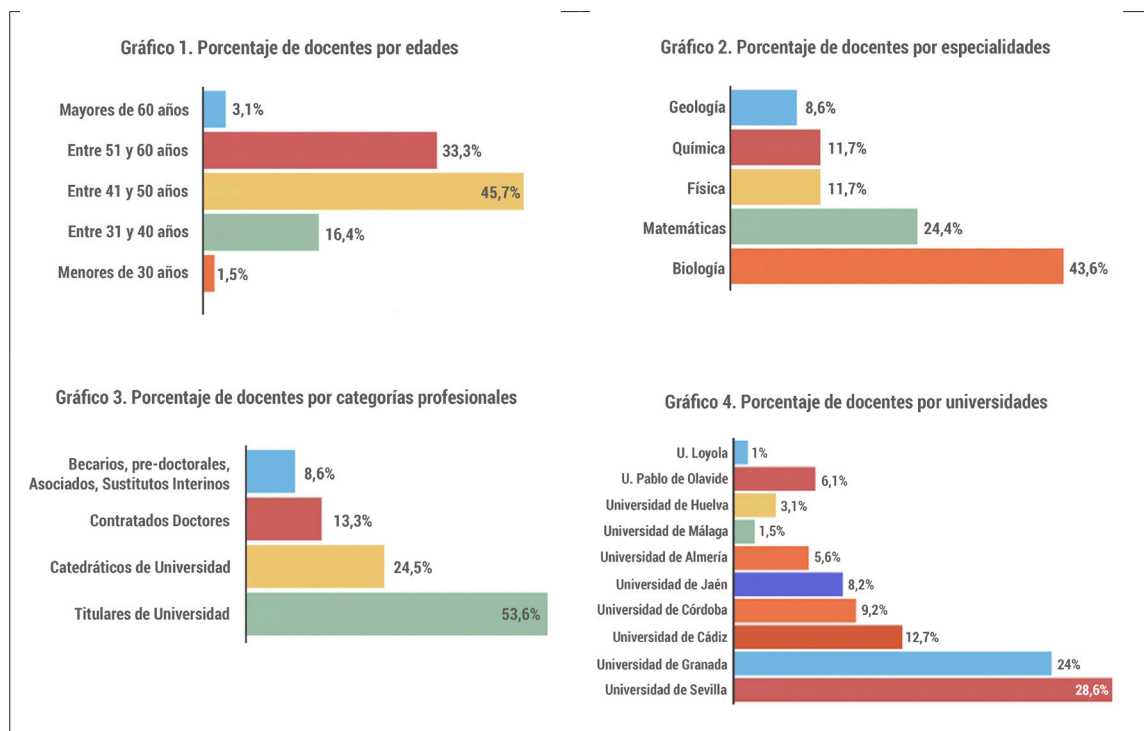
Para medir la fiabilidad del inventario se calculó el coeficiente alfa de Cronbach. El coeficiente para la escala que mide el nivel de uso de cada uno de los ítems es de 0,905.

### Muestra

La población de esta investigación la conforman los profesores universitarios de diez de las universidades andaluzas: nueve públicas y una privada. Excluimos a la Universidad Internacional de Andalucía debido a sus características específicas, ya que no cuenta con profesorado propio. La muestra a la que se consultó para dar respuesta al problema de investigación quedó constituida por los 197 docentes universitarios del área de ciencias que respondieron al inventario. El muestreo fue así incidental.

De ellos, el 61,2% eran hombres y el 38,8% eran mujeres. El 45,7% de los sujetos tenían edades comprendidas entre los 41 y 50 años (véase gráfico 1). El porcentaje acumulado de mujeres fue mayor al de hombres en los tramos de edad inferiores a los 40 años, con un 23,7%, mientras que a partir de esa edad el porcentaje acumulado de hombres fue del 85,7%.

Los docentes universitarios se asociaban a cinco especialidades del área de ciencias, a saber: Geología, Química, Física, Matemáticas y Biología. El 43,6% eran profesores de Biología (véase gráfico 2). Contaban con diferentes categorías profesionales, aunque el 53,6% eran profesores/as titulares de universidad (véase gráfico 3), y se adscribían a distintas universidades andaluzas. El 28,6% de los profesores pertenecían a la Universidad de Sevilla y el 24% a la Universidad de Granada (véase gráfico 4).



## RESULTADOS

Si bien en el IAATU se ha pedido a los docentes universitarios del área de ciencias indicar con qué frecuencia hacen uso de diferentes actividades de aprendizaje basadas en tecnologías en el marco de sus materias, en los análisis que se han efectuado, cuyos resultados se presentan a continuación, lo que se ha abordado es el conocimiento que se infiere de la propia práctica. En la misma línea a como lo plantearon Albion, Jamieson-Proctor y Finger (2010), asumimos que el nivel de uso de las diferentes actividades de aprendizaje con tecnologías nos indica el nivel de conocimientos que los profesores poseen para su puesta en práctica.

### Conocimiento de las tecnologías para la enseñanza en ciencias

En el análisis del conocimiento de las tecnologías para la enseñanza hemos prestado atención a la variedad de tecnologías que los docentes usan y a cómo las usan. Puesto que no preguntamos explícitamente por ello en el IAATU a los profesores, se ha inferido esta información de los propios ítems del inventario. Para ello, se creó un sistema de codificación que nos ha permitido identificar el conjunto total de diferentes tecnologías que se mencionaban en el instrumento así como las acciones particulares que con respecto a la tecnología los docentes debían ejecutar. Después, haciendo uso del software SPSS Statistics, se han calculado las puntuaciones medias ( $M$ ) de cada categoría (tecnologías específicas y acciones diferenciadas que se citaban) y dimensión (grupos de tecnologías que comparten similar funcionalidad o características) del sistema de codificación para tener una pauta inicial de valoración (véase tabla 1). Al interpretar los resultados hemos seguido el siguiente criterio:  $M > 4,5$  (alta competencia),  $2,5 \leq M \leq 4,5$  (competencia media) y  $M < 2,5$  (baja competencia). Y se ha procedido con un análisis del contenido de cada dimensión y categoría para favorecer una comprensión más profunda.

De las once dimensiones consideradas, la que mayor valor medio ha alcanzado es la relativa a internet ( $M = 3,84$ ). El manejo de navegadores, buscadores, repositorios, etc., a través de los cuales esencialmente se puedan localizar, en la web, recursos de diferente formato que reutilizar en la docencia es una de las habilidades de los docentes del área, aunque no sea notoria.

De hecho, tal como se recoge en la tabla 1, los docentes universitarios de ciencias se muestran más competentes en reutilizar ( $M = 3,93$ ) que en crear ( $M = 2,93$ ) sus propios recursos de enseñanza. Aunque sí que disponen de alta competencia en editar presentaciones multimedia con software destinado a ello, como sería PowerPoint ( $M = 5,42$ ), no están familiarizados en la producción de recursos como los vídeos o podcast ( $M = 1,69$ ), los contenidos web ( $M = 1,51$ ) o los mapas conceptuales ( $M = 1,36$ ).

Lo mismo sucede con la utilización de las plataformas de teleformación. Aunque los docentes son capaces de publicar recursos, como los documentos de texto, en una plataforma virtual y configurar tareas en ella, la capacidad global de uso de esta resulta no ser alta ( $M = 2,72$ ) puesto que su potencialidad se hace extensible a saber utilizar también sus herramientas internas de comunicación (correo electrónico, foros, videoconferencias, etc.) y de evaluación (rúbricas, exámenes, etc.) y esto no es del dominio docente.

Por otra parte, los profesores saben trabajar con diferentes recursos digitales, especialmente con los documentos de texto ( $M = 4,64$ ) y en menor medida con las animaciones ( $M = 4,01$ ), las presentaciones ( $M = 3,95$ ), las infografías ( $M = 3,22$ ) o los vídeos ( $M = 3,18$ ). Específicamente, tienen cierta habilidad en reproducir los de formato audiovisual para su visionado ( $M = 3,48$ ). En cambio, es bajo el nivel de conocimiento de los docentes universitarios de ciencias para el uso de otros recursos de enseñanza-aprendizaje más inmersivos, como la realidad aumentada ( $M = 1,22$ ), los simuladores virtuales ( $M = 1,53$ ) o los laboratorios remotos ( $M = 1,23$ ).

La tercera de las dimensiones más relevante es la referida a las herramientas de comunicación (correo electrónico, foro, chat, etc.). Respecto de estas cabe decir que los docentes universitarios de ciencias disponen de mayor habilidad en su utilización ( $M = 2,91$ ) que en el uso de las propias de la web 2.0, como serían las wikis, los blogs y las redes sociales ( $M = 1,88$ ), y que también favorecen la interacción con y entre el alumnado. No obstante, los docentes muestran mayor dominio del chat ( $M = 3,28$ ) y el correo electrónico ( $M = 3,28$ ), e incluso de la videoconferencia ( $M = 2,89$ ), que del foro ( $M = 2,22$ ).

Por último, queremos destacar que las capacidades para el uso de los dispositivos móviles y de las aplicaciones que pueden ejecutarse en estos con carácter formativo quedan fuera del marco de conocimientos de los docentes. Así, la dimensión referida a las apps es la que ha alcanzado menor valor medio del total ( $M = 1,34$ ).

Tabla 1.  
Sistema de categorías referente al conocimiento de la tecnología

| <i>Dimensión</i>                 | <i>Categoría</i>                        | <i>Media de la categoría</i> | <i>Media de la dimensión</i> |
|----------------------------------|---|------------------------------|------------------------------|
| Internet                         | Navegadores, buscadores, repositorios   | 3,84                         | 3,84                         |
| Recursos de texto o audiovisual  | Contenidos web                          | 1,51                         | 3,04                         |
|                                  | Documentos de texto                     | 4,64                         |                              |
|                                  | Mapas conceptuales                      | 2,13                         |                              |
|                                  | Infografías                             | 3,22                         |                              |
|                                  | Presentaciones                          | 3,95                         |                              |
|                                  | Videos                                  | 3,18                         |                              |
|                                  | Animaciones                             | 4,01                         |                              |
|                                  | Podcast                                 | 1,69                         |                              |
| Herramientas de comunicación     | Chat                                    | 3,28                         | 2,91                         |
|                                  | Sistema de videoconferencias, webminars | 2,89                         |                              |
|                                  | Foros de discusión                      | 2,22                         |                              |
|                                  | Correo electrónico                      | 3,28                         |                              |
| Software de creación             | De presentaciones                       | 5,42                         | 2,63                         |
|                                  | De audio-vídeo                          | 1,69                         |                              |
|                                  | De contenidos web                       | 1,51                         |                              |
|                                  | De mapas conceptuales                   | 1,36                         |                              |
|                                  | Otro, específico                        | 3,15                         |                              |
| Herramientas de evaluación       | Exámenes, tareas LMS                    | 3,37                         | 2,45                         |
|                                  | e-portfolio                             | 1,77                         |                              |
|                                  | e-rúbricas                              | 2,2                          |                              |
| Herramientas de formación online | Cursos MOOCs, Open CourseWare           | 2,12                         | 2,42                         |
| Software de gestión              | De análisis de datos                    | 3,63                         | 2,36                         |
|                                  | De gestión de citas                     | 1,68                         |                              |
|                                  | De control antiplagio                   | 1,77                         |                              |
| Software social                  | Wikis o similar (Google Drive, Dropbox) | 2,19                         | 1,88                         |
|                                  | Blogs                                   | 1,88                         |                              |
|                                  | Redes sociales                          | 1,59                         |                              |

| <i>Dimensión</i>                   | <i>Categoría</i>                                       | <i>Media de la categoría</i> | <i>Media de la dimensión</i> |
|------------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Recursos interactivos o inmersivos | Realidad aumentada                                     | 1,22                         | 1,7                          |
|                                    | Simuladores virtuales                                  | 1,53                         |                              |
|                                    | Autoevaluaciones                                       | 2,82                         |                              |
|                                    | Laboratorios remotos                                   | 1,23                         |                              |
| Equipamiento                       | Grabadora, cámara de vídeo                             | 1,69                         | 1,65                         |
|                                    | Laboratorios remotos, realidad aumentada, simulaciones | 1,33                         |                              |
|                                    | Pizarra digital interactiva y complementos             | 1,21                         |                              |
|                                    | Dispositivo móvil                                      | 1,37                         |                              |
| Apps                               | De comunicación  | 1,59                         | 1,34                         |
|                                    | De sondeos   | 1,1                          |                              |
|                                    | Learning Management System (plataforma)                | 2,72                         |                              |
| Acción                             | Crear recursos   | 2,93                         |                              |
|                                    | Reutilizar recursos                                    | 3,93                         |                              |
|                                    | Poner disponible recursos                              | 2,69                         |                              |
|                                    | Reproducir recursos                                    | 3,48                         |                              |
|                                    | Manejar equipamiento                                   | 1,28                         |                              |
|                                    | Utilizar herramienta                                   | 2,72                         |                              |
|                                    | Utilizar app   | 1,42                         |                              |
|                                    | Utilizar software social                               | 1,59                         |                              |
|                                    | Usar otro software                                     | 1,77                         |                              |
|                                    | Explicar   | 3,58                         |                              |
|                                    | Demandar su uso  | 2,53                         |                              |

### Conocimiento tecnopedagógico en ciencias

A continuación, se describen los resultados del análisis efectuado acerca del conocimiento tecnopedagógico de los docentes universitarios del área de ciencias. Este, en un primer momento, se ha tratado de un análisis exploratorio realizado sobre los datos directamente obtenidos con el IAATU. Se ha utilizado la estadística descriptiva univariable (esencialmente, la media) y nos hemos servido del mismo modo que para el anterior del software SPSS Statistics.

Para facilitar la exposición de los hallazgos hemos clasificado las diferentes actividades de aprendizaje basadas en tecnologías por tipos (asimilativas, de gestión de la información, comunicativas, productivas, experienciales y evaluativas). Aprovechando el esfuerzo de clasificación y buscando ampliar nuestro examen, se ha calculado por encuestado la frecuencia con la que hacen uso de cada uno de los tipos de actividades. Atendiendo a ellas, se ha podido conocer la frecuencia media de uso de las distintas clases de actividades y con ello ahondar en las diferencias existentes en sus niveles de conocimiento. Pero además se ha podido abordar si existen diferencias significativas en el conocimiento de cada uno de los tipos en función del sexo, edad, categoría profesional, universidad y especialidad de los encuestados al aplicar las pruebas U de Mann-Whitney para la variable sexo y H de Kruskal Wallis para el resto, siempre con nivel de significancia de 0,05.

Las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías que se consideran bajo la tipología de *asimilativas* son aquellas actividades en las que los docentes buscan promover la comprensión del alumnado acerca de determinados conceptos o ideas bien por medio de su propio discurso en el aula apoyándose en las tecnologías, como serían los multimedia o la pizarra digital interactiva (PDI), o bien con recur-



sos digitales que seleccionan y ponen a disposición del alumnado en la web o en la plataforma virtual de la institución (véase tabla 2).

El nivel de conocimiento de los docentes respecto de esta modalidad de actividades es intermedio ( $M = 2,83$ ). No obstante, la competencia de los profesores no es igual para las diferentes actividades de tipo asimilativas. Así, llega a ser alta en el caso de las relativas a: «utilizar presentaciones creadas con algún software durante la exposición magistral para mostrar a los estudiantes conceptos e ideas relacionados con los contenidos de las materias» ( $M = 5,42$ ) y «seleccionar documentos de texto y ponerlos a disposición de los estudiantes en la plataforma virtual con el fin de que su lectura mejore la comprensión de los contenidos de las asignaturas» ( $M = 4,64$ ). El 85,5% de los docentes reconocieron implementar con mucha asiduidad en sus clases la primera de las actividades, mientras que el 62,7% de los profesores afirmaron que, con la misma frecuencia, desarrollaban la segunda.

Les siguen con grado medio de habilidad ( $2,5 \leq M \leq 4,5$ ) otras como las de «poner disponibles, en la plataforma virtual, demostraciones y simulaciones para ampliar la información que los estudiantes reciben» ( $M = 4,42$ ) o «mostrar simulaciones, demostraciones o ejemplos basados en recursos digitales durante la exposición magistral para aclarar determinados conceptos» ( $M = 4,06$ ). Mientras el conocimiento es bajo ( $M < 2,5$ ) en lo referido a: «utilizar la PDI para facilitar la comprensión de conceptos e ideas relacionados con los contenidos de las asignaturas» ( $M = 1,31$ ), «utilizar sistemas de videoconferencias cuando no puede estar presente en el aula con los estudiantes o bien para que intervenga algún profesor invitado» ( $M = 1,24$ ), «facilitar vídeos o audios elaborados por el docente para apoyar una explicación» ( $M = 1,69$ ) o «diseñar contenidos online con herramientas de autor para que los estudiantes puedan seguirlos a través de la plataforma virtual» ( $M = 1,51$ ).

Atendiendo a la puntuación media que alcanza el conocimiento para este tipo de actividades en las distintas especialidades del área de ciencias, encontramos que los profesores de Geología ( $M = 3,23$ ), Química ( $M = 2,89$ ) y Biología ( $M = 2,86$ ) tienen un nivel de conocimiento tecnopedagógico en actividades de tipo asimilativas ligeramente superior a la media, pero sin llegar a ser alto. El ANOVA no paramétrico determinó que no se dan diferencias en el nivel de conocimiento de acuerdo con la especialidad de los sujetos. Como puede observarse en la tabla 8, tampoco encontramos diferencias en función del sexo y edad de los encuestados ni de la universidad a la que pertenecen, ya que los niveles de significación obtenidos son mayores de 0,05. Sin embargo, sí que existen diferencias atendiendo a la categoría profesional.

Tabla 2.  
Media de las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías de tipo asimilativas

| <i>Ítems</i>   | <i>Media de los ítems</i> | <i>Media del tipo de actividad</i> |
|--|---------------------------|------------------------------------|
| 1. Utilizar presentaciones multimedia creadas con algún software durante la exposición magistral                 | 5,42                      | 2,83                               |
| 2. Utilizar la PDI durante la exposición magistral   | 1,31                      |                                    |
| 3. Mostrar simulaciones, demostraciones o ejemplos basados en recursos digitales durante la exposición magistral | 4,06                      |                                    |
| 4. Utilizar segmentos de vídeos de internet durante la exposición magistral                                      | 3,08                      |                                    |
| 5. Utilizar sistemas de videoconferencias para exposiciones del propio docente o de otros expertos               | 1,24                      |                                    |
| 6. En la plataforma, poner demostraciones disponibles o simulaciones   | 4,42                      |                                    |
| 7. En la plataforma, facilitar grabaciones de vídeo o audio realizadas por el propio docente                     | 1,69                      |                                    |
| 8. Diseñar contenidos online con herramientas de autor para su lectura   | 1,51                      |                                    |
| 9. Seleccionar documentos de texto y ponerlos a disposición en la plataforma para su lectura                     | 4,64                      |                                    |
| 21. Distribuir noticias, informaciones, novedades, etc., a través de redes sociales                              | 1,64                      |                                    |
| 27. En la plataforma, ofrecer cursos online, conferencias y otras actividades académicas abiertas                | 2,12                      |                                    |

Como *gestión de la información* se agrupan aquellas otras actividades de aprendizaje en las que se requiere que el alumnado busque o contraste una determinada información, que establezca relaciones a partir de ella o que realice algún análisis. Y esto por medio de los navegadores y buscadores de internet, los mapas conceptuales digitales o el software de análisis de datos (véase tabla 3).

Igual que sucedía con el tipo anterior, el nivel de conocimiento tecnopedagógico de esta clase de actividades es intermedio ( $M = 2,92$ ), aunque no para todas las actividades los docentes demuestran el mismo dominio. Los profesores tienen mayor conocimiento para «diseñar actividades de análisis cuantitativo o cualitativo de datos con software específico para ello» ( $M = 3,63$ ) que para «utilizar mapas conceptuales creados con algún software específico para ayudar a los estudiantes a comprender la estructura y relaciones entre conceptos» ( $M = 1,36$ ).

Nuevamente los profesores que demuestran mayor conocimiento para este grupo de actividades pertenecen a la especialidad de Geología ( $M = 3,5$ ), aun cuando sin alcanzar el nivel superior. En oposición, hallamos que existen diferencias significativas en el grado de conocimiento en función de la categoría profesional de los docentes y de la universidad a la que se encuentran afiliados (véase tabla 8).

Tabla 3.  
Media de las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías de tipo gestión de la información

| <i>Ítems</i>  | <i>Media de los ítems</i> | <i>Media del tipo de actividad</i> |
|---|---------------------------|------------------------------------|
| 10. Enseñar a comprobar la veracidad de la información que se busca en internet                               | 3,58                      | 2,92                               |
| 11. Utilizar mapas conceptuales para ayudar a comprender la estructura y relaciones entre conceptos           | 1,36                      |                                    |
| 12. Diseñar actividades para que se haga análisis cuantitativo o cualitativo de datos con software específico | 3,63                      |                                    |

En las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías *comunicativas* se pide a los alumnos la realización de tareas del tipo comentar, debatir, etc., haciendo uso de las herramientas de comunicación de la plataforma virtual, de herramientas 2.0 como las wikis o de aplicaciones móviles como Whatsapp (véase tabla 4).

De las cinco actividades que componen esta categoría de actividades, destaca aquella que alude al «desarrollo de tutorías online a través de diferentes herramientas de comunicación para atender las consultas o dudas del alumnado». Esta es la única para la que los docentes manifiestan alto nivel de conocimiento ( $M = 4,53$ ). Para el resto de actividades, el conocimiento es bajo, motivo por el que el nivel de competencia demostrado respecto de este tipo de actividades es asimismo bajo ( $M = 2,48$ ).

Las especialidades en las que se da un mayor conocimiento son Geología ( $M = 3$ ), Química ( $M = 2,59$ ) y Biología ( $M = 2,54$ ), llegando sus docentes a lograr el nivel intermedio. Las especialidades en las que menos, siendo el nivel incluso más bajo que el logrado por la categoría, son Matemáticas y Física ( $M = 2,26$ , respectivamente).

En este tipo de actividades no se han encontrado diferencias significativas entre los docentes en función del sexo y la especialidad. Sin embargo, la prueba de H de Kruskal-Wallis nos muestra que sí existen con base a la edad, universidad de procedencia y categoría profesional (véase tabla 8).

Tabla 4.  
Media de las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías de tipo comunicativas

| Ítems  | Media de los ítems | Media del tipo de actividad |
|--|--------------------|-----------------------------|
| 14. Gestionar debates a través de foros de discusión online  | 2,42               | 2,48                        |
| 15. Promover el trabajo colaborativo utilizando herramientas como las wikis, Google Drive, Dropbox, etc.     | 2,19               |                             |
| 16. Desarrollar tutorías online a través de diferentes herramientas de comunicación                          | 4,53               |                             |
| 17. Facilitar la interacción fuera del aula a través de aplicaciones de dispositivos móviles                 | 1,53               |                             |
| 18. Diseñar actividades en las que se tenga que aportar comentarios a través de blogs personales o de grupos | 1,73               |                             |

El cuarto tipo de actividades de aprendizaje basadas en tecnologías que se ha estudiado es el que denominamos *productivas*. Estas son actividades en las que se pide a los estudiantes que creen algún producto, ya sea un texto, una imagen, un plano, un proyecto, una presentación, etc., para lo que han de usar software específico, recursos audiovisuales, etc. (véase tabla 5).

Para la categoría, compuesta por cuatro actividades, el nivel de conocimiento de los docentes es intermedio ( $M = 2,71$ ). Tres de las actividades, de manera particular, adquieren el mismo nivel aunque llega a ser ligeramente superior. La única de las actividades que no lo alcanza es la referida a «solicitar la redacción de informes, ensayos, artículos, etc., utilizando herramientas de gestión de citas» ( $M = 1,68$ ).

Los docentes con mayor nivel de conocimiento tecnopedagógico se encuentran en las especialidades de Geología ( $M = 3,41$ ), Biología ( $M = 2,91$ ) y Química ( $M = 2,83$ ) aunque en ninguno de los casos es alto. Las ramas de Física ( $M = 2,40$ ) y Matemáticas ( $M = 2,12$ ), dada la capacidad para este tipo de actividad manifestada por sus docentes, ocupan nuevamente las últimas posiciones. En el caso de esta modalidad de actividades se producen diferencias significativas en función de la especialidad y de la universidad (véase tabla 8).

Tabla 5.  
Media de las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías de tipo productivas

| <i>Ítems</i>   | <i>Media de los ítems</i> | <i>Media del tipo de actividad</i> |
|--|---------------------------|------------------------------------|
| 19. Organizar actividades en las que se deba producir algún material digital   | 3,15                      | 2,71                               |
| 20. Solicitar la redacción de informes, ensayos, artículos, etc., utilizando herramientas de gestión de citas              | 1,68                      |                                    |
| 22. Proponer actividades de resolución de problemas complejos utilizando recursos digitales                                | 3,06                      |                                    |
| 23. Promover la presentación de los resultados de los trabajos de forma creativa utilizando infografías, presentaciones... | 2,89                      |                                    |

En la categoría *experiencial*, por su parte, se concentran aquellas otras que intentan ubicar al alumnado en un ambiente cercano al ejercicio profesional futuro, bien de forma real o simulada. Son actividades de aprendizaje en las que se pide a los estudiantes que actúen como profesionales resolviendo problemas, desenvolviéndose en ambientes profesionales y utilizando las herramientas correspondientes de la profesión (véase tabla 6).

En esta dimensión encontramos el nivel de conocimiento tecnopedagógico más bajo de todas las que estamos abordando ( $M = 1,88$ ). A excepción de la actividad concerniente a resolver «casos prácticos, utilizando recursos digitales, para aplicar la teoría a la práctica» ( $M = 3,54$ ), para las restantes los docentes demuestran bajo conocimiento, a saber: «diseñar situaciones profesionales simuladas ya sea mediante simuladores virtuales o escenarios reproducidos» ( $M = 1,53$ ), «organizar prácticas haciendo uso de laboratorios remotos» ( $M = 1,23$ ) y «diseñar actividades de aprendizaje en las que se utilice la realidad aumentada» ( $M = 1,22$ ).

Como sucedía en los tipos de actividades anteriores, los docentes de la especialidad de Geología manifiestan un nivel de conocimiento mayor ( $M = 2,21$ ), aun siendo bajo, frente a los de otras especialidades como Química ( $M = 1,78$ ). Conviene destacar que es la única categoría en la que no se hallan diferencias significativas en el conocimiento de los profesores en función de las distintas variables clasificatorias (véase tabla 8).

Tabla 6.  
Media de las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías de tipo experienciales

| <i>Ítems</i>   | <i>Media de los ítems</i> | <i>Media del tipo de actividad</i> |
|--|---------------------------|------------------------------------|
| 24. Diseñar actividades de aprendizaje en las que se utilice la realidad aumentada                       | 1,22                      | 1,88                               |
| 25. Organizar prácticas haciendo uso de laboratorios remotos   | 1,23                      |                                    |
| 26. Diseñar situaciones profesionales simuladas mediante simuladores virtuales o escenarios reproducidos | 1,53                      |                                    |
| 13. Diseñar casos prácticos utilizando recursos digitales  | 3,54                      |                                    |

Por último, abordaremos las actividades de aprendizaje *evaluativas* que tienen como finalidad la participación del alumnado en acciones de evaluación. En total nueve actividades componen esta dimensión. En ellas lo que se busca es la evaluación del aprendizaje, comprensión o conocimiento del alumnado en distintos momentos y haciendo uso de diferentes tecnologías como pueden ser las rúbricas o los clickers (véase tabla 7).

De ellas destacan, porque los docentes disponen de un nivel de conocimiento tecnopedagógico medio, las referidas a: «usar la plataforma virtual para la entrega por parte del alumnado de sus trabajos» ( $M = 4,07$ ), «poner disponibles ejercicios de autoevaluación online sobre los contenidos en la plataforma virtual» ( $M = 2,82$ ) y «solicitar la respuesta del alumnado a exámenes desarrollados en la plataforma virtual» ( $M = 2,66$ ). Para el resto de las actividades el conocimiento es bajo.

Esta categoría es la única en la que encontramos diferencias significativas en cuatro de las cinco variables clasificatorias, con excepción del sexo (véase tabla 8). Con respecto a la edad, son los docentes de entre 31 y 40 años los que mayor conocimiento tienen para este tipo de actividades de aprendizaje. Los más jóvenes (de 20 a 30 años) son los que menos. En relación con la especialidad, variable en la que también encontramos diferencias significativas, destacan las ramas de Geología ( $M = 2,55$ ) y Química ( $M = 2,51$ ) como aquellas en las que los docentes tienen mayor nivel de conocimiento.

Tabla 7.  
Media de las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías de tipo evaluativas

| <i>Ítems</i>   | <i>Media de los ítems</i> | <i>Media del tipo de actividad</i> |
|--|---------------------------|------------------------------------|
| 28. Utilizar rúbricas online en la evaluación  | 2,20                      | 2,17                               |
| 29. Utilizar las herramientas de la plataforma virtual para la entrega de los trabajos                   | 4,07                      |                                    |
| 30. Utilizar portafolios electrónicos para una evaluación más continua                                   | 1,77                      |                                    |
| 31. Elaborar exámenes en la plataforma virtual para comprobar el nivel de aprendizaje de los estudiantes | 2,66                      |                                    |
| 32. Poner disponibles ejercicios de autoevaluación online sobre los contenidos                           | 2,82                      |                                    |
| 33. Realizar sondeos en clase a través de aplicaciones para dispositivos móviles                         | 1,10                      |                                    |
| 34. Realizar sondeos en clase haciendo uso de los mandos interactivos de la pizarra digital              | 1,11                      |                                    |
| 35. Utilizar software de control del plagio en la evaluación de los trabajos                             | 1,77                      |                                    |
| 36. Evaluar la calidad de las intervenciones en foros, correos, chats, blogs, etc.                       | 2,02                      |                                    |

Tabla 8.  
Nivel de significación de contrastes no paramétricos U de Mann-Whitney y H de Kruskal-Wallis entre dimensiones del inventario y variables clasificatorias

|                       | <i>Asimilativa</i> | <i>Gestión</i> | <i>Comunicativa</i> | <i>Productiva</i> | <i>Experiencial</i> | <i>Evaluativa</i> |
|-----------------------|--------------------|----------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Sexo                  | ,356               | ,364           | ,415                | ,350              | ,791                | ,708              |
| Edad                  | ,285               | ,452           | ,016                | ,879              | ,835                | ,004              |
| Categoría profesional | ,009               | ,041           | ,002                | ,065              | ,105                | ,002              |
| Especialidad          | ,097               | ,284           | ,285                | ,002              | ,110                | ,023              |
| Universidad           | ,119               | ,000           | ,000                | ,000              | ,601                | ,000              |

Como puede constatar, en líneas generales, nos encontramos ante un perfil docente que respecto del conocimiento tecnopedagógico para el uso de actividades de aprendizaje basadas en tecnologías podríamos caracterizar como propio de una «enseñanza con pobre integración TIC». Del total de las actividades, solo tres se encuentran en un estadio de conocimiento alto. De ellas, dos hacen referencia al uso de las tecnologías como instrumentos de transmisión de información. Tal es el caso de las presentaciones multimedia que sirven al docente durante sus explicaciones en el aula y de la plataforma virtual como «repositorio» de objetos de aprendizaje puestos al alcance del alumnado para ayuda en el

estudio. El otro de los usos que quedaría por aludir es aquel que hace referencia a la atención individualizada que el docente realiza con su alumnado a través de herramientas de comunicación como el correo electrónico.

## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados que se han presentado vienen a mostrar que existen en el conocimiento profesional docente elementos constantes y variables que se entrecruzan para constituir la identidad profesional. Así, el CDC, que supuso una mirada nueva al conocimiento de los profesores, ayudó a entender cómo aprenden los docentes y cómo podemos mejorar no solo su aprendizaje de la enseñanza en general, sino de la enseñanza de su materia en particular (Boesdorfer y Lorsbach, 2014). Los estudios que analizan las orientaciones y creencias de los profesores acerca de la materia que enseñan, especialmente en ciencias, han mostrado que existen diferencias en relación con estas orientaciones entre los docentes. Se han identificado orientaciones centradas en los profesores y en los alumnos, así como una evolución de estas (Opfer, Pedder y Lavicza, 2011; Pilitsis y Duncan, 2012).

¿Se producen cambios en las orientaciones y prácticas de los profesores cuando introducen tecnologías en su enseñanza? Los resultados vienen a corroborar el principio de coherencia que existe entre las orientaciones y creencias pasadas y las nuevas prácticas en las que los profesores se implican (Tobin y Lamaster, 2006). Los datos aportados muestran que las actividades de aprendizaje basadas en tecnologías, sobre las que los profesores universitarios de ciencias tienen mayor conocimiento para su implementación en sus aulas, adoptan una orientación centrada en el contenido y en el profesor. Tienen que ver con una concepción del alumnado como sujeto pasivo que recibe información a través de diferentes tecnologías. En cambio, para aquellas actividades de aprendizaje que pudieran representar una enseñanza basada en el alumnado, el nivel de conocimiento es minoritario en el caso del profesorado investigado. Así, sucede que aunque las tecnologías se estén introduciendo en la práctica de enseñanza universitaria, estas se incorporan siguiendo el principio de coherencia con las prácticas tradicionales que los profesores venían desarrollando antes de la introducción de estas.

Esto es coincidente con estudios previos; se evidencia que el rango de las tecnologías utilizadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el contexto universitario es limitado y además para el desarrollo de un reducido número de tareas curriculares (Flavin, 2012). Lo cierto es que entre las tecnologías más recurrentes se hallan el correo electrónico, la plataforma de e-learning o las presentaciones multimedia (Hue y Ab Jalil, 2013; Kinlaw, Dunlap y D'Angelo, 2012; Shelton, 2014) y que las tecnologías se ponen al servicio de metodologías que ya se estaban implementando y no para transformarlas (Ng'ambi, 2013).

La intención de un docente de utilizar las tecnologías está condicionada a su percepción de autoeficacia con la tecnología misma, es decir, con la valoración que haga de la capacidad personal para desarrollar una tarea particular con el PC, Internet, etc. (Buchanan, Sainter y Saunders, 2013; Chang, Liu *et al.*, 2012). Asimismo, la propia concepción que se tenga de las tecnologías se relaciona con la manera de diseñar el aprendizaje y de enseñar utilizando tecnologías (Ellis, Hughes, Weyers *et al.* 2009). Prendes y Gutiérrez (2013), a este respecto, confirman que los docentes universitarios españoles, para utilizar las tecnologías, prestan atención a si estas son favorables para el aprendizaje del alumnado, a la motivación del propio alumnado y al grado de conocimiento del docente sobre la tecnología. En lo relativo a este último factor, además, los resultados de su trabajo apuntan a que entre las tecnologías más conocidas se encuentran el correo electrónico, los foros y el chat, los buscadores, los editores de texto y software para crear presentaciones visuales, las plataformas y el software específico de su área. Los resultados expuestos vienen a matizar el nivel de conocimiento de la tecnología para la enseñanza y el conocimiento tecnopedagógico del que dispone el profesorado de ciencias de Andalucía.

Si bien los profesores universitarios necesitan, en el cómputo de sus competencias, a día de hoy, saber aplicar estrategias de enseñanza-aprendizaje centradas en el alumnado y variadas (Blašková, Blaško y Kucharčíková, 2014), cuando nos referimos al esfuerzo de integrar la tecnología en su práctica docente, esto se concreta en disponer de conocimientos para incorporar la tecnología con un definido propósito pedagógico y planificar el uso razonado de la tecnología en el conjunto de actividades de aprendizaje (Guzman y Nussbaum, 2009). Respecto del conocimiento tecnopedagógico, los resultados vienen a demostrar que, en el área de ciencias, el nivel de conocimiento para implementar diferentes tipos de actividades de aprendizaje basadas en tecnologías (de acuerdo con el nivel de conocimientos para las diferentes categorías de actividades) es medio-bajo, lo que conduce a un perfil docente dispuesto para una «enseñanza con pobre integración de la tecnología».

Numerosos factores externos al docente explican el que estos hagan un uso extensivo, o por el contrario reducido, de las tecnologías en su docencia. Para usar las tecnologías, los docentes reclaman, entre otros, incentivos y apoyos a su iniciativa e inversiones adecuadas en infraestructuras y medios por parte de sus universidades (Buchanan, Sainter y Saunders, 2013), el reconocimiento y la desaparición de las barreras culturales a la innovación docente con tecnologías (Zhu, 2015) y la exhibición de actitudes favorables hacia las tecnologías en la enseñanza por parte de su alumnado (Slechtova, 2015).

Sin embargo, el uso de las tecnologías está condicionado, sobre todo, por el conocimiento docente reconocido como factor interno decisivo. Del mismo modo que los profesores que sienten no ser capaces de aplicar el enfoque de enseñanza centrado en el alumnado o tienen miedo de su implementación terminan no optando por él (Postareff y Lindblom Ylänne, 2011) y que la falta de comodidad utilizando la tecnología y el temor a usarla ineficazmente hacen reusar de ella (Hammett y Phillips, 2014), un bajo nivel de conocimiento de actividades de aprendizaje basadas en tecnologías se manifiesta en bajo nivel de uso.

En este sentido, los resultados nos ponen en alerta ante la necesidad de promover procesos formativos y de mentoría en el seno de las instituciones de enseñanza superior para el aumento del conocimiento, la confianza y la disposición de los profesores necesarios para incorporar las tecnologías en la docencia (Ajayi, 2013). Las diferencias dadas en el nivel de conocimiento de la mayoría de los tipos de actividades de aprendizaje basadas en tecnologías en función de la universidad de procedencia, por su parte, nos invitan a analizar las políticas internas de recursos, así como de formación, que ya se están desarrollando. Los docentes requieren mayor formación para evitar que el uso de las tecnologías se ciña exclusivamente a facilitar aquellas tareas que ya realizaban anteriormente en su práctica docente pero sin tecnologías: explicar utilizando la tiza (ahora con presentaciones multimedia), dejar documentos en una copistería para el estudio (ahora en la plataforma), atender al alumnado en tutorías presenciales (ahora por medio de herramientas de comunicación online). También, para ampliar el conocimiento incipiente que respecto de algunas actividades de aprendizaje basadas en tecnologías más centradas en el alumnado se demuestra y descubrir las bondades y potencialidades de otras más desconocidas.

Por último, en los resultados se han identificado dos grupos diferenciados de docentes. El primero lo compondrían los profesores que manifiestan mayor nivel de conocimiento y que se corresponden con las especialidades de Geología, Química y Biología. El segundo, con conocimiento inferior, compuesto por los docentes de Matemáticas y Física. La disciplina se ha manifestado como condicionante no solo de la predilección que los profesores pueden mostrar por enfoques de enseñanza centrados en el docente o en el alumnado (Lindblom, Trigwell, Nevgi y Ashwin, 2006), sino también de la forma como los recursos digitales son integrados en la enseñanza y el aprendizaje (Kemp y Jones, 2007). El TPACK ilustra cómo en el esfuerzo de integrar las tecnologías en las actividades de aprendizaje está irremediablemente implicado también el contenido que se enseña. Las diferencias encontradas dependiendo de la especialidad que se imparte inciden en que debe estar presente este elemento en la formación de los docentes.

## AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia, Empresa y Empleo de la Junta de Andalucía. Proyecto de excelencia P10-HUM-6677.

## REFERENCIAS

- ABBITT, J. T. (2011). Measuring Technological Pedagogical Content Knowledge in Preservice Teacher Education: A Review of Current Methods and Instruments. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(4), 281-300.  
<http://dx.doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
- ABELL, S. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416.  
<http://dx.doi.org/10.1080/09500690802187041>
- AJAYI, L. (2013). New Media Needs Assessment of Faculty for Integration into Instruction. *International Journal of Humanities and Social Science*, 3(17), 77-88.
- ALBION, P. R., JAMIESON-PROCTOR, R., & FINGER, G. (2010). *Auditing the TPACK Confidence of Australian Pre-Service Teachers: The TPACK Confidence Survey (TCS)*. Paper presented at the 21st International Conference of the Society for Information Technology & Teacher Education (SITE 2010), San Diego.
- AYDIN, S., & 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), 497-505.
- BLAŠKOVÁ, M., BLAŠKO, R., & KUCHARCÍKOVÁ, A. (2014). Competences and Competence Model of University Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 159(23) 457-467. (DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.12.407)
- BOESDORFER, S., & LORSBACH, A. (2014). PCK in Action: Examining One Chemistry Teacher's Practice through the Lens of Her Orientation toward Science Teaching. *International Journal of Science Education*, 36(13), 2111-2132.  
<http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2014.909959>
- BORKO, H., & PUTNAM, R. (1996). Learning to teach. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 673-708). New York: Macmillan.
- BUCHANAN, T., SAINTER, P., & SAUNDERS, G. (2013). Factors affecting faculty use of learning technologies: implications for models of technology adoption. *Journal of Computing in Higher Education*, 25(1), 1-11.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s12528-013-9066-6>
- CHANG, J. L., LIEU, P. T., LIANG, J. H., LIU, H. T., WONG, S. L. (2012). A causal model of teacher acceptance of technology. *Educational Research and Review*, 7(5), 102-110.  
<http://dx.doi.org/10.5897/ERR10.181>
- COX, S., & GRAHAM, C. R. (2009). Diagramming TPACK in Practice: Using an Elaborated Model of the TPACK Framework to Analyze and Depict Teacher Knowledge. *TechTrends*, 53(5), 60-69.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s11528-009-0327-1>
- DOERING, A., VELETSIANOS, G., & SCHARBER, C. (2009). *Using the technological, pedagogical and content knowledge framework in professional development*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), San Diego.



- ELLIS, R. A., HUGHES, J., WEYERS, M., & RIDING, P. (2009). University teacher approaches to design and teaching and concepts of learning technologies. *Teaching and Teacher Education*, 25, 109-117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2008.06.010>
- FISCHER, H., BOROWSKI, A., & TEPNER, O. (2012). Professional knowledge of science teachers. In B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 435-448). New York: Springer.
- FLAVIN, M. (2012). Disruptive Technologies in Higher Education. *Research in Learning Technology*, 20, 102-111. <http://dx.doi.org/10.3402/rlt.v20i0.19184>
- GIANNAKOS, M. N., DOUKAKIS, S., PAPPAS, I. O., ADAMOPOULOS, N., & GIANNOPOULOU, P. (2015). Investigating teachers' confidence on technological pedagogical and content knowledge: an initial validation of TPACK scales in K-12 computing education context. *Journal of Computers in Education*, 2(1), 43-59. <http://dx.doi.org/10.1007/s40692-014-0024-8>
- GRAHAM, C. R., BURGOYNE, N., CANTRELL, P., SMITH, L., St. CLAIR, L., & HARRIS, R. (2009). TPACK development in science teaching: Measuring the TPACK confidence of inservice science teachers. *TechTrends*, 53(5), 70-790. <http://dx.doi.org/10.1007/s11528-009-0328-0>
- GUZMAN, A., & NUSSBAUM, M. (2009). Teaching competencies for technology integration in the classroom. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(5), 453-469. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00322.x>
- HAMMETT, R. F. & PHILLIPS, P. (2014). Teaching with digital technologies in university and school contexts: Research and professional development using TPACK. *The Morning Watch: Educational and Social Analysis*, 42(1-2).
- HECHTER, R. P., PHYFE, L. D., & VERMETTE, L. A. (2012). Integrating Technology in Education: Moving the TPCK Framework towards Practical Applications. *Education Research and Perspectives*, 39(1), 136-152.
- HORZUM, M. B., AKGÜN, O. E., & ÖZTÜRK, E. (2014). The Psychometric Properties of the Technological Pedagogical Content Knowledge Scale. *International Online Journal of Educational Sciences*, 6(3), 544-557. <http://dx.doi.org/10.15345/iojes.2014.03.004>
- HUE, L. T., & AB JALIL, H. (2013). Attitudes towards ICT Integration into Curriculum and Usage among University Lecturers in Vietnam. *International Journal of Instruction*, 6(2), 53-66.
- JAMIESON-PROCTOR, R., WATSON, G., & FINGER, G. (2003). Measuring Information and Communication Technology (ICT) curriculum integration. *Computers in the Schools*, 20(4), 67-87. [http://dx.doi.org/10.1300/J025v24n01\\_11](http://dx.doi.org/10.1300/J025v24n01_11)
- KEMP, B., & JONES, C. (2007). Academic Use of Digital Resources: Disciplinary Differences and the Issue of Progression revisited. *Educational Technology & Society*, 10(1), 52-60.
- KINLAW, C. R., DUNLAP, L. L., & D'ANGELO, J. A. (2012). Relations between faculty use of online academic resources and student class attendance. *Computers & Education*, 59(29), 167-172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.028>
- KOEHLER, M., & MISHRA, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131-152. <http://dx.doi.org/10.2190/0EW7-01WB-BKHL-QDYV>

- KOEHLER, M., & MISHRA, P. (2008). Introducing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators*. New York: Routledge.
- KOEHLER, M. J., MISHRA, P., KERELUIK, K., SHIN, T. & GRAHAM, G. (2014). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework. In J.M. Spector et al. (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 101-111). New York: Springer Science+Business Media.
- KOEHLER, M., SHIN, T. S. & MISHRA, P. (2012). How do we measure TPACK? Let me count the ways. In R. N. Ronau, C. R. Rakes & M. L. Niess (Eds.) *Educational Technology, Teacher Knowledge, and Classroom Impact: A Research Handbook on Frameworks and Approaches* (pp. 16-31). USA: IGI Global.
- LIN, J. M., WANG, P. Y., & LIN, I. Ch. (2012). Pedagogy \* technology: A two-dimensional model for teachers' ICT integration. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 97-108.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01159.x>
- LINDBLOM, S., TRIGWELL, K., NEVGI, A., & ASHWIN, P. (2006). How approaches to teaching are affected by discipline and teaching context. *Studies in Higher Education*, 31(3), 285-298.  
<http://dx.doi.org/10.1080/03075070600680539>
- MARCELO GARCÍA, C. (1993). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre Conocimiento Didáctico del Contenido. En L. Montero y J. M. Vez (Eds.), *Las didácticas específicas en la formación del profesorado* (pp. 151-186). Santiago de Compostela: Tórculo.
- MISHRA, P., & KOEHLER, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- NG'AMBI, D. (2013). Effective and ineffective uses of emerging technologies: Towards a transformative pedagogical model. *British Journal of Educational Technology*, 44(4), 652-661.  
<http://dx.doi.org/10.1111/bjet.12053>
- NIESS, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509-523.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- NIESS, M. L. (2006). *Preparing teachers to teach mathematics with technology*. Paper presented at the Annual Meeting Society of Information Technology and Teacher Education (SITE), Orlando, FL.
- NILSSON, P. (2014). When teaching makes a difference: developing science teachers' pedagogical content knowledge through learning study. *International Journal of Science Education*, 36(11), 1794-1814.  
<http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2013.879621>
- OPFER, V. D, PEDDER, D G., & LAVICZA, Z. (2011). The Role of Teachers' Orientation to Learning in Professional Development and Change: A National Study of Teachers in England. *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 27(2), 443-453.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2010.09.014>
- PAMUK, S., ERGUN, M., CAKIR, R., YILMAZ, H. B., & AYAS, C. (2013). Exploring relationships among TPACK components and development of the TPACK instrument. *Education and Information Technologies*  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10639-013-9278-4>

- PILITSIS, V., & DUNCAN, R. G. (2012). Changes in Belief Orientations of Preservice Teachers and Their Relation to Inquiry Activities. *Journal of Science Teacher Education*, 23(8), 909-936.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s10972-012-9303-2>
- POSTAREFF, L., & LINDBLOM YLÄNNE, S. (2011). Emotions and confidence within teaching in higher education. *Studies in Higher Education*, 36(7), 799-813.  
<http://dx.doi.org/10.1080/03075079.2010.483279>
- PRENDES, M. P., & GUTIÉRREZ, I. (2011). Competencias tecnológicas del profesorado en las Universidades españolas. *Revista de Educación*, 361, 196-222.  
<http://dx.doi.org/10-4438/1988-592X-RE-2011-361-140>
- SCHMIDT, D. A., BARAN, E., THOMPSON, A. D., MISHRA, P., KOEHLER, M. J., & SHIN, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.  
<http://dx.doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- SHELTON, Ch. (2014). «Virtually mandatory»: A survey of how discipline and institutional commitment shape university lecturers' perceptions of technology. *British Journal of Educational Technology*. 45(4),748-759.  
<http://dx.doi.org/10.1111/bjet.12051>
- SHULMAN, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.  
<http://dx.doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- SHULMAN, L. (1992). *Renewing the Pedagogy of Teacher Education: The Impact of Subject Specific Conceptions of Teaching*. Paper presented at the Symposium sobre Didácticas Específicas en la Formación de Profesores, Santiago de Compostela.
- SHULMAN, L., WILSON, S., & RICHERT, A. (1987). 150 different ways` of knowing: representations of knowledge in teaching. In J. Calderhead (Ed.), *Exploring teacher`s thinking* (pp. 104-124). London: Cassell.
- SLECHTOVA, P. (2015). Attitudes of undergraduate students to the use of ICT in education. *Social and Behavioral Sciences*, 17, 1128-1134.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.218>
- THOMPSON, A. D., & MISHRA, P. (2007). Breaking news: TPACK becomes TPACK! *Journal of Computing in Teacher Education*, 24(2), 38-39.
- TOBIN, K., & LAMASTER, S. (2006). Relationships between metaphors, beliefs, and actions in a context of science curriculum change. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 225-242.  
<http://dx.doi.org/10.1002/tea.3660320304>
- ZELKOWSKI, J., GLEASON, J., COX, D. C., & BISMARCK, S. (2013). Developing and Validating a Reliable TPACK Instrument for Secondary Mathematics Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 46(2), 173-206.  
<http://dx.doi.org/10.1080/15391523.2013.10782618>
- ZHU, Ch. (2015) Organisational culture and technology-enhanced innovation in higher education. *Technology, Pedagogy and Education*, 24(1), 65-79.  
<http://dx.doi.org/10.1080/1475939X.2013.822414>

---

# The technological and technological pedagogical knowledge in science teaching at the university.

## A descriptive study.

Carlos Marcelo García  
Catedrático de Universidad  
marcelo@us.es

Carmen Yot Domínguez  
Profesora Sustituta Interina  
carmenyot@us.es

Victor Hugo Perera Rodríguez  
Profesor Ayudante Doctor  
vhperera@us.es

In recent decades, Pedagogical Content Knowledge (PCK) research has tried to understand how professional teacher knowledge arises. Now, PCK requires further review to integrate new components arising from the incorporation of digital technologies into teaching.

The study presented herein analysed technological knowledge and techno-pedagogical knowledge in the field of science at a number of universities in Andalusia (a region in southern Spain). We accept the fact that the level in which learning incorporates technology indicates just how much knowledge teachers have. The research problem is: What is the level of knowledge (regarding technologies for teaching and techno-pedagogical knowledge) among university professors in the field of science in terms of the technology-based learning activities they design and use?

To answer this question, we developed IAATU or *Inventory of Learning Activities with Technology at the University*. This inventory contained 36 items, each of which refers to a specific learning activity and various types. These activities may or may not be used in the classroom and may or may not require active student participation. Nevertheless, all of these activities rely on digital technologies. The various items are assessed from 1 to 6 on a Likert scale to note the frequency in which such activities are used (level of use).

To measure the reliability of the Inventory, Cronbach's alpha was used, which reached 0.905.

The research design is descriptive, in survey format, with the sample being incidental. The sample consulted included 197 university professors from the field of science who responded to the inventory.

The results reveal limited knowledge of technology and technological pedagogics. A reduced amount of technological variety is implemented in the actual teaching practice. Learning activities based on technologies are, for the most part, assimilative; those using technology rely on it as a simple instrument to transmit information. When it comes to the teacher's profile for techno-pedagogical knowledge in learning activities based on technology, we are faced with a person who is characterized for his/her «poor integration of ITCs».

These results denote the need to promote training processes and mentoring within the scope of higher learning to increase knowledge, confidence, and willingness to incorporate technologies into teaching. At the same time, the differences found in the techno-pedagogical knowledge depend on the university; this invites us to analyse internal resource policies as well as training currently being developed.

On the other hand, since two differentiated professor groups were identified based on their level of knowledge—which corresponded to those who taught the same material—, we were motivated to go back to the TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) model. Efforts to integrate technologies into learning activities are inevitably linked to the content being taught. Consequently, when training teachers, three elements must be included: technology, pedagogy and content.