

Hacia la concreción de un modelo de perfil profesional básico del profesorado de Ciencias, Tecnología y Matemáticas (CTEM) *Towards the realization of a basic professional profile model for Science, Technology and Mathematics (STEM) teachers*

Juan Quílez^{1,2}, Carlos Segura^{1,3}, Manuel Cardenosa¹, Elena Thibaut^{1,3}
jquilez@uji.es, carlos.segura@uv.es, mcardenosa@iesleliana.net, elena.thibaut@uv.es

Julio Olmo¹, Rafael Crespo³, José María Azkarraga^{1,3}
julioolmo15@gmail.com, rafael.crespo@uv.es, jose.m.azkarraga@uv.es

(1) CEFIRE DE XEST, SFP, CONSELLERIA D'EDUCACIÓ

(2) UNIVERSITAT JAUME I (3) UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Abstract

En este trabajo se fundamenta y se establece un marco de competencias específicas que pueden servir como guía de un proceso continuo de desarrollo profesional del docente de Ciencias, Tecnología y Matemáticas (CTEM). La base teórica de este escenario corresponde al modelo TPACK, al que se ha añadido la dimensión lingüística (L), transformándolo en el modelo TPACLK. Las distintas capacidades profesionales que se detallan se han clasificado en seis grandes apartados. Los dos primeros establecen las competencias disciplinares y didácticas del ámbito CTEM; la tercera categoría corresponde al papel de la lengua en el aula CTEM; la cuarta sección se centra en los aspectos motivacionales del proceso de enseñanza-aprendizaje; la quinta, corresponde a la autopercepción del profesorado y en la última parte se esquematiza cómo integrar de forma efectiva las tecnologías del aprendizaje y del conocimiento en el trabajo docente CTEM. Este desarrollo profesional se plantea dentro del marco de la innovación y la investigación educativas.

In this work it is both discussed and provided a framework of specific competences that may serve as a guide for setting up an ongoing process in the professional development of Science, Technology and Mathematics (STEM) teachers. The fundamentals of the TPACK model serve to base the theoretical background of this scheme, to which we have incorporated an additional feature which means to consider the linguistic (L) dimension, thus transforming it into the TPACLK model. The different detailed professional STEM capacities have been classified into six main sections. The two first points discussed establish the STEM disciplinary and didactic capacities; the third section corresponds to the role of language in the STEM classroom; the fourth category is focused on the motivational elements of the teaching and learning process; the fifth corresponds to the self-perception of teachers and the last section summarises how to integrate effectively the information and communication technologies into the educational STEM activity. This professional development is framed within innovative and research educational activities.

Keywords: Teacher profile, teaching capacities, professional development, STEM.

Palabras clave: Perfil del profesorado, capacidades docentes, desarrollo profesional, CTEM.

1. Introducción

El presente trabajo se constituye, dentro del ámbito de las Ciencias, la Tecnología y las Matemáticas (CTEM), como un intento de configuración de profesionalización docente. Este término debe entenderse no como una expresión neutra y puramente descriptiva, sino que debe juzgarse también por su aspiración (Contreras, 1997), dado su carácter de proceso dinámico, de desarrollo y evolución de una ocupación, más allá de su aceptación como rango y estatus adquirido (Eirín-Nemiña, García-Ruso y Montero-Mesa, 2009). En este sentido, el perfil profesional básico que se presenta puede servir para propiciar un proceso de reflexión crítica y pausada de la comunidad de profesores que permita abrir espacios de discusión y concreción que evalúen qué tipos de itinerarios formativos (modalidades, formatos, duración, tipo de implicación o compromiso, marco teórico que los inspira, etc.) (Kennedy, 2005) son más adecuados o respondan mejor a cada una de las necesidades concretas que en cada caso surjan, se necesiten o que el propio profesorado demande en el proceso de profesionalización docente CTEM.

En consecuencia, entendemos la profesionalización del docente CTEM como un trayecto evolutivo que permita formar profesores capaces de actuar de forma autónoma, críticos y comprometidos colectivamente en procesos de transformación propios (Guisasola, Furió y Cebeiro, 2007; Morais, Loureiro y Marques, 2016) que impliquen una mejora en la educación científica de los estudiantes. Si esa necesidad formativa se percibe como necesaria por el profesorado y se asume como genuina y no como impuesta, puede tener más probabilidades de producir cambios reales y efectivos en las prácticas de las aulas.

Si bien es ampliamente reconocido que una buena formación (tanto inicial como permanente) del profesorado es uno de los principales factores que inciden en la mejora del aprendizaje de los alumnos, también es cierto que los diferentes actores institucionales implicados en la misma (universidad, administración educativa, profesorado, sociedades profesionales) muestran diferentes grados de insatisfacción (no siempre coincidentes entre cada uno de ellos) acerca de cómo esa formación se produce en la práctica. En concreto, esos diferentes grados de insatisfacción se manifiestan en torno cómo llevar a la realidad del aula las distintas prescripciones y cambios curriculares que se van produciendo a lo largo del tiempo (por ejemplo, la consideración e inclusión de la historia y la filosofía de la ciencia, la necesidad de tratar aspectos relevantes de la vida diaria y el tratamiento de cuestiones problemáticas desde una perspectiva amplia sociocientífica, la toma de conciencia de la importancia de la potenciación de capacidades de argumentación, el desarrollo del pensamiento crítico, la incorporación efectiva de las tecnologías de la información y la comunicación, así de cómo atender las propuestas de: integración entre las distintas disciplinas, el tratamiento de la diversidad o la ayuda al alumnado socialmente desfavorecido, entre otras). De esta forma, en muchos casos, un aspecto es el derivado de las indicaciones que emanan desde el currículum vigente o del nuevo que se pretende implantar, realizadas desde ámbitos de decisión normativa, y otro es cómo son percibidas esas cuestiones normativas por parte del profesorado y cómo se concretan (o no) en la práctica. Asociadas a esta situación, se encuentran las cuestiones que el profesorado debe afrontar para adecuar el currículum existente a la enorme diversidad de contextos en los que éste debe ser aplicado, así como para ajustar la distancia entre su contenido prescriptivo y su desarrollo efectivo.

Todo ello se enmarca dentro de un trabajo profesional del profesorado CTEM que se muestra al mismo tiempo complejo, difícil y exigente, en el que confluyen tanto dimensiones intelectuales como emocionales en un contexto organizativo particular que posee diversos niveles de actuación, tanto a nivel colectivo como individual (Hargreaves, 1998). En este sentido, se debe remarcar que dentro de esta estructura de trabajo, el profesorado suele asumir algunas creencias, practicar ciertos comportamientos, poseer actitudes y desconocer varios supuestos

epistemológicos sobre su propia práctica docente, que actúan como obstáculos de profesionalización docente (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997; Vázquez, Jiménez y Mellado, 2010), que le dificultan el percibir como necesaria y relevante la investigación educativa en didáctica de las ciencias, lo que no propicia su desarrollo profesional (Mellado, 2003). En concreto, lo que la situación actual refleja es que la mayor parte del profesorado de ciencias desconoce la investigación educativa en este campo, basando sus decisiones y actuaciones en experiencias personales, lo que les dificulta que puedan realizar una fundamentación docente adecuada (Childs, 2009).

En función de este planteamiento previo, este artículo se configura a partir de una breve reflexión inicial acerca de la estrecha relación entre profesionalización docente y el significado que otorga el desarrollo y la reflexión inherentes de esta capacitación a la formación del profesorado CTEM. Posteriormente, se fundamentan los principios generales que permiten configurar el perfil profesional básico del profesorado CTEM, para finalmente concretar este marco general en una serie de capacidades a desarrollar, no como un fin en sí mismo, sino como un recorrido continuo y paulatino, a largo plazo, de cambio y mejora, que intenta integrar los aspectos esenciales que conforman la formación docente CTEM.

Finalmente indicar que, como posteriormente se remarca, este trabajo sintetiza y actualiza estudios previos sobre el perfil del profesorado CTEM y lo presenta desde una perspectiva organizativa que pretende ser novedosa. A ello se añade que su concreción supone la formulación de una serie de capacidades específicas como contribución a la clarificación de qué aspectos esenciales se deben tener en cuenta en el proceso de profesionalización docente CTEM. Además, esta organización contempla un elemento fundamental no suficientemente atendido en la formación del profesorado CTEM: el lenguaje de la ciencia. Si bien esta categoría tiene una relevancia notable en sí misma, todavía cobra mayor importancia en contextos educativos bilingües y plurilingües, en los que hay más de una lengua oficial o en donde los contenidos se imparten en una segunda lengua.

2. Profesionalización docente y formación del profesorado CTEM

Este trabajo se ha realizado con la finalidad de plasmar los aspectos más relevantes sobre los que se fundamenta la profesionalización docente CTEM. De esta forma, su objetivo principal ha sido la presentación de una serie de capacidades básicas que sirvan para enmarcar y guiar este proceso de profesionalización. El análisis que ha conducido a su elaboración pretende recoger los resultados más significativos realizados por la investigación educativa, que se concretan tras más de cincuenta años de estudio sobre el intento de mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en las aulas CTEM. Esta fundamentación tiene una enorme importancia porque se parte de la base de que el profesorado es uno de los principales agentes a la hora de proporcionar una educación de calidad a los futuros ciudadanos (Darling-Hammond, 2000; Hattie, 2003).

Se presenta como un marco ideal en el que todo el profesorado CTEM debería encuadrarse para que pueda manejar mejor su propio desarrollo profesional. De esta forma, y posicionado en una perspectiva más amplia y general (Bain, 2005), trata de proporcionar una orientación en múltiples aspectos que se consideran esenciales para que no se desatienda ninguna capacidad fundamental (Corrigan, Dillon y Gunstone, 2011). No se trata, por tanto, ni de definir categóricamente ni de uniformizar de forma absoluta el perfil del 'buen profesor' que todos los docentes deben poseer desde el principio de su actividad o que deberían alcanzar en un tiempo relativamente corto. Por el contrario, el propósito principal es el de proporcionar, a cada profesor en particular, vías que le orienten en la realización de proyectos fundamentados e itinerarios diversificados de experimentación y superación, siempre dentro de un proceso continuo y dinámico

de cambio, de progreso y de innovación, en el contexto de una sociedad que evoluciona y que, por tanto, demanda nuevas exigencias formativas a sus ciudadanos. En este camino son fundamentales la inquietud, la reflexión, el cuestionamiento de ideas, y el trabajo colaborativo con otros profesores que dialogan, discuten y se preguntan cómo mejorar con sus prácticas docentes el aprendizaje de sus alumnos, mediante el análisis y la evaluación del currículum.

Este conjunto de acciones y la adopción de ese tipo de actitudes por parte del profesorado pueden propiciar la consecución de niveles efectivos de mejora en el aprendizaje del alumnado, que es el fin esencial de un desarrollo profesional adecuado del profesorado, en general, y del ámbito CTEM que nos ocupa en este trabajo, en particular. En cualquier caso, las experiencias exitosas de ciertas comunidades educativas señalan que las acciones referidas han de estar asociadas a prácticas relacionadas con la investigación educativa (Toom, Kynaslahti, Krokfors, Jyrhama, Byman, Stenberg, Maaranen y Kansanen, 2010), en las que el profesorado (ya desde la formación inicial) es consciente de que para mejorar en su práctica docente debe no sólo ‘consumir’ de forma habitual trabajos de investigación educativa, sino que además debe sentirse partícipe de esta comunidad de investigadores como ‘productor’ de nuevas investigaciones, en nuestro caso relacionadas con aspectos educativos del ámbito CTEM.

Quizás por ello, un desconocimiento de lo que emana de esta base sobre la enseñanza de las ciencias y las matemáticas lleva asociado, entre otros aspectos problemáticos, que el profesorado manifieste en ocasiones los mismos errores conceptuales que sus propios estudiantes y que su conocimiento sobre conceptos centrales de su disciplina sea inadecuado para la enseñanza de los mismos (van Driel y de Jong, 2015). En este sentido, estos autores señalan que poseer una formación académica puramente disciplinar, previa a la actividad docente, y la simple acumulación de años de experiencia docente no producirían necesariamente, de forma directa, una mejora en las prácticas de aula, al ser elementos necesarios, pero no suficientes. En concreto, ese conocimiento y esa experiencia deben estar asociados a procesos reflexivos que hayan propiciado un conocimiento didáctico adecuadamente elaborado, en coherencia con una fundamentación pedagógica que le haya permitido al docente representarse de forma más idónea las múltiples situaciones de aprendizaje vividas a lo largo de su trayectoria profesional, posibilitándole establecer mejores respuestas a cada uno de los problemas prácticos planteados (Lachner, Jarodzka y Nückles, 2016). Como consecuencia, una formación del profesorado que contemple procesos dialógicos sobre sus propias concepciones y prácticas, que propicie mediante esta interacción un metaconocimiento de las mismas y que, en consecuencia, posibilite la adopción de decisiones que generen mejoras efectivas en el aprendizaje de los alumnos, se manifiesta como un modelo alternativo a otros tradicionales (fundamentalmente, los basados bien en la realización exclusiva de cursos específicos puntuales, impartidos por expertos, sin estar integrados en un marco general de acción, cambio y mejora o en cursos generales de formación en centros, que presentan el inconveniente de la escasa posibilidad de su transferencia a la práctica de la enseñanza de las ciencias, al no promoverse en los mismos una reflexión epistemológica y psicológica en el área CTEM) (Copello y Sanmartí, 2001; van Driel y de Jong, 2015).

Resulta obvio que cada profesor, en función de su punto de partida, de sus preferencias, intereses, necesidades, contexto de actuación, etc., puede decantar o focalizar su acción docente en algunos puntos más que en otros e incluso especializarse en alguno en particular, pero teniendo siempre presente que no puede dejar desatendido ninguno de los aspectos que en este trabajo se plantean, ya que todos ellos están estrechamente interrelacionados y actúan en beneficio del resto, como luego se indicará.

Por todo lo referido, máxime cuando las propuestas curriculares de desarrollo y/o de cambio necesitan un gran esfuerzo y mucho tiempo para consolidarse, conviene insistir, como se señalaba al principio, en la necesidad de establecer un análisis y una reflexión crítica sobre la práctica docente en ciencias acerca de qué aspectos singulares (basados en conocimientos básicos y válidos sobre el saber, el saber hacer y el saber ser y estar) son fundamentales y definen el perfil profesional del profesorado CTEM. Ello permitirá, en una etapa posterior, no tratada en este estudio, examinar qué aspectos de la formación del profesorado CTEM han podido quedar desatendidos para impulsarlos, si se considera adecuado, cuáles se deben ampliar y fomentar, qué elementos nuevos se deben incluir, así como los que se deben revisar y en qué grado. De esa forma, se podrán establecer qué planteamientos y acciones concretas pueden ser más provechosas, lo que puede generar un mayor grado de satisfacción entre todos los actores implicados a la hora de mejorar la formación permanente del profesorado CTEM. Cabe esperar que la mejora en la práctica educativa y en los resultados académicos se percibirán con agrado tanto por el profesorado, como por la comunidad educativa en su totalidad.

3. Principios generales que fundamentan un modelo de perfil profesional básico del profesorado CTEM

Una de las referencias esenciales del modelo elaborado corresponde a los trabajos realizados por Lee S. Shulman a mediados de la década de los años ochenta del siglo pasado (Shulman, 1986, 1987), que han influido notablemente en posteriores estudios sobre el perfil docente. Este autor propuso siete dominios de conocimiento necesarios para que el profesor (en nuestro caso CTEM) desarrolle adecuadamente su profesión:

- a) Conocimiento del contenido.
- b) Conocimiento pedagógico.
- c) Conocimiento de la escuela y su entorno.
- d) Conocimiento de los alumnos.
- e) Conocimiento del currículum.
- f) Conocimiento pedagógico del contenido.
- g) Conocimiento de los fines, propósitos y valores educativos.

En este trabajo, en un primer momento, nos vamos a centrar en presentar y desarrollar brevemente el denominado Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC), para posteriormente ampliar esta visión inicial, introduciendo nuevos elementos de consideración para un adecuado desarrollo profesional docente CTEM.

3.1. El modelo TPACK

Una de las ideas más influyentes de Shulman fue el concepto de Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC). En concreto, este autor argumentó sobre la interacción e integración entre el conocimiento sobre el contenido específico o temático de la materia a enseñar y sus elementos pedagógicos asociados. En concreto, Shulman se preguntó cómo el profesor transforma su pericia en la materia científica en una forma que los estudiantes puedan comprender, proceso que debe pasar por un encuentro entre el conocimiento del contenido temático de la materia (CC), referido a los conceptos y la comprensión de las estructuras de un tema en la mente del profesor, y el

conocimiento del contenido pedagógico y curricular (CP), relativo a la organización y dirección de las clases, al conocimiento de las teorías y métodos de enseñanza y sus programas. La síntesis de estos dos tipos de conocimiento genera el conocimiento pedagógico del contenido (CPC), que incluye las formas de representación y formulación del tema que lo hacen comprensible a los estudiantes, y por tanto, materia para la enseñanza. En lo referido al desarrollo y tratamiento de aspectos específicos de las ciencias, esta idea tan potente ha generado una ingente cantidad de investigación didáctica que se ha focalizado fundamentalmente en el estudio de la naturaleza de este conocimiento y de los elementos esenciales que lo componen (Gess-Newsome y Lederman, 1999; Van Driel, de Jong y Verloop, 2002; Garritz y Trinidad-Velasco, 2004; Berry, Friedrichsen y Loughran, 2015). En concreto, entre las orientaciones de enseñanza que más literatura científica han generado acerca del denominado CPC, se encuentran las siguientes (Friedrichsen, van Driel, Abell, 2011):

- i. conocimiento de la evaluación en las ciencias y de las implicaciones que supone una correcta alfabetización científica;
- ii. conocimiento del currículum;
- iii. conocimiento acerca de cómo el alumnado aprende ciencias;
- iv. conocimiento acerca de las diferentes estrategias de instrucción.

En este sentido, finalmente indicar que en los cambios que se han suscitado en los últimos años en los programas de formación del profesorado hay una tendencia común a interesarse por las concepciones del aprendizaje de los profesores y por el trabajo que transforma un objeto de saber en un objeto de enseñanza, denominado por Chevallard (1991) transposición didáctica.

De forma paralela, se ha iniciado en los últimos años un proceso creciente de enculturación digital en todos los ámbitos de la sociedad, lo que necesariamente supone un impacto fundamental en los canales de transposición didáctica. Esto es, en las formas en las que se genera el conocimiento pedagógico del contenido y en las formas en las que se realizan las actividades en el aula o fuera de ella. El acrónimo TAC (Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento) alude a la adecuada aplicación de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) en un entorno educativo concreto. En este marco, el profesor debe implementar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje para potenciarlo, integrando además la adquisición de competencias digitales del alumnado, imprescindible para lograr su inclusión y participación activa en la sociedad del conocimiento (UNESCO, 2008; Grizzle y Wilson, 2011; Area y Guarro, 2012; van Assche, Anido-Rifón, Griffiths, Lewin y McNicol, 2015; Álvarez y Gisbert, 2015).

En este punto, la formulación del modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) (Harris, Mishra y Koehler, 2009; Koehler y Mishra, 2009; Koehler, Mishra y Cain, 2015) plantea una ampliación de las ideas de Shulman, ya que al CPC se le añade el Conocimiento del Contenido Tecnológico (CT). Esta nueva dimensión del conocimiento se refiere al conocimiento de las herramientas y recursos tecnológicos (Internet, diferentes tipos de dispositivos, aplicaciones, lenguajes de programación, etc.), incluyendo su uso y aplicación productiva en el trabajo y la capacidad de adaptarse y renovarse de forma permanente a los nuevos avances y versiones. El modelo TPACK define el proceso de enseñanza-aprendizaje como un proceso complejo de interrelaciones que genera cuatro campos de intersección: el citado Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC); el Conocimiento Tecnológico del Contenido (CTC), que alude a cómo tecnología y contenidos se influyen y limitan entre sí; el Conocimiento Pedagógico Tecnológico (CPT), referido a la comprensión del uso e implicaciones de las herramientas tecnológicas en las estrategias pedagógicas; y, por último, la síntesis de todos estos campos en el Conocimiento

Pedagógico Tecnológico del Contenido (CPTC). Este conocimiento supera una visión aislada del resto de conocimientos señalados, integrándolos en un proceso de enseñanza-aprendizaje completo, significativo y eficiente en el que, por ejemplo, los conceptos se representan usando tecnologías. Es decir, se usa la tecnología de forma constructiva para aplicar técnicas pedagógicas que facilitan la transposición didáctica, los alumnos resuelven los problemas con ayuda de las herramientas tecnológicas a su disposición, o se fortalecen las epistemologías del conocimiento y se generan otras nuevas a través del aprendizaje mediante las tecnologías. En definitiva, la propuesta del modelo TPACK define un perfil profesional docente que, además de dominar el contenido y las estrategias de transposición didáctica, conoce y utiliza las herramientas tecnológicas que mejoran los procesos de enseñanza-aprendizaje.

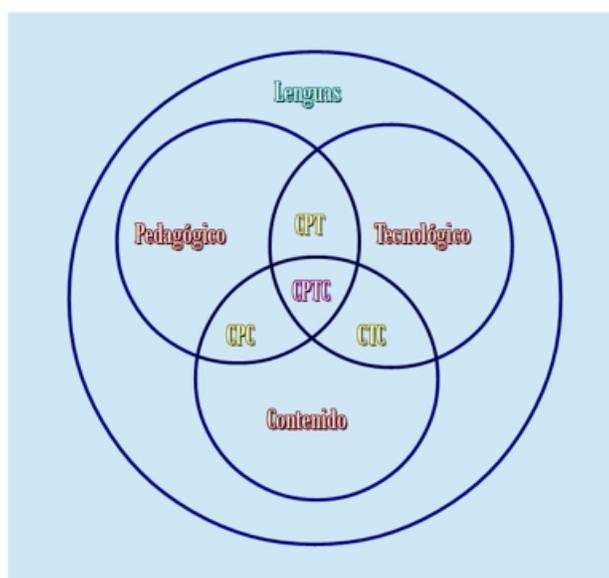


Figura 1: Integración de los distintos conocimientos que configuran el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content and Language Knowledge).

El impacto social de Internet y de los medios digitales en un mundo cada vez más globalizado realza de importancia del significado de la T en el modelo TPACK. Por ello, el profesorado CTEM debería tomar plena conciencia de su responsabilidad en este sentido. Sin embargo, buena parte de estos profesores desconocen cómo integrar efectivamente las nuevas tecnologías (Google drive, You Tube, Wikis, blogs, simulaciones en línea, redes sociales, etc.) en sus clases (Barak, 2014). Esta circunstancia tiene claras implicaciones para la formación del profesorado CTEM del siglo XXI (Barak, 2016).

Por último, no hay que olvidar que el proceso de enseñanza-aprendizaje descrito en el modelo relacional TPACK se integra en un contexto social y comunicativo de interacción profesor-alumno y entre los propios alumnos. Esta perspectiva se enmarca en una visión socioconstructivista del aprendizaje (Vygotsky, 1995). Por ello, es importante que el profesor:

- a) aborde su labor como un proceso comunicativo dentro del medio social que supone la clase de ciencias, que es esencial a la hora de propiciar el desarrollo cognitivo del alumno;
- b) comprenda que el lenguaje es un elemento clave en su trabajo que facilita y produce el aprendizaje del alumnado, ya que pensamiento y lenguaje actúan de forma sinérgica en beneficio mutuo.

En este sentido, debemos remarcar la complejidad de la tarea docente, que queda ejemplificada, en una primera aproximación, en la figura 1, en la que se puede apreciar que el modelo TPACK se transforma en modelo TPACLK, en la que la L hace referencia a la(s) Lengua(s) (o más genéricamente, al lenguaje). Se parte de la premisa de que todo profesor es profesor de lengua y que toda lección es también una clase de lengua, según se ha argumentado por diferentes autores, como se señala en un artículo reciente (Quílez, 2016a). Sin embargo, muchos docentes no se consideran profesores de lengua ni se ven capacitados para actuar de esta forma, a pesar de que existen múltiples aspectos relacionados con el lenguaje que actúan como obstáculos de aprendizaje de las ciencias. Estas barreras se pueden clasificar en los siguientes apartados (Quílez, 2016b):

- a) el vocabulario específico de las ciencias, la tecnología y las matemáticas;
- b) la complejidad con la que suelen estar escritos los libros de texto de ciencias; particularmente en lo referido al número de términos nuevos, la gramática y sintaxis empleadas, así como en los tipos de textos utilizados;
- c) las formas de redacción de problemas y cuestiones de evaluación y, como consecuencia, las dificultades de comprensión asociadas;
- d) la escasa atención prestada para el desarrollo de capacidades de alta demanda conceptual;
- e) las pocas oportunidades para argumentar científicamente;
- f) el lenguaje simbólico y matemático asociado al aprendizaje de las ciencias;
- g) las actitudes del profesorado como profesores de lengua y la deficiente formación tanto inicial como permanente existente en este aspecto.

En la superación de estos obstáculos, la consideración consciente y explícita de la dimensión lingüística propicia que se fomenten ambientes de aprendizaje dialógicos en un contexto exploratorio de ideas (Wells, 1999), lo cual redundará en el alumnado en la paulatina superación de ideas alternativas y la consiguiente adquisición de ideas científicas sólidas, dentro de un ambiente de trabajo colaborativo de indagación científica (Mercer, Dawes, Wegerif y Sams, 2004).

Esta perspectiva lingüística cobra todavía más importancia en contextos educativos en los que existen dos lenguas cooficiales y porque, además, en los últimos años se ha iniciado un esfuerzo para que el inglés sea la lengua vehicular de contenidos en las clases tanto de Primaria como de Secundaria, mediante la creación de centros plurilingües. En concreto, esa L quiere expresar la importancia que tiene la capacidad de expresarse (científicamente, en nuestro caso), utilizando no sólo el lenguaje académico sino también lenguajes propios del ámbito CTEM, tales como el lenguaje matemático, el simbólico y el visual, prestando especial atención a la capacidad de comunicarse de forma oral (Lemke, 1990), reforzada y complementada mediante actividades que desarrollen la lectura y la escritura (Ellis, 2004). Se trata, en definitiva, de superar el comportamiento pasivo que se suele otorgar al alumno en la clase tradicional, en la que básicamente escucha, de forma más o menos pasiva, las explicaciones del profesor. Como alternativa, de mayor potencialidad formativa, se configura la clase de CTEM en la que los alumnos hablan, leen, escriben y escuchan críticamente a sus compañeros y al profesor, en un ambiente colaborativo que facilita el cambio conceptual, ya que los alumnos ponen a prueba sus ideas, revisándolas mediante debates y argumentaciones, lo que origina que necesiten construir nuevas formas (más potentes y fructíferas, que superen las limitaciones encontradas) de entender y de conceptualizar, siempre guiados y apoyados por su profesor.

Por todo ello, el desarrollo de capacidades de argumentación científica en el alumnado (Jiménez y Erduran, 2008) se manifiesta como uno de los principales objetivos de alfabetización científica (Osborne, 2002). En este sentido, conviene tener presente las características específicas del registro científico (vocabulario específico, estructuras gramaticales, empleo de la nominalización, etc.), que lo diferencian notablemente del lenguaje cotidiano o del registro narrativo, a los que el alumnado está más acostumbrado. Estas diferencias entre esos registros lingüísticos han propiciado que se compare la dificultad del aprendizaje del lenguaje de la ciencia con la correspondiente al de una segunda lengua (Wellington y Osborne, 2001). Además, se quiere insistir en que las interrelaciones entre pensamiento y lenguaje señaladas por Vygotsky refuerzan la importancia que juega el dominio del lenguaje académico en cualquier situación de aprendizaje CTEM.

3.2. Aspectos motivacionales del alumnado y del profesorado

Diferentes investigaciones (Osborne, Simon y Collins, 2003) han llamado la atención acerca del creciente desinterés del alumnado hacia los estudios relacionados con las ciencias, lo que ha provocado que no sólo disminuya durante la adolescencia el número de alumnos que cursan asignaturas relacionadas con el área CTEM, sino que además los objetivos que pretenden un aumento de la alfabetización científica no llegan a conseguirse (Riess, 2000). Todo ello debería concienciar al profesorado CTEM para realizar actuaciones que cambien esta tendencia (Veder-Weiss y Fortus, 2011).

Por ello, si bien el profesorado CTEM debe tender a poseer un gran dominio en lo que respecta al modelo TPACK, conviene explicitar varios aspectos motivacionales, también muy interrelacionados, que son clave a la hora de mejorar el aprendizaje de los alumnos del ámbito CTEM.

Además de procurar que los estudiantes experimenten un progresivo aumento en lo que se refiere a aspectos puramente disciplinares, al mismo tiempo se debe intentar que perciban como relevantes los problemas que se tratan en la clase (Eilks y Hofstein, 2015). Una de las acciones más efectivas en este sentido se asocia con el planteamiento de situaciones problemáticas que se acerquen o respondan a circunstancias que les afectan en la vida diaria; es decir, los problemas formulados utilizan contextos que son significativos y próximos para el alumnado. Se trata, en definitiva, de preparar a los futuros ciudadanos para que desarrollen una actitud escéptica y crítica hacia problemas sociocientíficos, que les posibilite posicionarse ante los mismos y tomar decisiones responsables. De esta forma, los alumnos perciben que lo tratado en las distintas situaciones de enseñanza-aprendizaje tiene una clara componente funcional, lo que se suele manifestar en su interés por el estudio de las ciencias. Otros aspectos a destacar que aumentan la motivación de los estudiantes de ciencias hacia estas disciplinas son (Pickens, 2007): a) la posibilidad de poder mantener en el aula discusiones entre los propios alumnos, integradas en procesos de indagación científica, propiciando con ello la socialización entre todo el alumnado, lo que evita que los menos capaces se queden atrás desde el principio, no perdiendo con ello el ritmo de la clase; b) el entusiasmo del profesor a la hora de iniciar la presentación de un nuevo tema de estudio; c) un ambiente positivo y colaborativo de trabajo.

Pero la generación de actitudes positivas en el ámbito CTEM tiene que partir de la premisa de que el propio profesorado también está motivado y no presenta actitudes negativas hacia ciertas disciplinas científicas y a algunos métodos de docencia no tradicionales. Como ejemplo podemos citar el caso de muchos de los profesores de Primaria en formación (Brigido, Borrachero, Bermejo y Mellado, 2013). Estas posturas, que en ocasiones se manifiestan en forma de rechazo, se deben, en gran parte, a importantes deficiencias formativas iniciales acerca de los contenidos a impartir

y/o a la propia percepción de las carencias existentes en cuanto a nuevas formas de enseñanza, que actúan como obstáculos de cambio. Por ello, un necesario conocimiento adecuado de la disciplina a enseñar, no sólo otorga a los profesores una seguridad en su trabajo, sino que además es un importante prerrequisito para generar en los estudiantes actitudes positivas. En este sentido, uno de los presupuestos esenciales debe ser que el profesorado CTEM esté convencido de la utilidad de su trabajo y que manifieste abiertamente altas expectativas a su alumnado. Además, una actitud sincera hacia nuevos planteamientos didácticos favorece estas relaciones emocionales en el aula. Para ello, en ocasiones, el profesorado deberá superar ciertas barreras relacionadas con las propias apreciaciones de su capacidad para realizar cambios e innovaciones, superando el modelo tradicional. De esta forma, se puede concluir que un talante abierto hacia nuevas propuestas, así como la posesión de interés y de un cierto apasionamiento, manifestados mediante la clara transmisión del propio entusiasmo por la tarea docente se configuran, en consecuencia, como elementos de gran importancia a la hora de motivar al alumnado.

4. Perfil específico del profesorado CTEM

La dificultad y la exigencia del trabajo docente que se derivan de lo tratado en el apartado 3 de este artículo, requieren que el profesorado se involucre en un trabajo intelectual, emocional y organizativo en el contexto específico del área CTEM. Pero esta actividad debería desarrollarse de forma coordinada no sólo dentro de este ámbito, sino que también resulta imprescindible contar con el profesorado del resto de áreas que integran el claustro de profesores de cada centro de enseñanza y, por extensión, con el resto de la comunidad educativa (Adey, 2004; Perrenaud, 2004; Sarramona, 2007; Tribó, 2008; Ferrández y Sánchez, 2014). Esta perspectiva más amplia excede el ámbito e intención de este estudio, por lo que, como hemos ido indicando, en este trabajo nos centramos en establecer una propuesta de perfil específico del profesorado CTEM. Existen muchos trabajos previos que han intentado acotar el perfil profesional del profesorado CTEM o que han reflexionado acerca del mismo a partir de la investigación educativa realizada en el campo de la formación del profesorado (Gil, 1991; Bell y Gilbert, 1994; Furió, 1994; Porlán y Martín del Pozo, 2002; Talanquer, 2004; Bishop y Denley, 2007; Dillon, 2010; Lourcks-Horsley et al., 2010; Corrigan et al., 2011).

En función de estos estudios previos y, en concreto, del modelo TPACLK expuesto previamente y de los aspectos motivacionales asociados, conviene realizar una nueva presentación que intente proporcionar una visión general, aunque relativamente sucinta en su formulación, que actualice el perfil profesional del profesorado CTEM, presentándolo desde una perspectiva organizativa en cierta medida novedosa, que además incorpora nuevos elementos a considerar. En cualquier caso, se debe advertir que esta formulación de ninguna manera pretende ser exhaustiva o completa y definitiva, pero sí que intenta ser orientadora.

A partir de la discusión general realizada, este estudio se ha estructurado en seis apartados, lo que posibilita concretar y configurar el perfil profesional específico CTEM en una serie de seis grandes capacidades (Figura 2 y Tabla 1) que posteriormente iremos acotando. Con todo, conviene advertir que si bien cada una de esas seis capacidades se encuentran relacionadas y que cobran verdadero sentido en relación con el resto, la división realizada posibilita un conocimiento que se presenta organizado y pormenorizado en torno a los principios generales que se han establecido previamente en este estudio. Los dos primeros puntos están esencialmente relacionados con los aspectos disciplinares y didácticos de la(s) disciplina(s) a impartir. El tercero enfatiza la importancia de la lengua en el ámbito CTEM y el cuarto apartado se centra sobre la generación de aspectos motivacionales en el alumnado. Por su parte, el punto quinto corresponde a la propia percepción del profesorado y a la necesidad de superación de ciertas

barreras que le pueden dificultar su desarrollo profesional. Por último, el apartado sexto trata cuestiones que tienen que ver con el dominio e integración efectiva en el aula CTEM de las tecnologías de la información y la comunicación. Estas seis dimensiones generales, que constituyen elementos esenciales de profesionalización docente CTEM, se desarrollan y se concretan de forma detallada en el apartado siguiente de este trabajo.

-
- 1) Dominar los contenidos científicos actualizados de su área de conocimiento, entendiéndolo como tales:
 - a) la naturaleza de la ciencia y su evolución histórica;
 - b) las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente;
 - c) la demanda conceptual de los distintos conceptos y la estructura y las relaciones entre los mismos;
 - d) las estrategias didácticas, los recursos seleccionados y el uso del registro lingüístico científico.
 - 2) Dominar los principios que fundamentan la didáctica específica de su área de conocimiento, lo que supone desarrollar un conocimiento pedagógico del contenido, fundamentado en el análisis y evaluación de la situación formativa concreta que propicie propuestas fundamentadas de innovación educativa.
 - 3) Conocer el papel fundamental que juega la lengua en la clase de ciencias, así como las relaciones existentes entre pensamiento y lenguaje.
 - 4) Motivar al alumnado en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología.
 - 5) Superar posibles insatisfacciones en el ejercicio de la actividad docente, así como vencer las resistencias iniciales derivadas de la falta de conocimientos y/o del escaso dominio de procedimientos propiamente científicos, lo que implica el aumento progresivo de competencia y seguridad en la práctica docente y la consolidación de su desarrollo profesional.
 - 6) Dominar las tecnologías de la información y de la comunicación para poderlas utilizar en la didáctica del área o disciplina, en el entorno común de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento.
-

Tabla 1: Clasificación de las principales capacidades profesionales del perfil docente del profesorado CTEM

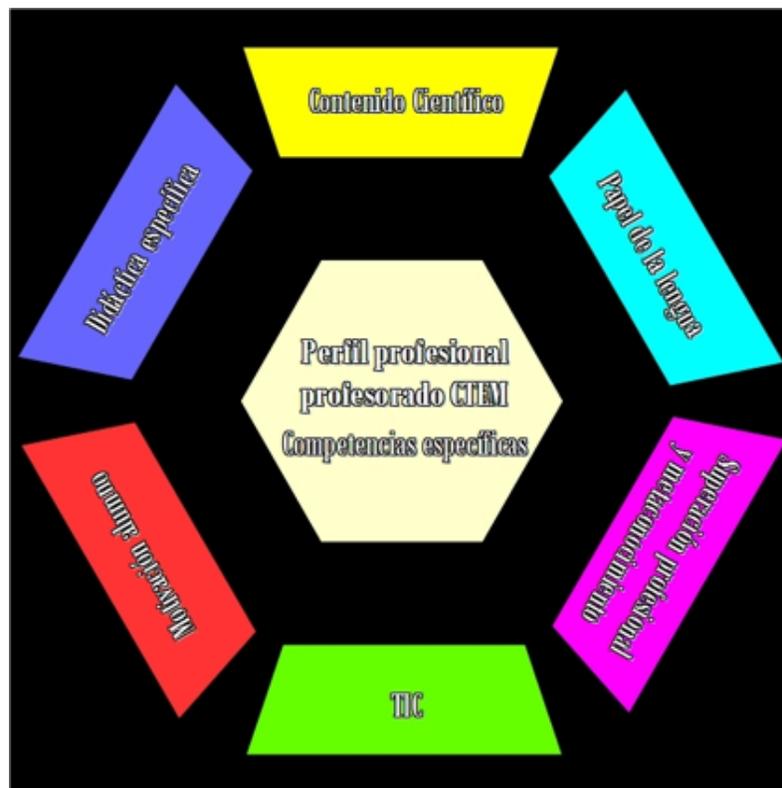


Figura 2: Aspectos fundamentales que configuran las capacidades básicas del perfil profesional específico CTEM.

5. Capacidades específicas básicas correspondientes al perfil profesional CTEM

Como se ha indicado en el segundo apartado de este estudio, las capacidades que se presentan no pretenden definir el perfil de lo que podríamos llamar un buen profesor CTEM, como algo cerrado y definitivo, sino que se configuran como un camino de profesionalización docente, lo suficientemente amplio y diversificado que permita su adaptación a nuevas necesidades y demandas, y que además posibiliten campos de especialización docente en alguna de las áreas específicas que se señalan, sin que ello implique dejar desatendidas el resto de capacidades que se detallan.

En el desarrollo y la evaluación de estos conocimientos específicos, el profesorado necesitará compartir, analizar y discutir experiencias, conocimientos y propuestas con otros compañeros interesados en cómo integrar todos (o parte) de estos saberes en situaciones concretas de clase con el alumnado. Es decir, en cualquier caso, el trabajo entre iguales basado en marcos de actuación docente inspirados en la investigación e innovación educativas se presenta como esencial para un buen desarrollo profesional docente en el ámbito CTEM. A continuación, se presenta la concreción pormenorizada de las capacidades específicas generales señaladas en la Tabla 1 y en la Figura 2.

- 1) **Dominar los contenidos científicos actualizados de su área de conocimiento, entendiéndolo como tales:** a) la naturaleza de la ciencia y su evolución histórica; b) las relaciones entre ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente; c) la demanda conceptual de los distintos conceptos y la estructura y relaciones entre los mismos; d) las estrategias didácticas, los recursos seleccionados y el uso del registro lingüístico científico.

Ello implica:

- a) Conocer el origen y la evolución histórica de las teorías y conceptos científicos, su grado de aplicabilidad y sus limitaciones. Este conocimiento no sólo supone desarrollar la capacidad que implica responder acerca de qué sabemos sino de saber también dar respuesta a preguntas epistemológicas acerca de cómo hemos llegado a saber lo que sabemos, en donde el planteamiento de problemas (¿por qué?) ha jugado siempre un papel fundamental en la generación y evolución del pensamiento científico.
- b) Tener una visión general de cómo funciona la ciencia y cómo se construye el conocimiento científico, superando visiones empiristas o inductivas, que reconozca la importancia del planteamiento de problemas relevantes y de cómo los mismos pueden encontrar solución, dentro de un contexto de indagación científica en el que los debates y las controversias científicas desempeñan un papel fundamental.
- c) Conocer la demanda conceptual de los conceptos que se van a trabajar en clase para poder realizar adaptaciones o ayudas que faciliten al alumnado el aprendizaje no memorístico de los aspectos estudiados.
- d) Conocer las relaciones existentes entre la ciencia y la tecnología dentro del marco social que las integra, así como su repercusión en su entorno, tanto natural como social, conociendo su impacto en la sostenibilidad del mismo.
- e) Saber plantear y resolver situaciones problemáticas de indagación científica para los distintos niveles educativos, en los que se ponga de manifiesto el cuestionamiento de lo aparentemente obvio y la formulación de hipótesis, el proceso de intento de resolución a través de la exploración y la experimentación, el análisis de este proceso mediante

su discusión e interpretación, y la determinación de conclusiones y nuevas preguntas o aplicaciones prácticas. En este sentido, el profesorado CTEM debe saber que no existe un método científico universal, entendido como un proceso rígido y secuencial que todos los científicos (y, por extensión, todos los alumnos) deben seguir en sus investigaciones o trabajos de indagación científica.

- f) En el contexto formulado en el apartado anterior, saber plantear y resolver problemas de lápiz y papel, analizar casos y procesos, objetos y sistemas, así como diseñar, realizar y evaluar trabajos prácticos.
- g) En función de los dos apartados anteriores, fomentar el desarrollo de capacidades de alta demanda cognitiva, tomando el pensamiento crítico como eje central.
- h) Conocer la estructura de la disciplina a partir de sus conceptos de mayor carácter jerárquico y de las relaciones entre los mismos.
 - i) Analizar de manera crítica la estructura y los contenidos del currículum, como punto de partida para la elaboración de propuestas fundamentadas de secuenciación.
 - j) Examinar críticamente materiales didácticos ya elaborados, especialmente secuenciaciones, planteamientos metodológicos y propuestas procedentes de materiales editoriales, seleccionando y adaptando los más adecuados al proceso de enseñanza-aprendizaje.
 - k) Poseer un amplio repertorio de formas de representación de ideas: modelos, analogías, metáforas, ilustraciones, ejemplos, demostraciones, etc. que permitan ser utilizadas para hacer comprensible el conocimiento científico a los alumnos.
 - l) Poseer un amplio catálogo de métodos y de recursos didácticos que le permitan introducir y trabajar los contenidos curriculares de la manera más adecuada a las características derivadas de la interacción de dichos contenidos con el alumnado al que van dirigidos.
- m) Conocer los problemas existentes en nuestra sociedad en los que una parte de los mismos es de carácter científico, pero que no tienen una respuesta única al ser situaciones problemáticas complejas y a veces no muy bien definidas o acotadas por estar afectadas de factores sociales, culturales, políticos y económicos, entre otros, que pueden competir entre sí o entrar en conflicto, por lo que requieren que se aborden desde una perspectiva interdisciplinar, con soluciones siempre tentativas, asociadas a toma de decisiones de un cierto riesgo (sostenibilidad, por ejemplo).
- n) Reconocer la influencia mutua entre ciencia, tecnología, y sociedad, y la necesidad de que la ciudadanía esté alfabetizada científica y tecnológicamente para poder participar en procesos de toma de decisiones y/o de investigación responsable.
- o) Conocer las principales características del registro lingüístico científico y diferenciarlo del registro lingüístico narrativo.

2) Dominar los principios que fundamentan la didáctica específica de su área de conocimiento, lo que supone desarrollar un conocimiento pedagógico del contenido, fundamentado en el análisis y evaluación de la situación formativa concreta que propicie propuestas fundamentadas de innovación educativa.

Ello implica:

- a) Cuestionar sus propias concepciones iniciales sobre la ciencia, así como las relacionadas con las actitudes y los modelos previos sobre sus formas de su enseñanza, asociadas a planteamientos rígidos, empiristas y poco fundamentados acerca de su aprendizaje.

- b) Conocer el consenso educativo en cuanto al papel del profesor como orientador y facilitador, actuando como guía de los alumnos durante el proceso de construcción de las habilidades y de los conocimientos científicos.
- c) Fomentar un ambiente colaborativo de diálogo y debate de ideas que posibilite una progresiva mejora de la argumentación en los estudiantes, a la luz de su evaluación y voluntad de consenso, con el fin de describir, clasificar, relacionar, entender, analizar, predecir y justificar diferentes hechos científicos.
- d) Conocer el consenso educativo sobre las formas menos productivas de aprendizaje significativo de los alumnos, relacionadas con el papel pasivo del alumnado, en donde el profesorado actúa como transmisor de conocimientos ya elaborados que se deben aprender de forma memorística.
- e) Saber que los alumnos deben superar distintas barreras en el proceso de aprendizaje, principalmente las que impone un conocimiento previo que utiliza reglas de inferencia en las que predomina un razonamiento causal lineal simple, asociado con frecuencia a saberes no científicos transmitidos en el entorno social del alumno.
- f) Conocer el conocimiento previo que los estudiantes poseen en el inicio de toda situación educativa, así como las principales dificultades que se deben superar y los errores conceptuales que los alumnos generan en el proceso de construcción de nuevos conocimientos científicos, sus características principales, así como los métodos y estrategias más apropiados para tratar de evitar y/o superar esas ideas erróneas y los procedimientos de inferencia que suelen estar asociados a los mismos.
- g) Estructurar la clase evitando tomar en exclusiva el protagonismo, siendo los alumnos el centro de atención, dando tiempo suficiente para que hablen, debatan, clarifiquen sus ideas y traten de ponerlas en práctica, de forma que la clase contemple también momentos de lectura crítica y de escritura sobre aspectos relevantes que permitan sintetizar y concretar avances y explicitar caminos seguidos.
- h) En consonancia con los apartados anteriores, conseguir que la clase de ciencias se convierta en un foro de indagación científica que trata de dar solución a diferentes problemas planteados, donde la controversia inicial se debe enfocar desde el compromiso de alcanzar un consenso que supere las dificultades iniciales encontradas.
- i) Superar el enfoque algorítmico en la resolución de problemas, planteando los problemas con distintos grados de apertura, de forma que faciliten diferentes estrategias de resolución, así como el análisis y validación de los resultados. En este sentido, se deben considerar los trabajos prácticos no como procesos que implican la reproducción o el seguimiento de unas instrucciones, sino como instrumentos que fomentan el pensamiento crítico y la indagación científica.
- j) Presentar los modelos como una representación de la realidad que pretenden explicar, haciendo énfasis en que no se trata de una copia o una maqueta a escala, sino de una construcción teórica más o menos simple que trata de dar cuenta de una realidad compleja. En esta misma línea, se deben presentar las analogías señalando explícitamente las partes comunes con aquello que se pretende explicar, indicando también los elementos diferentes o no comunes.
- k) Saber hacer la transposición didáctica del metaconocimiento al metaaprendizaje en la propia área, con el objetivo de crear situaciones que favorezcan el aprendizaje autónomo y de ayudar a aprender a aprender.
- l) Reflexionar críticamente sobre la práctica docente (autoevaluación y evaluación compartida) para introducir elementos de cambio y de mejora.

- m) Disponer de una amplia gama de recursos de evaluación (inicial, formativa y sumativa), tanto cualitativos como cuantitativos, que se adapten a los distintos fines que se proponen alcanzar.
- n) Realizar una evaluación inicial de los alumnos y desarrollar un seguimiento del proceso de aprendizaje a través de evaluaciones cualitativas que permitan observar y estimular su progreso, realizando adaptaciones o correcciones cuando se estime necesario.
- o) Superar la visión tradicional de la supuesta objetividad y precisión de la evaluación (calificación), que pretende clasificar al alumnado, empleando como único instrumento pruebas finales.
- p) Diseñar una programación didáctica de la propia área en los niveles y ciclos de que sea responsable, adaptando didácticamente los contenidos al perfil psicopedagógico de los alumnos para conseguir un aprendizaje comprensivo y significativo.
- q) Elaborar propuestas de adaptación individual del currículum del área para atender necesidades educativas especiales.
- r) Conocer estrategias educativas innovadoras, para reflexionar sobre la práctica educativa y mejorarla. Ello implica saber disponer de una amplia gama de recursos que puedan ser desarrollados y contextualizados en diferentes momentos y situaciones, fruto del análisis y evaluación de la propia experiencia docente, del trabajo en equipo con otros compañeros y de la lectura crítica de trabajos de innovación e investigación educativa en revistas de didáctica de las ciencias.
- s) Plantear situaciones de aprendizaje, no estrictamente disciplinares o académicas, que supongan estudiar problemas cotidianos relevantes para el alumnado, que posibiliten una aproximación multidisciplinar.

3) Conocer el papel fundamental que juega la lengua en la clase de ciencias, así como las relaciones existentes entre pensamiento y lenguaje.

Ello implica:

- a) Reconocer la importancia de intentar armonizar de una forma efectiva el desarrollo mutuo de pensamiento y lenguaje.
- b) Promover procesos dialógicos en el aula, dando oportunidades y tiempo a los alumnos para la exposición de sus ideas, haciendo del diálogo con el profesor una exploración de ideas, y evitando, en la medida de lo posible, el diálogo triádico.
- c) Dar múltiples oportunidades de diálogo entre los alumnos, en un ambiente de colaboración y de respeto mutuo, con voluntad de llegar a un consenso final.
- d) Explicitar el carácter polisémico de muchos términos conceptuales, diferenciando el significado científico del cotidiano.
- e) Contextualizar el significado de los términos empleados dentro de una situación de aprendizaje concreta.
- f) Potenciar el empleo del lenguaje académico mediante lecturas críticas y producción de escritos que refuercen el metaconocimiento, la capacidad de síntesis y la creación de documentos originales.
- g) En función del apartado anterior ayudar al alumnado a que sea consciente de sus propias ideas iniciales, así como del proceso seguido de cambio conceptual.
- h) Provocar situaciones en las que se desarrolle la capacidad de argumentar científicamente.

- i) Dar oportunidades para que los alumnos mejoren progresivamente en su capacidad de formular buenas cuestiones, dentro de un proceso de indagación científica.
- j) Ayudar a entender y manejar el lenguaje matemático y el simbólico.

4) **Motivar al alumnado en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología.**

Ello implica:

- a) Acercar la ciencia a aspectos de la vida cotidiana, mediante acciones CTSA (Ciencia-Técnica-Sociedad-Ambiente) en ambientes de aprendizaje tanto formales como no formales (visitas a museos, instalaciones, acciones de campo, etc.). Ello supone plantear problemas sociocientíficos que sirvan para que el alumnado tome conciencia de la relevancia del estudio de las ciencias, contextualizándolo en sus experiencias, formas de vida y necesidades, de forma que el mismo se perciba como conocimiento científico funcional.
- b) Presentar la ciencia no como un campo del saber restringido a unos pocos, con marcado carácter propedéutico, sino como un elemento más de la cultura (alfabetización científica), esencial en la formación del futuro ciudadano para comprender el mundo que habita, estar informado y ser escéptico y crítico hacia informaciones de carácter científico que le pueden afectar, así como a la hora de tomar decisiones responsables ante problemas o situaciones sociales de su entorno inmediato o de carácter más general o global.
- c) Saber gestionar la actividad en el aula y su clima relacional, creando un ambiente de acogimiento, de confianza, de diálogo, de respeto y de trabajo.
- d) Fomentar dinámicas que cohesionen e integren el trabajo del grupo-clase, y que muestren sensibilidad intercultural y respeto a la diversidad de los alumnos, considerando ésta como un elemento enriquecedor de los procesos de enseñanza/aprendizaje.
- e) Interpretar la diversidad presente en el aula y buscar respuestas pedagógicas, individuales y colectivas, a los diferentes problemas de aprendizaje, capacidades e intereses del alumnado, derivados de su género, perfil cognitivo y origen sociocultural.
- f) Generar y mantener altas expectativas en cuanto al rendimiento de todo el alumnado, no sólo de los que inicialmente se muestren más capacitados o manifiesten un rendimiento mayor.

5) **Superar posibles insatisfacciones en el ejercicio de la actividad docente y vencer las resistencias iniciales derivadas de la falta de conocimientos o de dominio de procedimientos científicos, lo que conlleva el aumento progresivo de competencia y seguridad en la práctica docente y la consolidación de su desarrollo profesional.**

Ello implica:

- a) Vencer las resistencias a superar respecto al papel de profesor como mero transmisor de conocimientos elaborados, trascendiendo así la visión clásica de la clase de ciencias.
- b) Superar y evitar la imitación y la reproducción del modelo tradicional de su propia formación en ciencias, lo que supone voluntad de formación para posibilitar el cuestionamiento y renegociación de creencias, actitudes, preocupaciones, experiencias, intereses y rutinas, con el fin de desarrollar y emplear formas más significativas y efectivas de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

- c) Fomentar la comunicación con otros compañeros en un ambiente colaborativo y de intercambio de ideas, con el propósito de reducir los obstáculos iniciales, de plantear problemas y dar alternativas, de superar inseguridades, etc.
- d) Buscar y proponer ideas bien fundamentadas, así como recursos educativos alternativos que puedan ser desarrollados en clase y analizados críticamente.
- e) Formar grupos estables de profesores CTEM para la colaboración, la discusión y puesta en práctica de ideas, así como para la formulación y análisis de propuestas creativas e innovadoras.
- f) Reflexionar sobre la naturaleza problemática de su actividad profesional, estando abierto a innovaciones y cambios didácticos, mostrando actitud positiva y constructiva sobre formas diferentes de trabajo en clase o de desarrollo de aspectos metodológicos, con voluntad de mejora.
- g) Canalizar posibles insatisfacciones (dificultad de desarrollo del currículum, mejora del aprendizaje de los alumnos, etc.) sobre la propia práctica docente como punto de partida de un proceso progresivo de mejora.

6) Dominar las tecnologías de la información y de la comunicación para poderlas utilizar en la didáctica del área o disciplina, en el entorno común de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento.

Ello implica:

- a) Reconocer la necesidad de obtener información, localizarla, evaluarla, organizarla y transformarla en conocimiento válido para la comunidad educativa.
- b) Expresarse a través de diferentes dispositivos, medios, formatos y plataformas tecnológicas.
- c) Utilizar herramientas tecnológicas para comunicarse e interaccionar socialmente con los diferentes miembros de la comunidad educativa, mediante un código de conducta adecuado.
- d) Evaluar el impacto del uso de las tecnologías tanto en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como en el propio desarrollo profesional, con el fin de orientarlos hacia una mejora continua.
- e) Diferenciar los distintos tipos de contenidos presentes en Internet, en base al tipo de licencia con el que han sido generados, en función de las posibilidades de uso ligadas a estas licencias.
- f) Integrar (conocer, identificar y evaluar con sentido crítico) la tecnología en los procesos de enseñanza-aprendizaje para potenciar y generar nuevas metodologías y actividades.
- g) Utilizar y evaluar las herramientas tecnológicas en un marco de aprendizaje continuo e intercambio con otros profesionales.
- h) Emplear las tecnologías de la información de forma segura y responsable.
- i) Usar las herramientas tecnológicas para crear aplicaciones sencillas que intenten ayudar, facilitar o simplificar el trabajo tanto del alumnado como del profesorado.
- j) Utilizar diferentes dispositivos electrónicos, organizándolos y gestionándolos de forma sostenible, para articular entornos de aprendizaje colaborativos y personalizados, que se enfoquen hacia la mejor adquisición por parte del alumnado de capacidades y habilidades relacionadas con el manejo de estos instrumentos.

6. Comentarios finales y algunas posibles implicaciones para la formación del profesorado CTEM

La discusión previa realizada ha pretendido enmarcar y pormenorizar las áreas de desarrollo y las capacidades que conforman la profesionalización docente CTEM, entendida como un proceso continuo a largo plazo que, como una consecuencia esencial y necesaria, propicia actuaciones de innovación e investigación educativas. Este trabajo profesional se contempla, por tanto, como un intento de imbricación efectiva de la investigación educativa y la realidad escolar. Ello implica que cada profesor, integrado en la comunidad profesional de enseñanza CTEM, puede (desde perspectivas diferentes, aunque confluyentes) tomar responsabilidad compartida para analizar, rediseñar y llevar a la práctica el currículum, con el objetivo principal de intentar mejorar la motivación y el aprendizaje del alumnado.

La forma de organizar las capacidades citadas ha permitido establecer seis áreas importantes de formación del profesorado. Con ello, todos los actores implicados en esta actividad dispondrían de elementos de referencia concretos que pueden ayudar a configurar itinerarios tanto prescriptivos como potestativos de desarrollo y de reconocimiento de la actividad profesional como profesores CTEM.

En este aspecto, una implicación directa sería la evaluación objetiva de la actividad formativa realizada por cada profesor a lo largo del tiempo, que debería trascender la simple acumulación de horas de formación, como ocurre básicamente en la actualidad. La realización de proyectos colaborativos que posibiliten estudiar, adaptar, modificar, configurar y desarrollar adecuadamente el currículum, así como conocer mejor los problemas de aprendizaje del alumnado y/o diseñar y ejecutar acciones que ayuden a superarlos serían elementos esenciales a la hora de reconocer e incentivar el desarrollo profesional CTEM. En este sentido, para facilitar la realización de este tipo de actividades, conviene insistir en que la oferta formativa debería estar lo suficientemente diversificada y apoyada desde los organismos oficiales. Estos apoyos contemplarían asesorías de expertos y ayudas específicas al profesorado, así como la existencia de contextos que permitan establecer canales de comunicación, discusión y reflexión entre el profesorado CTEM sobre sus propias prácticas, concepciones didácticas, percepción de los contenidos a impartir, objetivos a conseguir y creencias iniciales sobre el aprendizaje, que posibiliten encontrar nuevas visiones adaptativas de cambio y de mejora. Con ello se quiere insistir en que, en cualquier caso, se trataría de evitar: a) por un lado, la decantación hacia cursos específicos cortos de actualización docente, que no contemplen actuaciones reflexivas y seguimientos posteriores de aula o que no estén enmarcados en proyectos de transformación a más largo plazo y b) por otro, la excesiva focalización en formaciones generalistas, ya que no permiten planificaciones ni mejoras concretas del aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas.

Finalmente señalar que si bien este trabajo se ha realizado considerando fundamentalmente el profesorado CTEM de ámbito preuniversitario, el marco de formación inicial que como consecuencia correspondería revisar y reconfigurar no excluiría a los futuros docentes universitarios. Además, en lo que respecta a la formación permanente, el posicionamiento presentado, así como las seis categorías derivadas que se han desarrollado, quizás también podrían ayudar a establecer la formación del profesorado en activo de este nivel superior, que tradicionalmente ha estado menos atendida y reglada que la correspondiente al profesorado de Primaria y de Secundaria.

Referencias

-  Adey P. (2004). *The professional development of teachers: practice and theory*. Kluwer: New York.
-  Álvarez J. F., Gisbert M. (2015). *Grado de alfabetización informacional del profesorado de Secundaria en España: Creencias y autopercepciones*. *Comunicar*, 45, 187–194.
-  Area M., Guarro A. (2012). *La alfabetización informacional y digital: fundamentos pedagógicos para la enseñanza y el aprendizaje competente*. *Revista Española de Documentación Científica*, 35, 46–74.
-  Bain K. (2005). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad*. Publicaciones de la Universidad de Valencia: Valencia.
-  Barak M. (2014). *Closing the gap between attitudes and perceptions about ICT-enhanced learning among preservice STEM teachers*. *The Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 1–14.
-  Barak M. (2016). *Science Teacher Education in the Twenty-First Century: a Pedagogical Framework for Technology-Integrated Social Constructivism*. *Research in Science Education*. DOI 10.1007/s11165-015-9501-y
-  Bell B., Gilbert, J. (1994). *Teacher development as professional, personal, and social development*. *Teaching & Teacher Education*, 10 (5), 483–497.
-  Berry A., Friedrichsen P., Loughran J. (2015). *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*. Routledge: Nueva York.
-  Bishop K., Denley P. (2008). *Learning Science Teaching*. Open University Press: Buckingham.
-  Brigido M., Borrachero A. B., Bermejo M. L., Mellado V. (2012). *Prospective primary teachers' self-efficacy and emotions in science teaching*. *European Journal of Teacher Education*, 36 (2), 200–217.
-  Chevallard Y. (1991). *La transposición didáctica*. AIQUE: Argentina.
-  Childs P. E. (2009). *Improving Chemical Education: Turning Research into Effective Practice*. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 189–203.
-  Contreras, J. (1997). *La autonomía del profesorado*. Ediciones Morata: Madrid.

-  Copello M. I., Sanmartí N. (2001).
Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas.
Enseñanza de las Ciencias, 19(2), 269–283.
-  Corrigan D., Dillon J., Gunstone R. (2011).
The Professional Knowledge Base of Science Teaching.
Springer: Dordrecht.
-  Darling-Hammond L. (2000).
Teacher Quality and Student Achievement: A Review of State Policy Evidence.
Education Policy Analysis Archives, 8(1), 1–44.
-  Dillon J. (2010).
Towards the professional development of science teachers.
International Seminar, Professional Reflections.
National Science Learning Centre. York.
-  Eilks I., Hofstein A. (2015).
Relevant Chemistry Education. From Theory to Practice.
Sense: Rotterdam.
-  Eirín-Nemiña R., García-Ruso H., Montero-Mesa L. (2009).
Desarrollo profesional y profesionalización docente. Perspectivas y problemas.
Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado, 13 (2), 1–13.
-  Ellis R. A. (2004).
University student approaches to learning science through writing.
International Journal of Science Education, 26 (15), 1835–1853.
-  Ferrández R., Sánchez L. (2014).
Competencias docentes en secundaria. Análisis de perfiles de profesorado.
Relieve. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 20 (1), 1–17.
-  Friedrichsen P, van Driel J. H., Abell S. (2011).
Taking closer look at science teaching orientations.
Science Education, 95, 358–376.
-  Furió C. J. (1994).
Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias.
Enseñanza de las Ciencias, 12 (2), 188–199.
-  Garritz A., Trinidad-Velasco R. (2004).
El conocimiento pedagógico del contenido.
Educación Química, 15 (2), 98–102.
-  Gess-Newsom J., Lederman N. (1999).
Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and its Implications for Science Education.
Kluwer: Dordrecht.
-  Gil D. (1991).
¿Qué debemos saber y saber hacer los profesores de ciencias?
Enseñanza de las Ciencias, 9 (1), 69–77.

-  Grizzle A., Wilson C. (2011). *Alfabetización Mediática e informacional: Curriculum para profesores*. UNESCO.
-  Guisasola J., Furió C., Cebeiro M. (2008). *Science Education Based on Developing Guided Research*. En: Thomase, M. V. (Ed.). *Science Education in Focus*. New York: Nova Science Publishers, Inc., p. 173–202.
-  Hargreaves A. (1998). *The emotional politics of teaching and teacher development*. *International Journal of Leadership in Education: Theory and Practice*, 1, 315–336.
-  Harris J., Mishra P., Koehler M. (2009). *Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed*. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393–416.
-  Hattie J.A.C. (2003). *Teachers make a difference: What is the research evidence?* Paper presented at the Building Teacher Quality: What does the research tell us? ACER Research Conference, Melbourne, Australia.
-  Jiménez M. P., Erduran S. (2008). *Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-Based Research*. Springer: Dordrech.
-  Kennedy A. (2005). *Models of continuing professional development: a framework for analysis*. *Journal of In-service Education*, 31 (2), 235–250.
-  Koehler M. J., Mishra P. (2009). *What is technological pedagogical content knowledge?* *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
-  Koehler M. J., Mishra P., Cain W. (2015). *¿Qué son los Saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido (TPACK)?* *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 6(10), 9–23.
-  Lachner A., Jarodzka H., Nückles M. (2016). *What makes an expert teacher? Investigating teachers' professional vision and discourse abilities*. *Instructional Science*, 44, 197–203.
-  Lemke J. L. (1990). *Talking science. Language, learning and values*. Ablex Publishing: New Jersey.
-  Lourcks-Horsley S., Stile K. E., Mundry S., Love N., Hewson P. W. (2010). *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. Corwin: Thousand Oaks.
-  Mellado V. (2003). *Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia*. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 343–358.

-  Mercer N., Dawes R., Wegerif R., Sams C. (2004).
Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science.
British Educational Research Journal, 30 (3), 367–385.
-  Morais M., Loureiro M. J., Marques L. (2016).
The dynamics of an online community of practice involving teachers and researchers.
Professional Development in Education, 42 (2), 235–257.
-  Osborne J. (2002).
Science without literacy: a ship without a sail?
Cambridge Journal of Education, 32(2), 203–218.
-  Osborne J., Simon S., Collins S. (2003).
Attitudes towards science: a review of the literature and its implications.
International Journal of Science Education, 25(9), 1049–1079.
-  Perrenoud P. (2004).
Diez nuevas competencias para enseñar.
Barcelona: Graó.
-  Pickens M. T. (2007).
Teacher and student perspectives on motivation within the high school science classroom.
PhD Thesis. Auburn University.
-  Porlán R., Rivero A., Martín del Pozo R. (1997).
Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos.
Enseñanza de las Ciencias, 15(2), 155–171.
-  Porlán R., Martín del Pozo R. (2002).
Spanish teachers' epistemological and scientific conceptions: implications for teacher education.
European Journal of Teacher Education, 25(2/3), 151–169.
-  Quílez J. (2016a).
¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua?
Educación Química, 27(2), 105–114.
-  Quílez J. (2016b).
El lenguaje de la ciencia como obstáculo de aprendizaje de los conocimientos científicos y propuestas para superarlo.
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 16(2), 449–476.
-  Riess F. (2000).
Problems with German science education.
Science & Education, 9, 327–331.
-  Sarramona J. (2007).
Las competencias profesionales del profesorado de secundaria.
Estudios sobre Educación, 12, 31–40.
-  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.
-  Talanquer V. (2004). *Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?* Educación Química, 15 (1), 60–66.
-  Toom A., Kynaslahti H., Krokfors L., Jyrhama R., Byman R., Stenberg K., Maaranen K., Kansanen P. (2010). *Experiences of a Research-based Approach to Teacher Education: suggestions for future policies*. European Journal of Education, 45 (2), 331–344.
-  Tribó G. (2008). *El nuevo perfil profesional de los profesores de secundaria*. Educación XX1, 11. 183–209.
-  UNESCO (2008). *ICT Competency Standards for Teachers*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
-  Van Assche F., Anido-Rifón L., Griffiths D., Lewin C, McNicol S. (2015). *Re-engineering the Uptake of ICT in Schools*. Springer: Dordrecht.
-  Van Driel J. H., de Jong O. (2015). *Empowering Chemistry Teachers' Learning: Practices and New Challenges*. En García-Martínez, J. y Serrano-Torregrosa, E. (Eds.). Chemistry Education. Best Practices, Opportunities and Trends. pp. 99-122. Wiley: Weinheim.
-  Van Driel J. H., de Jong O., Verloop N. (2002). *The Development of Preservice Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Science Education, 86(4), 572–590.
-  Vázquez B., Jiménez R., Mellado V. (2010). *Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de secundaria en ciencias experimentales*. Enseñanza de las Ciencias, 28(3), 417–432.
-  Veder-Weiss D., Fortus D. (2011). *Adolescents' declining motivation to learn science: inevitable or not?* Journal of Research in Science Teaching, 48, 199–216.
-  Vygotsky L. (1995). *Pensamiento y Lenguaje*. Paidós: Madrid.
-  Wellington J., Osborne J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Open University Press: Buckingham.
-  Wells G. (1999). *Dialogic inquiry: Toward a sociocultural practice and theory of education*. Cambridge University Press: Cambridge.

Modelling in Science Education and Learning
<http://polipapers.upv.es/index.php/MSEL>