

## CAPÍTULO 5

# LA VISIÓN DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA EN LA EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN PIIISA

*Lupión-Cobos, T.*

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga

*López-Castilla, R.*

IES Isaac Albéniz (Málaga)

*Franco-Mariscal, A. J.*

IES Juan Ramón Jiménez (Málaga)

IES Cartima (Cártama, Málaga)

*Girón-Gambero, J.*

IES Cartima (Cártama, Málaga)

---

## 1. RESUMEN

En este capítulo se analiza la visión del profesorado de secundaria que ha participado en la experiencia PIIISA. Para facilitar al lector su comprensión, inicialmente se describen las funciones realizadas por estos docentes en los proyectos, aportando a continuación consideraciones en torno al proceso de enseñanza-aprendizaje en actividades de indagación e investigación científicas, recogidas en la literatura, comentándose sus características, así como los procesos y conocimientos requeridos para los propios docentes que las practican y las consecuencias en su desempeño docente.

Siendo por tanto de especial interés conocer las consideraciones manifestadas por éstos, se recoge un estudio piloto, donde se ha analizado la visión de 20 profesores tras su participación en el proyecto PIIISA. Como instrumento de trabajo, se utilizó el cuestionario TOSRA (Test of Science Related Attitudes) sobre actitudes hacia la ciencia, validado internacionalmente, analizando aspectos en torno a *implicaciones sociales de la ciencia, visión de la vida de los científicos, actitudes de los estudiantes*

*hacia la investigación científica, adopción de actitudes científicas, disfrute de las clases de ciencia, interés por la ciencia en el tiempo de ocio e interés por estudiar carreras científicas.* Finalmente se recogen algunas implicaciones didácticas.

**Palabras clave:** PIISA, profesorado de secundaria, innovación, implicaciones didácticas

## 2. EL PAPEL DEL PROFESOR EN LOS PROYECTOS PIISA

La realización de proyectos escolares asociados a líneas de investigación reales, como es la oportunidad que ofrece el programa PIISA, es un marco que va a permitir al alumnado de secundaria participante, descubrir *qué es* la investigación científica, *cómo* se lleva a cabo y *conocer directamente su realización*.

Aunque sin abordar necesariamente contenidos curriculares de los niveles a los que pertenece el alumnado al que va dirigido (4.º de ESO y 1º de Bachillerato), el mencionado proyecto contribuye al desarrollo de la competencia en ciencia y tecnología y desde ésta, a de las restantes competencias claves (MEC, 2013). Para ello emplea como estrategia metodológica la intervención del alumnado en diferentes proyectos científicos asociados a líneas de trabajo en desarrollo en centros de investigación de organismos de ámbito local y/o provincial, en los que puede ejercitar diversas destrezas y actitudes asociadas con el trabajo científico.

El profesorado, de esta manera puede partir del análisis de situaciones relevantes, de conceptos, ideas y principios, en contextos de la vida real para incorporar en su programación de enseñanza una estrategia didáctica con la que ayudar a su alumnado a descubrir sus vocaciones y talentos, a la vez que puede poner en práctica sus “*inteligencias múltiples*”.

Trabajar con esta metodología requiere la realización de una serie de actividades específicas por parte del profesorado, que se pueden agrupar en diferentes tipos:

- Toma de contacto con investigadores e instituciones.
- Planificación de actividades para permitir al alumnado trabajar con el procedimiento utilizado por los científicos en la resolución de problemas de interés científico y/o cotidiano (aspectos CTS del currículo).
- Tutorización y seguimiento de grupos de alumnos en investigaciones escolares.

Se pretende con ello en definitiva que el alumnado desmitifique la imagen estereotipada de los científicos, que adopten actitudes científicas o conozcan las implicaciones de la ciencia en la sociedad, todo ello orientado al fomento en los estudiantes de actitudes positivas hacia la ciencia y la investigación, del interés por la ciencia en su tiempo libre y su disfrute en las clases de ciencias, entre otros objetivos.

A lo largo de este capítulo, vamos a presentar y comentar la visión del profesorado en la experiencia PIISA y los retos en su formación (Rodríguez y Couso, 2012; Vázquez-Bernal *et al.*, 2012, Lupión y Martín, 2016a), para llevar a cabo la realización de los proyectos escolares asociados a líneas de investigación reales que estas experiencias promueven.

### 3. PRÁCTICAS CIENTÍFICAS EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

En el marco educativo actual, mejorar la formación científica del alumnado y favorecer vocaciones científicas en las aulas de secundaria, son procesos a promover en la enseñanza de las ciencias, a pesar de que exista una clara desmotivación de los estudiantes hacia éstas. Combatir esta situación plantea al profesorado la necesidad de buscar estrategias que utilicen enfoques atractivos para permitir al alumnado tomar parte en las prácticas científicas de construcción del conocimiento, o prácticas epistémicas, y familiarizarse con los procedimientos que caracterizan el trabajo científico, contribuyendo así al desarrollo de los objetivos de aprendizaje inherentes a las ciencias (Jiménez-Aleixandre, 2012).

Estas prácticas son de naturaleza cognitiva o discursiva, y pueden realizarse en contextos de experimentación o en otros, como pueden ser los de debate y la toma de decisiones sobre cuestiones socio-científicas (Solbes, 2013). Un tipo de estas prácticas son las investigaciones científicas, respecto a las que haremos aquí referencia en cuanto a su consideración relativa al conocimiento y aprendizaje que los estudiantes ponen en juego al aproximarse “al trabajo de científicos, la naturaleza de sus investigaciones, y las habilidades y entendimientos necesarios para hacer este trabajo” (Bybee, 2006; NRC, 2013).

En la educación científica, partiendo de la premisa de ayudar al alumnado a construir su comprensión de las ideas y el razonamiento que permite generar éstas, el docente tiene que ser capaz de establecer una comunicación efectiva con los estudiantes en la que entren en juego las diferentes formas de experimentar e integrar el conocimiento que la ciencia aporta e implica (Figura 1).



prioritariamente conceptual, pone el foco en un modelo de enseñanza que, partiendo de la formulación de interrogantes sin soluciones preestablecidas, presentes en la “ciencia de la calle” (y por ello actual y útil fuera del aula) dote al conocimiento de un carácter funcional, al permitir al alumnado transferirlo de forma integrada y multidisciplinar a situaciones diferentes de las de su aprendizaje (Pro, 2012).

Si bien las ahora habituales referencias en los currículos a estos problemas y a la toma de decisiones de carácter científico y tecnológico, representan un reconocimiento de esta preocupación, este enfoque está lejos de ser logrado en el marco europeo en gran parte de sus estados (OCDE, 2013; Osborne y Dillon, 2008). En España, el informe ENCIENDE (COSCE, 2011) plantea esta alfabetización científica en el marco de la competencia científica, resaltando su importancia no solo para aquellos que acabarán formando parte de la comunidad científica sino para la totalidad de los ciudadanos. Desde este enfoque, y queriendo contribuir a promover un aprendizaje de las ciencias en nuestro alumnado, consideramos importante utilizar como estrategia didáctica una investigación escolar que participe de los objetivos epistémicos de las prácticas científicas, opción didáctica sólidamente fundamentada (Rocard, 2007) para apoyar a combatir la desmotivación de los estudiantes hacia la ciencia (Viennot, 2011).



**Figura 2. Alumnado en las fases de formación teórica, experimentación y comunicación de resultados.**

Así, las investigaciones científicas son una actividad central del enfoque indagativo en la enseñanza de las ciencias, permitiendo construir conocimiento, comprender los procesos de la ciencia y aprender a investigar (Anderson, 2007; Caamaño, 2011; Couso, 2012). En ellas, la utilización de una enseñanza de las ciencias mediante la indagación supone hacer partícipe al alumnado de un proceso activo de aprendizaje (NRC, 1996), construido socialmente en interacción con el contexto donde se gesta, durante el cual los individuos construyen para sí mismos y modifican concepciones anteriores. Sin embargo este tipo de estrategias se encuentran aleja-

das de las formas de enseñar tradicionales (informe TALIS (*Teaching and Learning International Survey*), OCDE, 2009), y demandan una planificación formativa que vertebré el conocimiento profesional y la práctica docente. En concreto, las estrategias de enseñanza por investigación exigen un alto nivel de desarrollo profesional del docente, ya que requiere un cambio didáctico profundo respecto a las formas de enseñar tradicionales (Cañal, Travé y Pozuelos, 2011; Cañal, 2011) aprendidas por “inmersión” en las aulas.

Los análisis de la utilidad didáctica de los trabajos prácticos de investigación, se resumen en ocasiones a un incremento en el interés, la implicación y emoción de los alumnos, y su capacidad de transformación de la realidad, pero no llegan a conseguir que el estudiante aprenda más haciendo suyos conceptos, procedimientos y modelos que le ayuden a comprender y explicar la realidad analizada (Jiménez-Aleixandre, 2012). Estas insuficiencias en los procesos de aprendizaje se refleja en muchas referencias de la literatura especializada, como es en el caso de los trabajos prácticos de laboratorio cuando se limitan a demostraciones ilustrativas espectaculares, a la ejecución acrítica de «recetas de cocina» o al aprendizaje del manejo del instrumental (Domenech, 2012), experiencias que ofrecen una baja capacidad de instrucción al estudiante al no conllevar interacción con las teorías y modelos que éste posee, aportados desde el conocimiento científico escolar. Asimismo sobre este tipo de actividades, en un reciente estudio con profesores en ejercicio de la provincia de Málaga, Lupión y Martín (2016b) analizaron los contenidos y las estrategias didácticas desarrollados por éstos al llevar a cabo investigaciones escolares en sus aulas de ciencias. Tras aplicar una metodología de análisis cuantitativa, los resultados indican que este profesorado potencia actividades que implican fundamentalmente la comprensión y redacción de textos o escritos, pero no considera prioritario el desarrollo de procedimientos científicos claves dentro de la indagación científica ni tampoco ciertas actitudes y valores que facilitarían la vida en sociedad y ayudarían a una reflexión sobre las actuaciones formativas a diseñar y desarrollar con el alumnado.

Estos antecedentes ponen de manifiesto la importancia de promover actualizaciones formativas para incidir en ellos, campo que se muestra como una tarea compleja que precisa de planteamientos innovadores que potencien una implicación activa del docente como investigador de su aula, superando enfoques poco participativos o conservadores hacia este tipo de tareas (Oliva, 2011). En su diseño se requiere abordar un enfoque de actividades prácticas en el que el alumnado actúe como investigador, no como técnico, promoviendo prácticas epistémicas que le acer-

quen al conocimiento escolar objeto de aprendizaje, apelando más al desarrollo de sus capacidades y competencias científicas, y que fomenten su reflexión sobre las prácticas y sobre la naturaleza de la ciencia.

Sin embargo, abordar la indagación e investigación, mediante prácticas realmente epistémicas con actividades inherentes de la práctica o quehacer científicos, precisa desempeñar en profundidad funciones que requieren al docente saber de indagación, argumentación y/o modelización (Cañal, 2012; Caamaño, 2012; Jiménez-Aleixandre, 2011; Oliva, Aragón y Cuesta, 2015), para poner en acción la competencia científica y didáctica necesarias (Franco-Mariscal, 2015) que le permitan examinar y entender instancias de cambios habidas, sea en comprensión conceptual o en razonamiento, y documentarlas y analizarlas (Kelly, 2011). En definitiva, su capacidad de concebir y enfocar las tareas de enseñanza de las ciencias movilizando su competencia genérica docente (Agencia Andaluza de Evaluación Educativa, 2011), que requiere saber autogestionar el propio desarrollo profesional (Imbernón, 2012; Lupión y López, 2014).

Entre las vías para estimular la actualización docente necesaria para abordar estos retos, la autorregulación del aprendizaje profesional a través de la metarreflexión (Esteve, Melief y Alsina, 2010) de la propia práctica, se muestra como una dinámica formativa adecuada (Lupión y Martín, 2016b). Para ello, intercambiar con otros docentes, conocimientos y experiencias sobre actitudes y habilidades implicadas en las actividades realizadas, ofrece datos para reflexionar sobre el conocimiento profesional requerido. Con este objetivo, al finalizar el Congreso Interprovincial celebrado en la edición de 2016 en la Universidad de Málaga, se proporcionó a los profesores participantes un cuestionario, que ha permitido analizar y valorar sus opiniones de la puesta en práctica de los proyectos PIISA.

## 5. METODOLOGÍA

La muestra participante en este estudio fue de 20 profesores de secundaria en activo que imparten sus clases en distintos institutos de Andalucía. Trece de ellos pertenecen a la especialidad de Biología y Geología, cinco a Física y Química, y dos, a Tecnología. El 25 % tenía una experiencia docente inferior a 10 años, el 30 % entre 10 y 20 años, otro 25 % entre 20 y 30 años, y el 20 % restante había impartido clases durante más de 30 años.

**Tabla 1. Cuestionario empleado y su relación con el test TOSRA**

Cuestiones	Dimensión del test TOSRA con la que se relaciona
1. ¿Crees que los estudiantes tienen una mayor implicación social hacia las ciencias cuando participan en un Proyecto PIISA? Por ejemplo, opinarían que es bueno gastar dinero para investigaciones científicas, que la ciencia ayuda a hacer mejor la vida, que la ciencia no es un enemigo del hombre, etc.	A) Implicaciones sociales de la ciencia
2. Tras participar en un Proyecto PIISA, ¿piensas que la visión que tienen los estudiantes de la vida de los científicos podría cambiar? Por ejemplo, los verían como personas que pasan tiempo con sus familias, que tienen una forma de vida saludable, que no van al laboratorio en sus días libres, etc.	B) Visión de la vida de los científicos
3. ¿Piensas que las actitudes de los estudiantes hacia la investigación podría cambiar tras participar en un Proyecto PIISA? Por ejemplo, preferirían averiguar por qué ocurre algo haciendo experimentos en lugar de que se lo diga el profesor o leerlo en una revista científica, etc.	C) Actitudes de los estudiantes hacia la investigación científica
4. Tras participar en un Proyecto PIISA, ¿crees que los estudiantes podrían adoptar actitudes científicas? Por ejemplo, tener curiosidad por el mundo que le rodea, disfrutar leyendo información que no está de acuerdo con sus ideas, repetirían experimentos para comprobar que los resultados son los correctos, etc.	D) Adopción de actitudes científicas
5. ¿Piensas que los estudiantes disfrutarían más de las clases de ciencias tras participar en un Proyecto PIISA? Por ejemplo, pensarían que la ciencia no es aburrida, que en el instituto se deberían dar más horas de ciencias, que las asignaturas de ciencias son muy interesantes, etc.	E) Disfrute de las clases de ciencia
6. ¿Piensas que los estudiantes que han participado en un Proyecto PIISA se interesarían por la ciencia en su tiempo de ocio? Por ejemplo, se apuntarían a un club de ciencias, verían más programas de TV de ciencias, les gustaría que le regalasen un libro de ciencias o material científico, etc.	F) Interés por la ciencia en el tiempo de ocio
7. ¿Crees que los estudiantes que han participado en un Proyecto PIISA mostrarán un mayor interés por estudiar carreras de ciencias? Por ejemplo, les gustaría llegar a ser científicos, trabajarían en un laboratorio de investigación, pensarían que las carreras de ciencia no son aburridas, etc.	G) Interés por estudiar carreras científicas



El instrumento utilizado para la recogida de información sobre la visión del profesorado de ciencias tras su participación en el proyecto PIISA fue el cuestionario. Su diseño tomó como punto de partida las distintas categorías establecidas en el cuestionario TOSRA (*Test of Science Related Attitudes*) sobre actitudes hacia la ciencia propuesto por Fraser (1981) y validado internacionalmente (Cheung, 2009; Welch, 2010). El cuestionario establece siete dimensiones, muy acordes con los objetivos planteados en el proyecto PIISA: A) implicaciones sociales de la ciencia, B) visión de la vida de los científicos, C) actitudes de los estudiantes hacia la investigación científica, D) adopción de actitudes científicas, E) disfrute de las clases de ciencia, F) interés por la ciencia en el tiempo de ocio, y G) interés por estudiar carreras científicas. Dichas dimensiones están basadas en la clasificación de Klopfer (1971). La Tabla 1 presenta el cuestionario, estructurado en 7 preguntas y su relación con las dimensiones del cuestionario TOSRA.

Adicionalmente el cuestionario incluyó una octava dimensión (H) con idea de obtener una valoración del docente acerca de su experiencia con estudiantes en este tipo de proyectos. Esta cuestión fue formulada de esta forma: “Valora la importancia de realizar con estudiantes de secundaria eventos como los de PIISA. ¿Qué otras actividades de este tipo se podrían hacer?”.

Las respuestas dadas por los profesores en cada una de las dimensiones se analizaron en una primera fase en tres categorías (afirmativas, negativas o indecisas), y en una segunda fase de manera pormenorizada. Por razones de espacio, este capítulo solo presenta los resultados del primer análisis.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

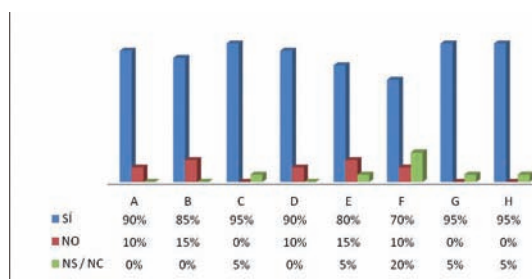
Una visión global de los resultados parece mostrar que el profesorado valora de manera muy positiva la realización de proyectos PIISA. Con idea de cuantificar esta valoración, la tabla 2 recoge los porcentajes de aportaciones positivas, negativas e indecisas respecto al total, apoyando la apreciación inicial.

Tiene interés conocer también cuáles son las dimensiones mejor y peor valoradas por los profesores y las justificaciones dadas. Para ello, la figura 1 recoge los porcentajes de valoración en cada categoría para cada una de las dimensiones estudiadas, que a continuación se analizan incluyendo algunos comentarios de los profesores.

**Tabla 2. Valoración global de las respuestas**

Valoraciones positivas	Valoraciones negativas	Valoraciones indecisas
87,5 %	7,5 %	5 %

En la figura 3 se puede observar cómo los docentes valoran muy positivamente las distintas dimensiones, situándose todas ellas con porcentajes superiores al 70 % y cinco de ellas por encima del 90 %. Destacan especialmente las dimensiones C y G con un 95 % de valoración positiva, relacionadas con causas que pudieran justificar la motivación de los estudiantes hacia la investigación científica como el fomento de sus actitudes (dimensión C) o su interés por estudiar carreras de ciencias (dimensión G). En la primera, los docentes mencionan su percepción de que este tipo de metodologías ayudan a los alumnos a tomar conciencia de la utilidad de los conocimientos adquiridos al tener que activarlos para abordar una investigación real (en palabras de los profesores encuestados, “*sus mentes piensan de un modo más científico, se preguntan y buscan respuestas frente a diferentes problemas*”). Ésta también influye en la satisfacción personal asociada a la obtención y comunicación de resultados.



**Figura 3. Distribución de valoraciones por categorías en cada dimensión.**

Respecto a la dimensión G, la predisposición observada hacia el estudio de carreras científicas podría estar condicionada por el hecho de que el alumnado participante en la actividad PIISA fue seleccionado por sus profesores de acuerdo con unos criterios definidos previamente. Es por ello, que no se puede establecer una correlación causal entre la implicación del alumnado en un proyecto de enseñanza de ciencias basado en investigación y su posible vocación científica.

También con este mismo nivel de apreciación positiva del 95 % se encuentra la dimensión H relacionada con el valor que da el profesorado para realizar este tipo

de eventos manifestado, a modo de ejemplo, con comentarios del tipo *“fomenta el aprendizaje significativo y trabaja muchas competencias, no sólo las relacionadas con las ciencias”*.

En el otro extremo, los docentes consideraron que la dimensión menos valorada de forma positiva es la F, relacionada con el interés del alumnado por la ciencia en su tiempo de ocio debido, según el profesorado, a la existencia de estímulos más atractivos o a lo inusual de la situación, como indican estos comentarios: *“No estoy seguro, depende mucho de cada persona y cada alumno. Algunos de mis alumnos lo hacen, aunque tengo que reconocer que no es muy habitual”*. *“Espero que sí, aunque en la actualidad tienen muchos factores con los que dispersarse”*.

Por otra parte, el análisis de las opiniones negativas muestra porcentajes en todos los casos no superiores al 15 %. Así, los docentes otorgan un mayor peso a dimensiones relacionadas con la visión de la vida de los científicos (dimensión B, 15 %) y el disfrute de las clases de ciencias (dimensión E, 15 %). En el primer caso alegan razones tales como *“los estudiantes no han llegado a tal grado de confianza, han visto que son personas normales apasionadas por su trabajo y por darlo a conocer”* o *“no creo que a este nivel sean conscientes del gran sacrificio personal que implica ser investigador”*. Respecto a la dimensión E, las razones alegadas tienden a marcar la diferencia entre la metodología adoptada en los proyectos PIIISA y las clases tradicionales: *“Aprenden que hay otra forma de hacer ciencia que desde luego les gusta más, pero ven que la realidad es otra y las clases son demasiado académicas”*. Le siguen las dimensiones A (Implicaciones sociales de la ciencia), D (Adopción de actitudes científicas) y F (Interés por la ciencia en el tiempo de ocio), todas ellas con un 10 % de valoración negativa. Estas opiniones se relacionan sobre todo con factores como la corta duración del contacto investigadores-alumnado o la no continuidad en la aplicación de estas estrategias en el hecho educativo cotidiano frente a metodologías más tradicionalistas: *“El número de sesiones de trabajo fuera del centro de secundaria es insuficiente para tomar buena conciencia de ello”*, *“hay que trabajar mucho más este aspecto dentro del aula, con la participación en el Proyecto es insuficiente”*.

Las dimensiones C, G y H, relativas a las actitudes de los estudiantes hacia la investigación científica, al interés por estudiar carreras científicas y a la importancia de realizar eventos PIIISA, no obtuvieron valoraciones negativas.

## 7. IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

La visión del profesorado de secundaria de la experiencia PIISA como recurso didáctico y su impacto para encauzar actitudes científicas en el alumnado, pone de manifiesto luces y sombras en el valor didáctico de proyectos investigativos que involucran a estudiantes, profesores y científicos (estrategias STSP, por sus siglas inglesas) (Windschitl, Thompson y Braaten, 2008). El carácter novedoso de estas estrategias, alejadas de la habitual clase magistral, despiertan inicialmente el interés del alumnado generando una mayor implicación por su parte, si se comparan con métodos más tradicionales de transmisión de conocimientos (Domènech, 2013). Sin embargo, hay factores a tener en cuenta que moderan o modulan este valor positivo:

Los alumnos de los proyectos PIISA constituyen una fracción del total de estudiantes de cada centro, por lo hay que ser cautelosos al generalizar el efecto positivo que este recurso pueda producir en todo el alumnado. A su vez, el profesorado puede mostrar un optimismo excesivo al creer que sus estudiantes desarrollarán actitudes hacia las ciencias cuando se les ofrece la oportunidad de participar en una investigación científica completa (Viennot, 2011) o al suponer que la actividad es suficientemente meritoria como para que todo el alumnado (participante o no) “sienta la llamada” de la ciencia. En este sentido, si bien es cierto que las evidencias reportadas sugieren que los proyectos STSP contribuyen en cierto modo a fomentar destrezas investigadoras y a aumentar la motivación así como competencias del estudiante (Houseal, Abd-El-Khalick y Destefano, 2014; McLaughlin *et al.*, 2015), estos beneficios tendrían un carácter puramente anecdótico si no se explotan de forma más generalizada en la praxis educativa.

La realización de una actividad práctica o investigadora por sí sola no basta, para comprender la naturaleza de la ciencia (cómo es y cómo se hace), sobre todo si el alumnado se limita a la descripción de resultados, lo cual no constituye en sí un acto cognitivo de suficiente calidad al no estimular su capacidad de cuestionar, argumentar, relacionar ideas clave, predecir, reflexionar, etc. Para lograr esos fines, es importante que las prácticas sean lo más auténticas posible (Couso, 2012), no limitándose a “escenificar” uno tras otro los pasos del método científico, sin fomentar en el alumnado la creación de modelos (Oliva, Aragón y Cuesta, 2015) que le ayuden a aprender los conceptos científicos escolares y a trasponerlos a otros contextos. Este uso pautado del método científico hace entrar en conflicto la ciencia real con la ciencia escolar, que se presenta en el aula como un constructo sin fisuras cuyos resultados siempre corroboran las hipótesis de partida y permiten obtener

conclusiones inequívocas, olvidando así que su origen está basado en la creación y no en la incuestionabilidad, haciendo hincapié en el producto y no en el proceso, las dificultades encontradas o sus implicaciones sociales (Pro, 2012).

Desear realizar una práctica o una investigación no siempre implica que el profesorado esté capacitado para ello. El desarrollo de la competencia científica en el alumnado exige en los docentes un planteamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje diferente del habitual, para el cual son necesarios un adecuado nivel de competencia científica y un nivel suficiente de su competencia didáctica (Cañal, 2012), requerimientos comentados al inicio de este capítulo.

A pesar de que la relación estudiante-profesor-científico durante la fase de investigación permite a los alumnos adquirir una perspectiva única del trabajo diario de los científicos (Houseal, Abd-El-Khalick, and Destefano, 2014; McLaughlin *et al.*, 2015) quizás (como indican los docentes en sus intervenciones) la duración del proyecto no basta para desterrar la imagen estereotipada del científico y no contribuye a hacer ver al estudiante que éstos han hecho de la ciencia no sólo su vocación sino también su medio para ganarse la vida.

Creemos por todo lo expuesto que un adecuado nivel de competencia profesional influye de manera determinante en la dinamización del interés y participación del alumnado en la clase de ciencias y hacia las ciencias. Para contribuir a ello, es clave construir escenarios docentes en los que se ponga el foco de la enseñanza en aspectos relativos a la naturaleza de la Ciencia, así como en su función social, y seleccionar estrategias y dinámicas para vehicular los contenidos inherentes al quehacer científico (especialmente relativos a destrezas y habilidades, así como actitudes). Estos espacios de aprendizaje proporcionan andamiajes o referentes de interés que facilitan al alumnado aplicar sus conocimientos en situaciones sociales y personales verdaderas brindando, en definitiva, oportunidades al fomento de posibles vocaciones científicas.

## 8. REFERENCIAS

- AGENCIA ANDALUZA DE EVALUACIÓN EDUCATIVA (AGAEVE) (2011). *Estándares de la práctica profesional docente en Andalucía*. Sevilla: Junta de Andalucía.
- ANDERSON, R. D. (2007). Inquiry as an organizing theme for science curricula. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 807-830). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

- BYBEE, R. W. (2006). Scientific Inquiry and Science Teaching. En L. B. Flick y N. G. Lederman (eds.). *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning and Teacher Education* (pp. 1-12). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- CAAMAÑO, A. (2012). La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. En E. Pedrinaci, A. de Pro, A. Caamaño y P. Cañal (coords.). *11 ideas claves. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 127-146). Barcelona: Graó.
- CAÑAL, P. (2012). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En E. Pedrinaci, A. de Pro, A. Caamaño y P. Cañal (coord.). *11 ideas claves. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 241-268). Barcelona: Graó.
- CAÑAL, P.; TRAVÉ, G. Y POZUELOS, F. (2011). Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. *Investigación en la Escuela*, 73, 5-26.
- CHEUNG, D. (2009). Developing a Scale to Measure Students' Attitudes toward Chemistry Lessons. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2185-2203.
- COSCE (2011). *Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar por edades tempranas en España*. Madrid: COSCE.
- COUSO, D. (2012). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. Conferencia plenaria inaugural de los *XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva: APICE. Disponible online: [http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO\\_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf](http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf) (Consultado: 16/09/16).
- DOMÈNECH, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 249-262.
- ESTEVE, O.; MELIEF, K. Y ALSINA, A. (2010). *Creando mi profesión. Una propuesta para el desarrollo profesional del profesorado*. Barcelona: Octaedro.
- FENSHAM, P. (2009). Real world contexts in PISA science: implications for contexts-basics science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884-896.
- FRANCO-MARISCAL, A. J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 231-252.
- FRASER, B. J. (1981). *TOSRA: Test of science-related attitudes handbook*. Hawthorn, Victoria: Australian Council for Educational Research.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2011). Las prácticas científicas en la investigación y en la clase de ciencias. Ponencia plenaria de los *XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias*

- Experimentales*. Santiago de Compostela: APICE. Disponible on-line en: <http://www.apicedce.com/sites/default/files/XXV%20EDCE.pdf> (Consulta: 16/09/16).
- HOUSEAL, A., ABD-EL-KHALICK, F. AND DESTEFANO, L. (2014). Impact of a Student-Teacher-Scientist Partnership on Students' and Teachers' Content Knowledge, Attitudes Toward Science, and Pedagogical Practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 51, 1, 84-115.
- IMBERNÓN, F. (2012). ¿Hay nuevas tendencias en la formación permanente del profesorado? *Aula de Innovación Educativa*, 212, 14-17.
- KELLY, G. J. (2011). Scientific literacy, discourse and epistemic practices. En C. Linder *et al.* (eds.) *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 61-73). New York: Routledge.
- KLOPFER, L. E. (1971). Evaluation of learning in science. En B. S. Bloom, J. T. Hastings and G. F. Madaus (Eds.), *Handbook on Summative and Formative Evaluation of Student Learning* (pp. 559-642). New York: McGraw-Hill.
- LUPIÓN, T. Y LÓPEZ, R. (2014). Investigaciones escolares en ciencias: estrategia en la formación del profesorado y recurso para el aula. *Educació Química EduQ*, 16, 53-61.
- LUPIÓN, T. Y MARTÍN, C. (2016a). Scientific school research: in-service teachers assessment of educational contents and strategies. In J. Lavonen, K. Juuti, J. Lampiselkä, A. Uitto, and K. Hahl (eds.) *Science Education Research: Engaging learners for a sustainable future* (pp. 1466-1472). Helsinki: ESERA.
- LUPIÓN, T. Y MARTÍN, C. (2016b). Desarrollo profesional docente de profesorado de secundaria en una experiencia de innovación mediante investigaciones escolares. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 686-704. Disponible on line: <http://hdl.handle.net/10498/18506> (Consulta: 16/09/16).
- MCLAUGHLIN, C.; BROO, J.; MACFADDEN, B. Y MORAN, S. (2015). Not looking a gift horse in the mouth: Exploring the merits of a student-teacher-scientist partnership. *Journal of Biological Education*, 50, 174-184.
- MEC, Ministerio de Educación y Ciencia (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (BOE de 10 de diciembre).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (2013). *Next generation science standards. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: National Academies Press.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, cross-cutting concepts and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD. (2009). *Creating Effective Teaching and Learning Environments: First Results from TALIS*. París: OECD. [DOI: 10.1787/9789264068780-en].

- OECD. PISA 2012. (2013). “*Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*”. OECD Publishing. Último acceso 16 de Noviembre de 2015 a través de. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- OCDE (2016). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. Paris: PISA, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- OLIVA, J. M.; ARAGÓN, M. M. Y CUESTA, J. (2015). The competence of modelling in learning chemical change: A study with secondary school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(4), 751-791.
- OSBORNE, J. Y DILLON, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections. A Report to the Nuffield Foundation*. King’s College London. Pearson, D., Moje, E. B. & Greenleaf, C. (2010). Literacy and Science: each in the service of the other. *Science*, 328, 459-463.
- PRO, A. (2012). Los ciudadanos necesitan conocimientos de ciencias para dar respuestas a los problemas de su contexto. En E. Pedrinaci, A. de Pro, A. Caamaño y P. Cañal (coords.). *11 ideas claves. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 83-104). Barcelona: Graó.
- ROCARD, M. (2007). Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe (en línea). Bruselas, [http://ec.europa.eu/research/science-socitey/docuent\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-socitey/docuent_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf). [Trad. castellano en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 55, 104-120].
- SADLER, T. D. Y D. L. ZEIDLER (2009). Scientific Literacy, PISA, and Socio-scientific Discourse: Assessment for Progressive Aims of Science Education. *Journal of Research on Science Teaching*, 46 (8), 909-921. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20327>
- SOLBES, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), pp. 1-10.
- WELCH, A. (2010). Using the TOSRA to Assess High School Students’ Attitudes toward Science after Competing In the FIRST Robotics Competition: An Exploratory Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(3), 187-197.
- VIENNOT, L. (2011) Els mots reptes d’un ensenyament de les Ciències basat en la indagació: ens aportarà múltiples beneficis en l’aprenentatge? *Ciències*, 18, 22-36.
- WINDSCHITL, M., THOMPSON, J. Y BRAATEN, M. (2008). Beyond the scientific method: model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 941-967.



# **Experiencias de Innovación en el aula de ciencias de Educación Secundaria**