

El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas

The development of scientific competence in a teaching unit on oral and dental health. Design and analysis of tasks

Antonio Joaquín Franco-Mariscal
IES Juan Ramón Jiménez, Málaga, España.
Universidad de Málaga, Málaga, España.
antoniojoaquin.franco@uma.es

Ángel Blanco-López, Enrique España-Ramos
Universidad de Málaga, Málaga, España.
ablancol@uma.es, enrienri@uma.es

RESUMEN • En este artículo se plantea la importancia del diseño de los materiales curriculares para el desarrollo de la competencia científica. Para ello, se hace especial énfasis en la necesidad de partir de un enfoque explícito y claramente formulado sobre cómo entender esta competencia y de vincular las tareas y actividades de aprendizaje con dicho enfoque. Se muestra el análisis pormenorizado de la contribución al desarrollo de esta competencia, según uno de los enfoques planteados en la bibliografía, de algunas de las tareas de aprendizaje incluidas en una unidad didáctica sobre la salud bucodental para 4.º de ESO. Finalmente, se hacen algunas consideraciones sobre la importancia del diseño y el análisis de tareas, y la necesidad de su inclusión en la formación del profesorado de ciencia.

PALABRAS CLAVE: competencia científica; unidad didáctica; análisis y diseño de tareas; conocimiento escolar; ciencia; salud e higiene bucodental.

ABSTRACT • This paper presents the importance of the design of curriculum materials for the development of the scientific competence. We must place special emphasis on the need to use an explicit and clearly formulated approach to understand this competence and link tasks and learning activities from this approach. A detailed analysis of the contribution to the development of that competence, from one of the approaches proposed in the literature, is shown for some learning tasks included in a teaching unit on oral health for grade 10 students. Finally, some considerations about the importance of the design and the analysis tasks, and the need to include it in the science teacher training are made.

KEYWORDS: scientific competence; teaching unit; analysis and design of tasks; school knowledge; science; oral and dental health.

Fecha de recepción: octubre 2013 • Aceptado: noviembre 2013

Franco-Mariscal, A.J., Blanco-López, A., España-Ramos, E.(2014) El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32.3, pp. 649-667

INTRODUCCIÓN

Los currículos actuales de la educación primaria y de la educación secundaria obligatoria plantean el desarrollo de ocho competencias básicas entre las que se encuentra la denominada *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico* (en adelante, competencia científica).¹ Se entienden como las competencias que debe haber desarrollado un joven al finalizar la enseñanza obligatoria para poder lograr su realización personal, ejercer la ciudadanía activa, incorporarse a la vida adulta de manera satisfactoria y ser capaz de desarrollar un aprendizaje permanente a lo largo de la vida (MEC, 2006 y 2007).

En este artículo nos centraremos en el desarrollo de la competencia científica desde la perspectiva de la enseñanza de las ciencias, aunque se asume que en la práctica educativa debe hacerse un tratamiento integrado de las competencias básicas, ya que estas se pueden desarrollar desde muchas de las áreas y materias curriculares.

En el breve período de tiempo, desde el punto de vista de los cambios educativos, transcurrido desde el 2006 se han realizado diversas aportaciones que analizan lo que implica el concepto de competencia para la didáctica de las ciencias e identifican algunos factores clave para su desarrollo. Cañas y Martín-Díaz (2010) consideran que en su formulación aparecen capacidades y contenidos ya presentes en los currículos de la LOGSE (MEC, 1990) aunque, como apuntan estas autoras, el concepto de competencia resalta sobre todo la necesidad de ser capaz de utilizar los conocimientos adquiridos en distintos contextos de la vida diaria. Cañal (2011: 38) considera que el enfoque de las competencias «... salvando algunos aspectos controvertidos sobre su origen y su inconsistente inserción curricular, recoge e integra muchas de las principales aportaciones de la didáctica de las ciencias actual». Sanmartí (2010) lo plantea en términos parecidos indicando que el enfoque competencial del currículo, visto desde el punto de vista educativo, no es ninguna revolución. Existen muchos puntos en común entre el enfoque de alfabetización científica y el de las competencias (Cañas, Martín-Díaz y Nieda, 2007; Sanmartí, 2008), de tal forma que incluso en algunos documentos se llegan a utilizar *competencia científica* y *alfabetización científica* como expresiones equivalentes (CEJA, 2008; COSCE, 2011). PISA introduce las competencias científicas como el elemento central del marco para la evaluación de la alfabetización científica a partir de la evaluación del año 2006 (OCDE, 2006, 2009).

Puede entenderse que se está configurando una visión de este enfoque como una nueva oportunidad para dar respuestas colectivas a los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Pro, 2011) y para la mejora de las clases de ciencias (Jiménez-Aleixandre, 2009). Sanmartí (2010) considera que las competencias ofrecen una nueva oportunidad para extender unas prácticas hasta ahora minoritarias, y para reflexionar sobre la manera en la que estamos ejerciendo la profesión docente. Se puede aprovechar esta situación, en la que la reforma curricular está acompañada por evaluaciones externas a diferentes niveles (autonómico, nacional e internacional), para orientar la enseñanza de las ciencias hacia propuestas que emanan de las innovaciones e investigaciones educativas y contribuir, de esta forma, a su consolidación (Gil y Vilches, 2006; Vilches y Gil, 2010).

Si queremos que la enseñanza de las ciencias contribuya al desarrollo de la competencia científica por parte de los estudiantes, habría, por tanto, que plantearse inicialmente cuáles son los aspectos clave que pueden dificultar o facilitar esta labor. Diferentes autores (Pro, 2011; Sanmartí, 2010; Banet, 2010a; Cañal, 2011) han apuntado un amplio abanico de factores que sería necesario tener en cuenta.

1. Existen diversas denominaciones de esta competencia. Algunas propuestas lo hacen en singular *competencia científica* y otras en plural *las competencias científicas*. En este artículo se ha optado por denominarla en singular, ya que la utilizamos para sustituir a la denominación de los currículos españoles *competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico*, formulada en singular.

Estos están relacionados con el propio concepto de competencia científica, la necesidad de cambios y modificaciones en los currículos y en los modelos didácticos, el contenido y la orientación de los materiales de desarrollo curricular, la selección y la formación inicial y permanente del profesorado, la dedicación lectiva a la enseñanza de las ciencias, la organización de los centros, etc.

En adelante, vamos a centrarnos en el contenido y la orientación de los materiales de desarrollo curricular, sin olvidarnos de la importancia de todos los demás factores mencionados.

EL DESARROLLO CURRICULAR DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA

No puede decirse que exista una línea directa entre las competencias que se plantean en el currículo y su aplicación en el aula. Como indica Banet (2010*b*), aunque es fácil estar de acuerdo con la importancia de la adquisición de estas competencias por parte del alumnado, resulta bastante complicado organizar y desarrollar su enseñanza y, por tanto, existe el riesgo de que las recomendaciones de los currículos no vayan más allá de una declaración de intenciones.

Está asumido que la difusión de innovaciones y reformas requieren la utilización de ejemplos adecuados de materiales didácticos en los que se puedan apoyar e ilustrar las nuevas ideas y que, además, puedan ser utilizados por el profesorado en sus clases. En nuestro país esta tarea no se ha realizado hasta el momento con la intensidad y el alcance que hubiese sido deseable (Pro y Rodríguez, 2010). Los materiales didácticos que más difusión están teniendo son las pruebas de evaluación de estudiantes, tanto de PISA como de las evaluaciones de diagnóstico. Aunque estas pruebas puedan considerarse un indicador de lo que se espera que sean capaces de hacer los alumnos en distintas edades, y por tanto con importantes implicaciones educativas y didácticas (Fensham, 2007), no ofrecen suficientes orientaciones sobre cómo se puede enseñar la competencia científica.

El desarrollo de competencias básicas en las clases de ciencias plantea una demanda de investigación que, de acuerdo con Fensham (2007), debe llevarse a cabo trabajando conjuntamente con profesores y estudiantes en el seno de las clases de ciencias. Su finalidad sería «extender nuestra comprensión de cuáles son las competencias científicas apropiadas para cada nivel de escolarización y encontrar los contextos, contenidos y metodologías que pueden favorecer su aprendizaje por la generalidad de los estudiantes» (Fensham, 2007: 117).

Por este motivo, en el seno de un proyecto de investigación (Blanco, España y González, 2010) se ha planteado la búsqueda de un enfoque de enseñanza que favorezca el desarrollo de la competencia científica y que se ha concretado en el diseño de distintas unidades didácticas (Lupi3n *et al.*, 2012).

Estas unidades se han planteado sobre problemas y situaciones cotidianas (España, Blanco y Rueda, 2012) en las que de una u otra forma tomamos decisiones en el 3mbito personal, relacionadas principalmente con el consumo, la alimentaci3n, la salud o el medio ambiente, temas de inter3s para los ciudadanos (OCDE, 2006). Entendemos que partiendo de estos temas podemos mejorar el inter3s de los estudiantes por la ciencia y la tecnolog3a, y su grado de comprensi3n. Algunas secuencias elaboradas abordan la compra de un coche (Moreno, Blanco y Espa3a, 2015), el consumo de agua (Blanco, Rodr3guez y Rueda, 2012), la alimentaci3n (Gir3n, Blanco y Lupi3n, 2014), o la salud e higiene bucodental (Blanco, Franco y Espa3a, 2015). Estas unidades did3cticas se han ido desarrollando y perfilando con el trabajo conjunto entre los investigadores y un buen n3mero de profesores de ciencias (Lupi3n *et al.*, 2012; Gordo *et al.*, 2012).

Una de las tareas m3s importantes en el dise3o de las unidades did3cticas, seg3n el enfoque adoptado, consiste en realizar un exhaustivo an3lisis de las oportunidades que la secuencia de ense3anza ofrece para el desarrollo de la competencia científica. Para ello, los dise3adores, junto con profesores expertos del nivel educativo al que se dirige la unidad, analizan cada una de las tareas y actividades planteadas, e identifican el aspecto concreto de la competencia científica en la que se hace especial

énfasis y valorando si su diseño ofrece a los alumnos la oportunidad para ejercitarla (Harlen, 1999). Lógicamente, una buena secuencia de enseñanza requiere someter a revisiones su diseño hasta que se consiga, sin modificar la lógica del problema tratado, un equilibrio entre los diferentes aspectos de la competencia científica. Igualmente se analiza la contribución al desarrollo del resto de competencias básicas recogidas en el currículo.

Estas tareas nos parecen especialmente importantes por dos motivos. En primer lugar, porque permite ajustar la formulación y el diseño de tareas al aspecto concreto de la competencia científica que se pretende desarrollar con ella, o en la que se quiere hacer especial énfasis y, en segundo lugar, para familiarizar al profesorado con este tipo de análisis, dadas las dificultades puestas de manifiesto para la identificación de algunas dimensiones de la competencia científica en las tareas de evaluación utilizadas en PISA (Pinto y El Boudamoussi, 2009).

Tomando en consideración estas ideas, este artículo muestra y analiza, a modo de ejemplo, algunas tareas que se pueden introducir dentro de una unidad didáctica relacionada con la salud e higiene bucodental para poder desarrollar las diferentes dimensiones de la competencia científica. Para ello, se utiliza el enfoque de Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci *et al.*, 2012; Cañal, 2012).

CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE SALUD BUCODENTAL

Teniendo en cuenta la vinculación de las competencias con la vida diaria (Perrenoud, 2012), consideramos que los problemas procedentes de este contexto deben constituir el eje central que guíe y estructure la secuencia de enseñanza-aprendizaje (Blanco, España y Rodríguez, 2012). Por su parte, Jiménez-Aleixandre (2010) plantea que el currículo debe organizarse en torno a problemas o actividades auténticos que implican fenómenos complejos que requieren aproximaciones interdisciplinares, científicas, técnicas, éticas y artísticas (Bolívar, 2010).

Los problemas que se planteen deben formar parte del entorno cultural de los estudiantes para captar su atención y ponerlos en situaciones de desafío, evitando lo obvio, de forma que se vean en la necesidad de buscar el conocimiento adecuado y relevante para identificarlos, entenderlos y afrontarlos (Bolívar, 2010; Sanmartí, Burgoa y Nuño, 2011). Otras características que ayudan a identificar estos problemas se refieren a que sean controvertidos, como es el caso de los problemas socio-científicos (España y Prieto, 2009, 2010); que se asocien con ideas o creencias arraigadas en la sociedad, y que se hayan identificado sobre ellos carencias o ideas erróneas en el alumnado.

Para que estos problemas puedan ser utilizados como contextos adecuados para trabajar la competencia científica en el aula, consideramos que deberían cumplir los siguientes requisitos: 1) que sean relevantes en la vida diaria; 2) que formen parte del entorno cultural del alumnado; 3) que permitan captar su interés, y 4) que permitan su tratamiento didáctico en el aula (España, Blanco y Rueda, 2012).

En este sentido, el problema de la caries dental en secundaria se sitúa en un contexto que reúne los requisitos anteriores. Su tratamiento en el aula se justifica por varias razones: el 60% de los adolescentes de 15 años (4.º de ESO) poseen caries (Bravo *et al.*, 2006), las enfermedades bucales pueden derivar en otras más graves como diabetes, enfermedades cardiovasculares o cáncer (Patel, 2012), una correcta higiene dental tiene gran importancia en la calidad de vida de las personas en estrecha relación con su bienestar psicológico y razones estéticas (Ramos, 2010) y, finalmente, diversas investigaciones sugieren que el consumo de drogas aumenta el riesgo de caries (Barrios y Vila, 2008).

Los objetivos didácticos de esta unidad se han formulado en términos de competencias y pretenden, entre otros aspectos:

- Interesarse y reflexionar sobre algunas cuestiones relacionadas con la salud e higiene bucodental.
- Identificar cuestiones científicas para explicarlas y argumentarlas.
- Explicar y utilizar conocimientos científicos estudiando la caries.
- Analizar y valorar la credibilidad y fiabilidad de las fuentes de información disponibles en Internet en general, y sobre este tema en particular.
- Sintetizar ideas e informaciones importantes sobre el tema y presentarlas en diversos formatos y para diferentes audiencias.

La unidad didáctica se articula en torno a la búsqueda de respuestas a dos preguntas clave: *¿por qué se pican los dientes?* y *¿cómo puedo prevenir la aparición de la caries?* Se ha estructurado en cinco fases (orientación y explicitación de ideas previas, desarrollo y construcción de conocimientos, aplicación de conocimientos, síntesis y recapitulación, y evaluación) de acuerdo con un modelo constructivista (Driver, 1988; Sánchez y Valcárcel, 1993, y Pro y Saura, 2007). El lector interesado puede consultar un análisis detallado de todas las tareas propuestas en Blanco, Franco y España (2015).

La unidad se estructura en los cuatro bloques de contenidos mostrados en la figura 1: *identificación del problema; prevención del problema; ¿qué debo hacer si la prevención falla?*, y *dar a conocer el problema*. Asimismo incluye un quinto bloque transversal sobre la *calidad y fiabilidad de las fuentes en Internet* que se desarrolla durante toda la unidad.

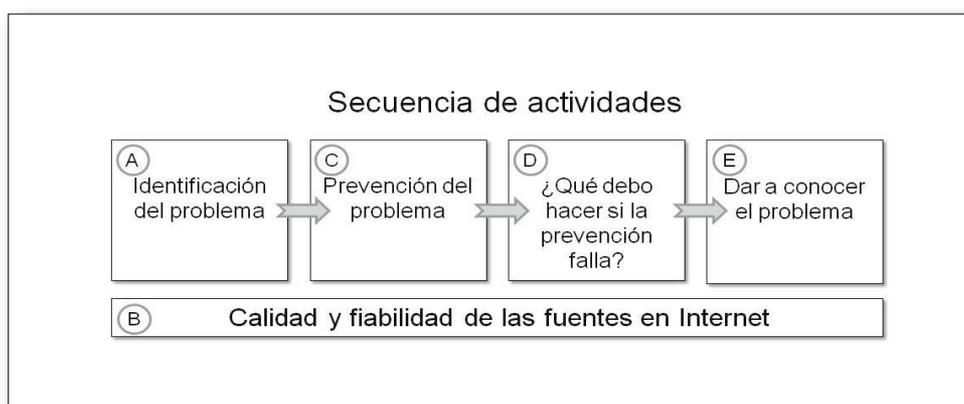


Fig. 1. Bloques de la secuencia de tareas basada en el problema de la caries.

Los interrogantes planteados guían la selección y secuenciación de contenidos implicados en la unidad, de forma que cada uno de los bloques va concretándose con otros interrogantes menores. La tabla 1 desglosa los interrogantes y los relaciona con las distintas fases del proceso de aprendizaje (Driver, 1988).

Tabla 1.
Fases de la secuencia de actividades y su relación con los interrogantes organizadores (en cursiva) y más concretos del problema

<i>Fases del proceso de aprendizaje</i>	<i>Interrogantes organizadores</i>	<i>Bloque de la secuencia</i>
Orientación y explicitación de ideas previas	<i>¿Por qué es importante cuidarse la boca?</i> -¿Cuáles son mis ideas y hábitos sobre este problema? -¿Cuáles de estas ideas pueden ser científicamente contrastadas y cuáles no?	A. Identificación del problema
Desarrollo y construcción de conocimientos	<i>¿Cuáles son los factores que intervienen en la aparición de la caries?</i> -¿Cómo se produce la caries? -¿Cómo entienden los químicos la caries?	B. Calidad y fiabilidad de las fuentes en Internet
	<i>¿Cómo puedo prevenir la aparición de la caries?</i> -¿Qué hizo el dentista en tu última revisión? -¿Por qué debo cepillar mis dientes? -¿Qué es mejor una pasta de dientes o un enjuague bucal? -¿Qué ocurre si abuso de alimentos azucarados?	
	<i>¿Qué debo hacer si la prevención falla?</i>	
Aplicación de conocimientos	<i>¿Cómo influyen el tabaco, alcohol y otras drogas en la aparición de la caries?</i>	C. Prevención del problema
Síntesis y recapitulación	<i>¿Para qué me sirven estos conocimientos?</i>	D. ¿Qué debo hacer si la prevención falla?
Evaluación	<i>¿Qué he aprendido sobre este problema?</i>	E. Dar a conocer el problema

¿Cómo puedo saber si el contenido de una página web sobre salud e higiene bucodental es de calidad y fiable?

Los contenidos conceptuales asociados a cada uno de los bloques se ilustran en el mapa de la figura 2 y pueden ser de utilidad al lector para entender mejor el escenario didáctico de la unidad planteada. Como puede observarse, el carácter integrador de la unidad hace que los contenidos pertenezcan a distintas disciplinas del currículo como la química o la biología.

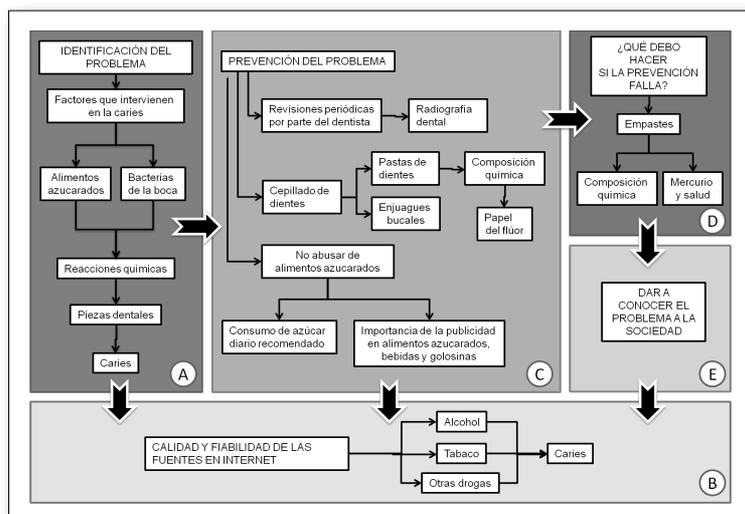


Fig. 2. Mapa conceptual de la unidad didáctica.

La unidad didáctica se ha llevado a la práctica con 34 estudiantes de 4.º de ESO de la asignatura de Física y Química, en el IES Juan Ramón Jiménez (Málaga, España) durante los cursos 2011-12, 2012-13 y 2013-14.

CONTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA AL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA. ¿QUÉ COMPETENCIA CIENTÍFICA SE PRETENDE DESARROLLAR?

Para analizar la contribución de un material didáctico al desarrollo de la competencia científica es necesario partir de un modelo o enfoque sobre cómo se entiende esta competencia en el ámbito de la educación obligatoria que nos sirva como referente, tanto para el diseño de las tareas de enseñanza-aprendizaje como para su posterior análisis.

En los últimos años se han planteado diversas formas de entender y caracterizar la competencia científica. Nos encontramos en la actualidad con varios enfoques, fruto del proceso de diseminación y de concreción desde su formulación inicial en el ámbito europeo hasta la introducción en los currículos de nuestro país y en las pruebas de evaluación de estudiantes. Estos enfoques pueden considerarse convergentes pero no similares y presentan diferencias en diversos aspectos: la propia denominación de la competencia, su definición, su estructuración y la finalidad con que se han elaborado. Nos referimos a los que se recogen en los currículos de la educación primaria y la educación secundaria obligatoria (MEC, 2006 y 2007), a PISA (OCDE, 2006), a las evaluaciones de diagnóstico tanto en el ámbito nacional (MEC, 2009) como en el ámbito autonómico (véase, por ejemplo, CEJA, 2008) o a la reciente aportación de Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci *et al.*; Cañal, 2012).

Los diseñadores de materiales curriculares, entre ellos los libros de texto y los profesores, se encuentran ante un dilema: ¿a qué enfoque de la competencia deben atender? ¿Al de los currículos oficiales, al del PISA, al de la evaluación de diagnóstico de la comunidad autónoma para la que están diseñando los materiales o en la que ejercen la profesión, o a otros enfoques?

Parece que lo lógico sería tomar como enfoque de referencia el establecido en los currículos, puesto que son estos los documentos que deben servir de referente para el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje y también para la elección de los materiales didácticos. Ahora bien, en el caso que nos ocupa, esto plantea varios problemas. Uno de ellos es el propio concepto de competencia científica que aparece en ellos. La amplitud de su caracterización y la forma tan general en la que se describe hace difícil identificar sus componentes y los aspectos importantes que forman parte de ella. Por estos motivos, su utilización como referente para la práctica se muestra compleja (Pro, 2007; Pro y Rodríguez, 2010).

Por otro lado, el modelo PISA, aunque sea un modelo de evaluación y no curricular, muestra una formulación más precisa y, por ello, más acorde con este propósito. Cañas, Martín-Díaz y Nieda (2007, 2008) realizaron una comparación entre ambos conceptos de competencia científica tomando como referencia el de PISA 2006, y llegaron a la conclusión de que las capacidades planteadas por este programa presentan una secuencia clara de cómo el ciudadano debe enfrentarse a una cuestión o problema. En el caso de los currículos actuales, estas autoras encuentran una cierta deficiencia en las capacidades denominadas *Reconocer cuestiones investigables por la ciencia* y *Conocimientos sobre las ciencias y la actividad científica*. También consideran que los currículos desatienden la capacidad *Utilización de pruebas científicas*, es decir, la capacidad para la elaboración de conclusiones y la aportación de argumentos a favor o en contra de estas conclusiones. Finalizan las autoras esta comparación indicando que algunos aspectos de la epistemología de la ciencia, también reclamados por distintos movimientos de la enseñanza de las ciencias, son todavía la «asignatura pendiente» en los currículos actuales (Cañas, Martín-Díaz y Nieda, 2007).

A pesar de las críticas que algunos autores (Sanmartí y Sardà, 2007; Yus *et al.*, 2013) han planteado a PISA (OCDE, 2006, 2009), otros reconocen que este programa de evaluación ha hecho una gran contribución a la definición de la competencia y cómo esta puede ser evaluada de forma válida y fiable (Fensham, 2007). Otros autores (Gil y Vilches, 2006; Vilches y Gil, 2010) inciden en la importancia que el enfoque y los resultados de las evaluaciones de ciencias de PISA pueden tener para la mejora de la enseñanza de las ciencias. Parece, por tanto, razonable que los materiales de enseñanza que se utilicen tengan en cuenta también el enfoque de competencia científica de PISA, ya que España participa en dicho programa de evaluación de estudiantes.

Parece necesaria la integración de estos dos enfoques y los de las evaluaciones de diagnóstico. En este sentido y recientemente, Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci *et al.*, 2012; Cañal, 2012) han presentado una definición global de competencia científica como un conjunto integrado de capacidades personales para utilizar el conocimiento científico con el fin de: describir, explicar y predecir fenómenos naturales; comprender los rasgos característicos de la ciencia; formular e investigar problemas e hipótesis, y documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él. Para estos autores, la competencia científica implica el dominio de conocimientos teóricos, conocimientos prácticos (destrezas) y actitudes, pero de una manera integrada, no como suma de pequeñas subcompetencias de uno u otro tipo. Según el enfoque de estos autores, el avance de la competencia científica de los estudiantes depende del desarrollo y la integración de distintas capacidades que organizan en cuatro dimensiones interrelacionadas: conceptual, metodológica, actitudinal e integrada. La tabla 2 recoge las distintas capacidades que integra cada dimensión.

Tabla 2.
Distintas capacidades de cada dimensión de la competencia científica
según el enfoque de Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci *et al.*, 2012; Cañal, 2012)

<i>Dimensión</i>	<i>Capacidades</i>
Conceptual	Capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales. Capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas. Capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad.
Metodológica	Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación. Capacidad de obtener información relevante para la investigación. Capacidad de procesar la información obtenida. Capacidad de formular conclusiones fundamentadas.
Actitudinal	Capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla. Capacidad de interesarse por el conocimiento, la indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales. Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.
Integral	Capacidad de utilizar de forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socio-ambientales, en contextos vivenciales del alumnado.

Este enfoque integra las competencias científicas recogidas en PISA con muchos de los aspectos incluidos en la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico de los currículos. Consideramos que este enfoque supone un avance en una caracterización y formulación de la competencia científica que sea útil para el desarrollo del currículo y para la práctica educativa.

Los siguientes apartados pretenden ofrecer algunos ejemplos de tareas incluidas en algunos de los bloques de la secuencia de actividades (figura 1) que muestran cómo se pueden abordar, en el aula, las

distintas dimensiones y capacidades que integran la competencia científica según el enfoque de Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci *et al.*, 2012; Cañal, 2012) dentro de una unidad didáctica dedicada a la salud bucal. Cabe destacar que las tareas que se describen seguidamente abordan varias capacidades, pero para el propósito del artículo solo se resaltan las más relevantes en ellas.

Análisis competencial de algunas tareas del bloque de identificación del problema

El primer bloque de la unidad (figura 1), referido a la identificación del problema de la caries, intenta dar respuesta a dos interrogantes: *¿por qué es importante cuidarse la boca?* y *¿cuáles son los factores que intervienen en la aparición de la caries?*

Tarea 1. ¿Por qué es importante cuidarse la boca?

La unidad didáctica comienza con una tarea que pretende atraer la atención del estudiante y a la vez explicitar las ideas previas que posee sobre la salud e higiene bucal (Franco y Blanco, 2012), y permite dar una respuesta a la pregunta *¿por qué es importante cuidarse la boca?* Concretamente, la tarea consiste en justificar razonadamente con qué persona se relacionaría el estudiante a partir del estado de la boca de otra persona presentado a través de una fotografía. Se le ofrecen dos opciones: una persona con una boca sonriente y dientes sanos, sin caries, y otra persona con dientes movidos y con caries. Se trata de poner en tesitura al alumnado en un contexto personal ante el que debe adoptar una decisión crítica.

Esta tarea pretende que el estudiante desarrolle la *capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales* (capacidad 10, tabla 2). El estudiante desarrollará en mayor o menor grado esta capacidad en la medida en que llegue a hacer suyos determinados conocimientos y criterios científicos, conjugados con otros de distinta naturaleza, necesarios para hacer valoraciones y tomar decisiones con autonomía, creatividad y suficiente fundamentación (Pedrinaci *et al.*, 2012; Cañal, 2012).

Tarea 2. ¿Cuáles son los factores que intervienen en la aparición de la caries?

La caries bucal es un problema que se puede estudiar e investigar desde los fundamentos y las metodologías científicas. Sin duda, es una de las características definitorias de la competencia científica. Concretamente se pretende que el alumnado responda al interrogante *¿cuáles son los factores que intervienen en la aparición de la caries?*, y constate que existen dos aspectos fundamentales, la ingesta de alimentos azucarados y la presencia de bacterias en la boca.

Para trabajar la acción de las bacterias en la boca se propone ver un vídeo en el que se muestra, como analogía, el efecto que produce el ácido sulfúrico tras añadirlo a varios terrones de azúcar. La tarea planteada consiste en describir y explicar el proceso con idea de que el estudiante lo relacione con la acción que producen las bacterias con los azúcares. De este modo, se contribuye a entender el problema desarrollando la *capacidad de identificar problemas científicos* (capacidad 4) y la de *utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas* (capacidad 2). En el segundo caso, esta tarea implica saber usar conceptos y modelos científico-escolares para detectar que un hecho, en nuestro caso la aparición de caries, constituye un problema de salud e higiene.

Tarea 3. ¿Cómo se produce la caries?

Una vez identificados los dos factores responsables del problema, se propone una tarea para intentar resolver *cómo se produce la caries*. Para ello, se comienza solicitando a los alumnos que emitan hipótesis sobre las causas de la caries para luego comprobar con una experiencia de laboratorio, diseñada por el propio alumnado, si la caries se produce por la presencia de estos dos factores (azúcar y bacterias) de forma simultánea o aislada.

Varios alumnos propusieron como hipótesis que un diente podría picarse solo por estar en contacto con azúcar, y para comprobarla, diseñaron una experiencia que consistió en sumergir un diente en una disolución de azúcar muy concentrada y observar su evolución durante un tiempo. Los estudiantes

propusieron que la caries produciría una pérdida de masa en el diente. Para ello, determinaron la masa de un diente antes y después del experimento, como ilustra la figura 3, y comprobaron en este caso que la masa del diente permanecía constante y no se observaban cambios externos en él. Los estudiantes concluyeron que la presencia de azúcar no es capaz de producir caries por sí sola, deduciendo que en la cavidad bucal debe existir otro factor. Este resultado se aprovechó para discutir la validez de esta conclusión y si se habían controlado todas las posibles variables que pueden influir en este fenómeno (tipo de diente, la concentración de azúcar o el tiempo de exposición). En concreto, si la variable tiempo es importante en este proceso, es decir, si el tiempo del experimento había sido suficiente para observar un cambio de masa en el diente, en el supuesto de que se hubiese picado.



Fig. 3. Alumna determinando la masa de un diente antes de realizar el experimento.

A través de esta tarea el estudiante está aprendiendo a formular hipótesis, controlar variables, diseñar una experiencia y analizar si sus resultados le permiten contrastar dichas hipótesis, desarrollando así la *capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación* (capacidad 4).

Análisis competencial de algunas tareas del bloque de prevención del problema

El segundo bloque de la unidad, organizado en torno a la prevención del problema, trabaja el interrogante *¿cómo puedo prevenir la aparición de la caries?* en tres líneas de actuación: revisiones periódicas al dentista, cepillado de los dientes y uso moderado (no abuso) de alimentos azucarados.

Tarea 4. ¿Qué hizo el dentista en tu última revisión?

En esta tarea el alumno reflexiona sobre la importancia de la realización de revisiones periódicas en el dentista como una forma de evitar la aparición de la caries. La radiografía dental se plantea como un contenido de interés en un momento en el que el alumnado entiende el problema y puede utilizar conocimientos, ya tratados antes en la unidad, acerca de los factores causantes de la caries, las partes y la composición de una pieza dental, y las reacciones químicas implicadas.

Una de las tareas planteadas en este sentido consiste en la interpretación de una radiografía dental. Más concretamente, los estudiantes deben hacer una pequeña simulación de una revisión dental en la que un alumno adopta el papel del dentista y otro del paciente. El dentista debe explicar al paciente y al resto de la clase en qué consiste una radiografía y su uso médico, haciendo una descripción de esta, indicando qué le ocurre al paciente según lo que se observa en la radiografía y cuál es el tratamiento más adecuado. Al describir la radiografía deberá distinguir adecuadamente entre dientes, caries y empaste, ya que presentan diferente color.

Esta tarea permite que el alumnado desarrolle la *capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales* (capacidad 1). Según Cañal (2012), esta capacidad se desarrolla en relación con el nivel de significatividad, integración y funcionalidad de los conocimientos del alumnado sobre los principales conceptos y modelos científico-escolares que se trabajen.

Tarea 5. *¿Por qué debo cepillar mis dientes?*

Dentro de la línea de prevención del problema es importante responder a *¿por qué debo cepillar mis dientes?* Como paso previo, el alumnado debe conocer los principales componentes de un dentífrico y sus funciones. Para ello, se plantea una tarea en la que tiene que identificar los componentes de una pasta de dientes a partir de la etiqueta de varios dentífricos, para luego comparar su composición química y deducir las sustancias presentes en todos ellos.

Concretamente, cada alumno/a trae al aula un dentífrico en el que debe identificar, a través de los datos cuantitativos que allí aparecen, cuáles son las sustancias que considera más importantes en una pasta dental, así como averiguar su función usando Internet. Después, los estudiantes comparten los dentífricos y vuelven a repetir la actividad. A través de la comparación de los datos obtenidos, el alumnado debe identificar las sustancias comunes a todas las pastas de dientes. Asimismo también debe predecir si el flúor es un componente mayoritario o minoritario, y relacionarlo con la peligrosidad de su exceso.

El desarrollo con éxito de esta tarea reside en la habilidad del estudiante para organizar e interpretar adecuadamente los datos. Dicha organización e interpretación supone desarrollar diversas tareas como resumir o localizar los datos, comparar, clasificar, cuantificar, establecer relaciones, etcétera, todas ellas relacionadas con la *capacidad de procesar la información obtenida* (capacidad 6).

Tarea 6. *¿Qué ocurre si abuso de alimentos azucarados?*

En el bloque de identificación del problema, el alumnado estudió el efecto del azúcar en los dientes. Por ello una de las líneas de actuación de la prevención en la unidad refuerza este contenido dando respuesta a *¿qué ocurre si abuso de alimentos azucarados?*

Una de las tareas planteadas con este objetivo consiste en conocer si la cantidad diaria de azúcar que consume cada estudiante es la adecuada. Para ello, deben visitar una web para conocer el contenido de azúcar que poseen distintos alimentos azucarados, y a partir de dicha información deben estimar la cantidad de azúcar diaria ingerida por ellos. Luego, cada estudiante debe reflexionar sobre la cantidad de azúcar diaria que consume en comparación con la cantidad recomendada en una dieta equilibrada, y las consecuencias que sus hábitos pueden tener en su salud y calidad de vida, actual o futura. De esta forma se promueve el interés por el conocimiento de un problema tan importante hoy día en nuestra sociedad como es el abuso de los alimentos azucarados y los problemas de salud que ocasionan (obesidad, diabetes, problemas cardiovasculares, etcétera).

Con esta tarea el alumnado desarrolla la *capacidad para interesarse por el conocimiento, la indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales* (capacidad 9), que se pone de manifiesto en las respuestas que da el alumnado ante ciertas situaciones, como la planteada en esta tarea.

Análisis competencial de algunas tareas del bloque de calidad y fiabilidad de las fuentes de internet

En la actualidad la información que encontramos en Internet ya se ha situado, por encima de la televisión, como primera fuente de información científica de los ciudadanos (FECYT, 2012), por lo que es importante para el usuario valorar la calidad y fiabilidad de sus fuentes. Por ello, se ha incluido un bloque transversal para abordar este tema a lo largo de toda la unidad, que se desarrolla a través de *¿cómo puedo saber si el contenido de una página web sobre salud e higiene bucodental es de calidad y fiable?*, al considerarlo como un aspecto clave de la competencia científica. En este sentido, son varias las capacidades propuestas por Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci *et al.*, 2012; Cañal, 2012) que aluden a este aspecto, como veremos en este mismo apartado.

Tarea 7. *¿Cómo puedo saber si el contenido de una página web es de calidad y fiable?*

Para que el alumnado pueda desarrollar la *capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla* (capacidad 8), debemos dotarle con una serie de criterios o recomendaciones. Una de las tareas propuestas consiste en trabajar en el aula algunos párrafos extraídos de un artículo (Fornás, 2003) sobre la calidad y fiabilidad de las fuentes de Internet, que luego el alumno debe aplicar a aquellas tareas relacionadas con la búsqueda y selección de información. Se insiste especialmente en los siguientes criterios:

- La identificación del autor de la web, valorándose más los contenidos realizados por responsables colectivos (centros de investigación, entidades oficiales o universidades) que por un individuo, y dentro de estos últimos, los de mayor cualificación profesional (doctores, licenciados, etcétera).
- La inteligibilidad del mensaje, valorándose positivamente redacciones adecuadas tanto a nivel ortográfico como gramatical y la distinción entre información y opinión.
- La independencia del mensaje, en el que se valora especialmente la separación de la información de posibles mensajes publicitarios contenidos en la web.

Tarea 8. *¿Cómo influyen el tabaco, alcohol y otras drogas en la aparición de la caries?*

Las tareas planteadas en la unidad permiten que los alumnos hagan uso de los criterios mencionados en un amplio número de actividades. A modo de ejemplo, el bloque denominado *Dar a conocer el problema* incluye una tarea en esta línea. Dicha tarea pretende que los estudiantes indaguen en torno a la influencia de algunas drogas en la aparición de la caries, y que argumenten a favor o en contra, aplicando los conocimientos científicos estudiados y siendo capaces de discriminar la fiabilidad de la información disponible en Internet en torno al tema. La cuestión planteada en la tarea es: *¿influye el consumo de drogas (alcohol, tabaco, otras drogas) en la aparición de caries?* Debe desarrollarse en un trabajo escrito y oral utilizando información obtenida de Internet. Como paso previo, el alumno debe seleccionar tres fuentes sobre el tema, estudiar su fiabilidad, hacer un resumen de cada una de ellas, y compararlas indicando los puntos en común y sus diferencias.

Desde el punto de vista competencial se trata de una tarea de gran riqueza en lo que se refiere al desarrollo de capacidades, ya que a la de *valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla* (capacidad 8) ya comentada, debemos sumar la de *diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad* (capacidad 3), la de *obtener información relevante para la investigación* (capacidad 5), la de *procesar la información* (capacidad 6) y la de *formular conclusiones fundamentadas* (capacidad 7).

De este modo, la tarea permite desarrollar la *capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad* (capacidad 3), ya que una misma información, en este caso sobre las

drogas, puede ser encontrada en Internet desde muy diversas procedencias como pueden ser informaciones sobre investigaciones científicas, la opinión de una persona drogodependiente en su blog o un foro. De acuerdo con Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci *et al.*, 2012; Cañal, 2012), un aspecto importante para desarrollar de forma efectiva esta capacidad es distinguir entre fuentes de información fiables y no fiables, desde el punto de vista científico, y saber contrastar varias fuentes para comprobar la coincidencia y el acuerdo científico o la discrepancia existente.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que no solo el estudiante debe valorar la fiabilidad y validez de la fuente de información sino que debe también desarrollar la capacidad de identificar la información más relevante para sus propósitos. Se trata, en definitiva, de que el estudiante sea capaz de diferenciar lo que es importante de lo que no cuando busca información en una página web, y desarrolle de este modo la *capacidad de obtener información relevante para la investigación* (capacidad 5).

Lógicamente, dicha información relevante requiere procesar su contenido (resumirlo, compararlo, establecer relaciones, etcétera), lo que permite desarrollar la *capacidad de procesar la información obtenida* (capacidad 6). Para ayudar al estudiante, la tarea solicita expresamente que realice un resumen de cada una de las fuentes manejadas, las compare e indique los puntos en común y sus diferencias.

Una vez procesada la información, el alumno debe emitir unas conclusiones apoyadas en hechos, datos u observaciones de las que se disponen como resultados, y desarrolle así la *capacidad de formular conclusiones fundamentadas* (capacidad 7). Se pretende de este modo que el alumno utilice una argumentación bien fundamentada, apoyada en datos y evidencias, para explicar tanto de forma oral como escrita la existencia o no de la relación entre drogas y caries.

El análisis de los resultados obtenidos en la tarea muestra que se produce un cambio importante hacia el uso de fuentes de información de mayor calidad y fiabilidad tras desarrollar la unidad didáctica en el aula (Franco, España y Blanco, 2014). Los resultados mostraron también la existencia de dificultades en una gran parte del alumnado para encontrar y defender argumentos ante un problema, como también se detecta en la literatura (Jiménez-Aleixandre, 2010), aspecto que debe considerarse como una propuesta de mejora.

Finalmente, queremos indicar que esta tarea surgió a partir del interés manifestado por los propios estudiantes que propusieron indagar acerca de si algunas drogas influían en la caries. Dicho interés se reveló a partir de los resultados obtenidos en un estudio de ideas previas de los estudiantes sobre la caries bucal (Franco y Blanco, 2012), que puso de manifiesto una división de opiniones entre el alumnado sobre si las drogas producían o no algún efecto en la salud bucodental. Se desarrolla también en este sentido la *capacidad de interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales* (capacidad 9).

Análisis competencial de una tarea en la fase de evaluación

Tarea 9. *¿Qué he aprendido sobre el problema de la caries?*

De acuerdo con Cañal (2012), la competencia científica debe considerarse globalmente y no como la agregación de capacidades aisladas, ya que no es algo que se desarrolle una vez que el estudiante posea cada una de las capacidades parciales, sino que debe ir formándose a lo largo de toda la escolaridad del alumno, al ir avanzando en el desarrollo de las distintas capacidades científicas. De este modo, sería también interesante incluir en las unidades didácticas tareas que permitan desarrollar de una forma integrada todas las capacidades.

Desde nuestro punto de vista, las fases de síntesis y de evaluación (tabla 1) son buenos momentos para proponer este tipo de tareas, ya que en ellas se deben ofrecer actividades para sintetizar y evaluar los conocimientos aprendidos.

De este modo, la fase de evaluación también se desarrolló desde la perspectiva de las competencias, y en ella se planteó, entre otras, una tarea para responder al interrogante *¿qué he aprendido sobre el problema de la caries?* Concretamente, consiste en la elaboración de un tríptico informativo sobre el problema de la caries y la salud bucodental a partir del cual el estudiante debe reflexionar sobre los aspectos más importantes y plasmar a modo de síntesis lo que ha aprendido a lo largo de la unidad. Estos trípticos deben ser elaborados teniendo en cuenta que serán distribuidos y conocidos por los demás alumnos del centro. Por ello, tendrán que pensar durante su elaboración *cómo hacer llegar sus conocimientos de forma clara y concisa a otras personas*.

Se trata de un ejemplo de tarea de evaluación en la dimensión integrada ya que está enfocada para el desarrollo de la *capacidad de utilizar en forma integrada las distintas capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socio-ambientales, en contextos vivenciales del alumno* (capacidad 11).

Con la elaboración del tríptico, el estudiante debe describir y explicar el problema de la caries (capacidad 1), utilizar conceptos y modelos (capacidad 2), utilizar en sus explicaciones un lenguaje científico adecuado y no su interpretación del problema (capacidad 3), ofrecer algún diseño experimental para su identificación o prevención (capacidad 4), utilizar y procesar información relevante obtenida de distintas fuentes y valorar su calidad y fiabilidad (capacidades 5, 6 y 8), interesarse por el conocimiento (capacidad 9), adoptar decisiones autónomas y críticas (capacidad 10), y finalmente formular conclusiones (capacidad 7), integrando así todas las capacidades que de acuerdo con el enfoque de Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci *et al.*, 2012; Cañal, 2012) componen la competencia científica.

CONSIDERACIONES FINALES

En este artículo se ha planteado la importancia de la orientación y el enfoque de los materiales curriculares para el desarrollo de la competencia científica desde la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. En concreto, se ha puesto especial énfasis en la necesidad de partir de un enfoque explícito y claramente formulado sobre cómo entender la competencia científica y de vincular las tareas y actividades de enseñanza y aprendizaje con dicho modelo.

Consideramos que los materiales curriculares que se ofrezcan al profesorado, como ejemplos e ilustraciones de cómo desarrollar la competencia científica, deberían incluir el enfoque de competencia científica del que se parte y un análisis pormenorizado de la contribución de las actividades de enseñanza y aprendizaje diseñadas.

En este sentido, se ha intentado mostrar cómo en una unidad didáctica de ciencias dedicada a la salud e higiene bucodental se pueden presentar diferentes tareas para desarrollar todas las dimensiones de la competencia científica de acuerdo con el enfoque propuesto por Pedrinaci y Cañal (Pedrinaci *et al.*, 2012 y Cañal, 2012). Desde nuestro punto de vista, si una unidad didáctica es diseñada en torno a problemas de la vida diaria, como es el caso, resulta posible incorporar tareas con las que se puedan desarrollar muchas de las dimensiones y capacidades de la competencia científica.

Una vez que una unidad didáctica haya sido diseñada, evaluada y reformulada quedan otros temas pendientes, tales como su transferencia a otros profesores. Así, para dar a conocer las unidades didácticas al profesorado que no ha estado implicado en su elaboración es imprescindible, además de presentar la secuencia de actividades de enseñanza-aprendizaje de la forma más completa posible, hacer explícitas las ideas que han fundamentado su diseño y, dentro de ellas, especialmente las relativas a la contribución al desarrollo de la competencia científica. Sería importante que estas tareas formasen parte de los programas de formación del profesorado de ciencias, tanto inicial como permanente, dados los problemas detectados al respecto (Pinto y El Boudamoussi, 2009).

Los resultados obtenidos hasta el momento (Blanco *et al.*, 2010; Lupión *et al.*, 2011; Gordo *et al.*, 2012) muestran las dificultades iniciales que tiene el profesorado para llevar a cabo estas tareas, pero también estas le sirven de gran ayuda para comprender el enfoque del desarrollo de competencias y para mejorar sus capacidades para el análisis y el diseño de actividades y tareas de enseñanza-aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo forma parte del proyecto de I+D+i *Diseño y evaluación de un modelo para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria (10-16 años)* (EDU2009-07173) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación en la convocatoria 2009.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANET, E. (2010a). El Medio Natural en la LOE: ¿continuidad o cambio en el currículo de educación primaria? *Investigación en la Escuela*, 70, pp. 71-88.
- BANET, E. (2010b). Finalidades de la educación científica en educación secundaria: aportaciones de la investigación educativa y opinión de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), pp. 199-214.
- BARRIOS, C. y VILA, V. (2008). Manifestaciones bucales en adolescentes asociadas al consumo de tabaco, alcohol y drogas. *Revista de la Facultad de Odontología (Universidad Nacional del Nordeste, Argentina)*, 1(4), pp. 48-55.
- BLANCO, A.; ESPAÑA, E. y GONZÁLEZ, F.J. (2010). Un proyecto de investigación para el fomento de la competencia científica en la educación obligatoria. En Quesada, A. y Abril, A. (eds.). *Actas de los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Jaén, pp. 729-735.
- BLANCO, A.; ESPAÑA, E. y RODRÍGUEZ, F. (2012). Contexto y enseñanza de la competencia científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, pp. 9-18.
- BLANCO, A.; FRANCO, A.J. y ESPAÑA, E. (2015). A Competence-Based Approach to the Design of a Teaching Sequence about Oral and Dental Health and Hygiene: A Case Study. *Journal of Biological Education*.
- BLANCO, A.; RODRÍGUEZ, F. y RUEDA, J.A. (2012). ¿Es necesario consumir agua embotellada? *Aula de Innovación Educativa*, 207, pp. 35-40.
- BOLÍVAR, A. (2010). *Competencias básicas y currículo*. Madrid: Editorial Síntesis.
- BRAVO, M.; CASALS, E.; CORTÉS, F. y LLODRA, J. (2006). Encuesta de Salud Oral en España 2005. *RCOE, Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España*, 11(4), pp. 409-456.
- CAÑAL, P. (2011). Competencia científica y competencia profesional en la enseñanza de las ciencias. En Caamaño, A. (coord.). *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona: Graó-Me, pp. 35-55.
- CAÑAL, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la Escuela*, 78, pp. 5-17.
- CAÑAS, A. y MARTÍN-DÍAZ, M. (2010). ¿Puede la competencia científica acercar la ciencia a los intereses del alumnado? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 57, pp. 80-87.
- CAÑAS, A.; MARTÍN-DÍAZ, M. y NIEDA, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- CAÑAS, A.; MARTÍN-DÍAZ, M. y NIEDA, J. (2008). ¿Debería nuestro currículo adaptarse más a la competencia científica de PISA? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 57, pp. 32-40.
- CEJA (Consejería de Educación de la Junta de Andalucía) (2008). *Prueba de la evaluación de diagnóstico 2008-09. Competencia básica en el conocimiento e interacción con el medio físico y natural. 2.º de ESO. Manual de aplicación*. Sevilla: Consejería de Educación de la Junta de Andalucía: Dirección General de Ordenación y Evaluación Educativa.

- COSCE (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: COSCE.
- DRIVER, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), pp. 109-120.
- ESPAÑA, E.; BLANCO, A. y RUEDA, J.A. (2012). Identificación de problemas de la vida diaria como contextos para el desarrollo de la competencia científica. En Membriela, P.; Casado, N. y Cebreiros, M.I. (eds.). *Experiencias de investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*. Ourense: Educación Editora, pp. 169-173.
- ESPAÑA, E. y PRIETO, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), pp. 345-354.
- ESPAÑA, E. y PRIETO, T. (2010). Los problemas socio-científicos como contexto para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 71, pp. 17-24.
- FECYT (2012). *VI Encuesta de Percepción Social de la Ciencia 2012*. Disponible en línea: <<http://www.fecyt.es/fecyt/docs/tmp/363174605.pdf>> (Consulta: 07-10-13).
- FENSHAM, P. (2007). Competences, from within and without: new challenges and possibilities for scientific literacy. En Linder, C.; Östman, L. y Wickman, P. (eds.). *Promoting scientific literacy: science education research in transaction*. Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium held at Uppsala University, Uppsala (Sweden), pp. 113-119.
- FORNÁS, R. (2003). Criterios para evaluar la calidad y fiabilidad de los contenidos en Internet. *Revista Española de Documentación Científica*, 26(1), pp. 75-80.
- FRANCO, A.J. y BLANCO, A. (2012). Concepciones previas de estudiantes de 3.º de ESO sobre la salud bucal y el deterioro de los dientes. En Domínguez, J.M. (ed.): *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Santiago Compostela: Universidad Santiago, pp. 1085-1092.
- FRANCO, A.J.; ESPAÑA, E. y BLANCO, A. (2014). Uso de Internet para analizar las relaciones entre drogas y salud bucodental. Una experiencia en 4.º de ESO. En Soriano, E.; González, A.J. y Cala, V.C. (eds.). *Retos actuales de educación y salud transcultural [1]*. Almería: Universidad de Almería, cap. 54.
- GIL, D. y VILCHES, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación*, extraordinario, pp. 295-311.
- GIRÓN, J.R.; BLANCO, A. y LUPIÓN, T. (2014). Análisis crítico de la publicidad de un producto alimentario. Una experiencia con alumnos de 3.º de ESO. *XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Huelva, 10-12 septiembre.
- GORDO, B.; ARGIBAY, M.; BLANCO, A.; GALLEGO, M. y LUPIÓN, T. (2012). Seguimiento y tutorización de profesorado de ciencias participante en un programa formativo sobre enseñanza de las ciencias, en CTS y competencia científica. En Martín-Díaz, M.J.; Gutiérrez, M.S. y Gómez-Crespo, M.A. (coords.). *VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias «Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias», I. Formación del profesorado*. Madrid: OEI, pp. 44-51.
- HARLEN, W. (1999). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Capítulo 5. *La evaluación de las oportunidades para aprender ciencias*. Madrid: MEC/Morata.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (2009). Competencia científica: poner en práctica los saberes de ciencias. Presentación del monográfico sobre competencia científica. *Aula de Innovación Educativa*, 186, p. 6.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (2010). *Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- LUPIÓN, T.; BLANCO, A.; ESPAÑA, E. y GARRIDO, L. (2011). La competencia científica: de los currículos al aula. Una experiencia de formación permanente del profesorado de educación obligatoria. En Maquilón, J.; García, M. y Belmonte, M. (coords.). *Innovación educativa en la enseñanza formal*. Murcia: Universidad de Murcia, pp. 435-444.

- LUPIÓN, T.; GALLEGO, M.; BLANCO, A.; ARGIBAY, M. y GORDO, B. (2012). Enseñanza de las ciencias, CTS y desarrollo de la competencia científica. Una propuesta para la formación permanente del profesorado. En Martín-Díaz, M.J.; Gutiérrez, M.S. y Gómez-Crespo, M.A. (coords.). *VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias «Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias», I. Formación del profesorado*. Madrid: OEI, pp. 35-43.
- MEC, Ministerio de Educación y Ciencia (1990). *Ley 1/1990 de 3 de octubre, Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo*. Madrid: MEC.
- MEC, Ministerio de Educación y Ciencia (2006). Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Primaria (BOE núm. 293, 8 de diciembre de 2006).
- MEC, Ministerio de Educación y Ciencia (2007). Real Decreto 1631/2006, de 26 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (BOE núm. 5, 5 de enero de 2007).
- MEC, Ministerio de Educación y Ciencia (2009). *Evaluación general de diagnóstico 2009. Marco de la evaluación*. Madrid: Secretaría General Técnica.
- MORENO, G.; BLANCO, A. y ESPAÑA, E. (2015). ¿Qué coche comprar?: Propuesta para trabajar competencias básicas en tecnologías. *Aula de Secundaria*.
- OCDE (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación, conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura*. Madrid: Santillana.
- OCDE (2009). *PISA 2009. Assessment framework. Key competencies in reading, mathematics and science*. Disponible en línea: <www.oecd.org/dataoecd/11/40/44455820.pdf> (Consulta: 07-10-13).
- PATEL, R. (2012). *The State of Oral Health in Europe. Report commissioned by the Platform for Better Oral Health in Europe*. Better Oral Health in Europe. Disponible en línea: <<http://www.oralhealthplatform.eu/>>.
- PEDRINACI, E.; CAAMAÑO, A.; CAÑAL, P. y PRO, A. (2012). La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. En Pedrinaci, E. (coord.). *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó, cap. 11, pp. 241-267.
- PERRENOUD, P. (2012). *Cuando la escuela pretende preparar para la vida. ¿Desarrollar competencias o enseñar otros saberes?* Barcelona: Graó.
- PINTO, R. y EL BOUDAMOUSSI, S. (2009). Scientific Processes in PISA Tests Observed for Science Teachers. *International Journal of Science Education*, 31(16), pp. 2137-2159. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690802559074>
- PRO, A. (2007). De la enseñanza de los conocimientos a la enseñanza de las competencias. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 53, pp. 10-21.
- PRO, A. (2011). Conocimiento científico, ciencia escolar y enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. En Caamaño, A. (coord.). *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona: Graó-Me, pp. 13-33.
- PRO, A. y RODRÍGUEZ, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en la educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), pp. 385-404.
- PRO, A. y SAURA, O. (2007). La planificación: un proceso para la formación, la innovación y la investigación. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, pp. 39-55.
- RAMOS, M.P. (2010). *Estilos de vida y salud en la adolescencia*. Tesis Doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- SÁNCHEZ, G. y VALCÁRCEL, M. (1993). Diseño de unidades didácticas en el Área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), pp. 33-44.
- SANMARTÍ, N. (2008). Què comporta desenvolupar la competència científica? *Guix*, 344, pp. 11-16.

- SANMARTÍ, N. (2010). Competencias: ¿más burocracia o un constructo útil? *II Congreso Internacional de Didácticas. La actividad del docente: Intervención, innovación, investigación*. Girona, Febrero 2010, pp. 51-66.
- SANMARTÍ, N.; BURGOA, B. y NUÑO, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, pp. 62-69.
- SANMARTÍ, N. y SARDÀ, A. (2007). Luces y sombras en la evaluación de competencias: el caso PISA. *Cuadernos de Pedagogía*, 370, pp. 60-63.
- VILCHES, A. y GIL, D. (2010). El programa PISA: un instrumento para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, 53, pp. 121-154.
- YUS, R.; FERNÁNDEZ, M.; GALLARDO, M.; BARQUÍN, J.; SEPÚLVEDA, M.P. y SERVÁN, M.J. (2013). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360, pp. 557-576.

The development of scientific competence in a teaching unit on oral and dental health. Design and analysis of tasks.

Antonio Joaquín Franco-Mariscal
IES Juan Ramón Jiménez, Málaga, España.
Universidad de Málaga, Málaga, España.
antoniojoaquin.franco@uma.es

Ángel Blanco-López, Enrique España-Ramos
Universidad de Málaga, Málaga, España.
ablancol@uma.es, enrienni@uma.es

In recent years several contributions analyzing the implications of the concept of competence for science education and identifying some key factors for its development have been made. Additionally, various ways to understand and characterize the scientific competence have been proposed, among which the approaches of Spanish curricula, PISA, diagnostic assessments programs –both national and regional–, and the recent contribution of Pedrinaci and Cañal have stood out.

It is assumed that the broadcasting of innovations and educational changes requires the use of appropriate examples of teaching materials, as they can support and illustrate new ideas and they can also be used by teachers in their classrooms.

Based on such premise, this paper considers the importance of the design of curriculum materials for the development of the scientific competence. Specifically, we must place special emphasis on the need to use an explicit and clearly formulated approach of this competence and link tasks and learning activities from this approach. In our view, these tasks are especially important for two reasons. Firstly, because it enables the formulation and design of an activity to be tailored to the scientific target competence, Secondly, because it provides a way of familiarizing teachers with this kind of analysis. The latter point is relevant since some studies have suggested that teachers find it difficult to identify some scientific competence dimensions.

Considering these ideas, nine learning tasks included in a teaching unit about oral and dental health and hygiene for 15/16-year-old students are shown and discussed in this paper. The Pedrinaci and Cañal's scientific competence approach is taken as reference for the analysis of the tasks selected. According to these authors, the scientific competence involves the mastery of theoretical knowledge, practical knowledge (skills) and attitudes in an integrated way, rather than a sum of small sub-competences of one type or another. The advance of the students' scientific competence, according to Pedrinaci and Cañal's approach, depends on the development and integration of different skills, organized into four interrelated dimensions: conceptual, methodological, attitudinal and integrated.

The teaching unit addressed about oral health is organized around the search for answers to two key questions: *Why do teeth decay?* and *What can we do to prevent this problem?* The teaching-learning sequence is divided into four sections related to the different aspects of the problem: *Identification*, *Prevention*, *What should we do if prevention fails?* and *Raising awareness about the topic*. A cross fifth section about the *Quality and reliability of online information* is also included in the teaching unit.

We presented the analyzed tasks organized in sections. For each task, the development is described and then the abilities of the scientific competence approach of reference are linked.

Finally, some considerations about the importance of the design and the analysis of learning tasks for the development of the scientific competence, and the transference to the teachers who have not been involved in its design are made. In this regard, the examples and illustrations of curriculum materials that are offered to teachers should include the scientific competence approach from the start and a detailed analysis of the contribution to its development through the teaching and learning tasks designed.

Keywords: scientific competence, teaching unit, analysis and design of tasks, school knowledge, science, oral and dental health

