

BASES PARA EL DESARROLLO DE TRABAJOS DE INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA¹

Alfonso Pontes Pedrajas

(2ª Edición: Noviembre, 2018)

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. PLANTEAMIENTOS DE ACCIÓN DOCENTE ANTE LA ENSEÑANZA

2.1. El enfoque educativo transmisivo

2.2. El enfoque educativo constructivista

2.3. Enfoques educativos intermedios o mixtos

3. PANORÁMICA ACTUAL Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

3.1. Contexto general de la investigación educativa en ciencia y tecnología

3.2. Principales líneas de trabajo para la mejora de la educación científico-técnica

4. ORIENTACIONES PARA EL DISEÑO DE INNOVACIONES DIDÁCTICAS EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA

4.1. Metodología educativa: El papel de las estrategias, los recursos y las actividades de enseñanza-aprendizaje en la innovación docente

4.2. Proyectos de innovación educativa ligados al diseño y experimentación de unidades didácticas

5. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

ANEXO 1: Esquema de un Proyecto de Innovación Educativa relativo al diseño y experimentación de una unidad didáctica

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

¹ Para citar este trabajo: Pontes-Pedrajas, A. (2018). *Bases para el desarrollo de trabajos de innovación e investigación educativa en ciencia y tecnología*. Colección de Materiales Docentes para la Formación Inicial del Profesorado de Enseñanza Secundaria. Universidad de Córdoba. Disponible en <https://helvia.uco.es/browse> (Autor, 2018)

1. INTRODUCCIÓN

Todos los sistemas educativos modernos están orientados hacia la mejora permanente de la enseñanza y ésta, entre otros factores, se alimenta de las iniciativas de innovación pedagógica y de investigación que desarrolla el profesorado en los centros docentes. Este es un tema que presenta un particular interés para la formación inicial del profesorado de ciencia y tecnología, como se ha puesto de manifiesto en diversos estudios previos (Couso y Pintó, 2009; Cervera, 2011; Jiménez y Oliva, 2017). Así mismo desde las instituciones educativas se intenta fomentar la participación del profesorado en proyectos de innovación e investigación. Por ejemplo, la Ley de Educación de Andalucía (C.E.J.A., 2007) considera que el sistema educativo andaluz se fundamenta, entre otros, en el principio de mejora permanente del mismo, potenciando su innovación y modernización, de modo que en la citada ley se establece la necesidad de potenciar las buenas prácticas docentes y estimular y valorar la innovación educativa como medio de participación en la mejora de la enseñanza. Por ello la administración educativa viene realizando en los últimos años diferentes convocatorias de ayudas o subvenciones, dirigidas a fomentar la realización de materiales y recursos educativos, e incentivar el desarrollo de proyectos de investigación e innovación educativa por parte del profesorado en activo (C.E.J.A., 2009).

En las ayudas para el desarrollo de ambos tipos de proyectos (investigación educativa y elaboración de materiales curriculares o recursos educativos) se consideran como temas de interés prioritario los siguientes: 1) La investigación desde la perspectiva de género que favorezca la igualdad entre hombres y mujeres en la educación; 2) La puesta en práctica de las TICs y sus implicaciones en la dinámica educativa de los centros y en la enseñanza de las diferentes materias; 3) La enseñanza y la comunicación en otras lenguas con el fin de fomentar el plurilingüismo; 4) La atención a la diversidad y la interculturalidad, con especial interés por el alumnado que presenta necesidades educativas especiales y al alumnado inmigrante, fomentando la solidaridad y la compensación educativa; 5) La mejora de la convivencia escolar y el desarrollo de un modelo de escuela como espacio de paz; 6) La integración curricular de temáticas transversales como salud, medio ambiente, consumo y otros; 7) La investigación en proyectos lectores y desarrollo de bibliotecas escolares.

Con relación al desarrollo de proyectos de investigación e innovación educativa se consideran como temas de interés específico, que deben ser objeto de ayuda institucional, los siguientes: 8) La organización y secuenciación de los contenidos curriculares de las diferentes materias; 9) La investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje en general; 10) La enseñanza de las diferentes materias instrumentales; 11) Las nuevas formas de organización y funcionamiento de los centros, con especial atención al desempeño de la función directiva.

Finalmente, entre las ayudas para el desarrollo de proyectos de innovación centrados en la elaboración de materiales curriculares y recursos se consideran como temas de interés específico los siguientes: 12) El desarrollo de todo tipo de materiales o recursos didácticos que favorezcan la innovación educativa en las diferentes áreas y materias del currículum; 14) La acción tutorial y la orientación educativa; 15) La acogida del alumnado inmigrante adulto, mantenimiento de su cultura de origen y aprendizaje del español.

Como puede deducirse de lo anterior, aunque la innovación y la investigación educativa suponen un conjunto de retos problemáticos y complejos para los docentes (Oliva, 2011), el sistema educativo trata de apoyar la implicación del profesorado y de los equipos directivos de los centros en procesos de innovación e investigación educativa que afectan a casi todos los aspectos de la acción educativa, de los cuales podemos destacar una serie de elementos que pueden servir de base al desarrollo de proyectos educativos innovadores en el campo de la educación científico-técnica, como son los siguientes: La investigación sobre procesos de

enseñanza-aprendizaje en ciencia y tecnología (o tecnociencia), la organización y secuenciación del currículum de las materias del área, el uso educativo de las TICs en tales materias, la organización del trabajo en el aula y la atención a la diversidad o el tratamiento de los temas educativos transversales en el contexto de la educación tecno-científica.

Por otra parte, en el diseño y presentación de proyectos de innovación que puedan ser objeto de apoyo institucional se suelen formular una serie de requisitos comunes como los siguientes: Título y resumen, justificación del proyecto (fundamentación, antecedentes, oportunidad e importancia de su realización), objetivos específicos que se pretenden alcanzar, contenido del proyecto y actuaciones a realizar durante el calendario previsto de aplicación. Como puede observarse, una parte importante del proyecto de innovación es su fundamentación y el análisis de los trabajos precedentes correspondientes al tema elegido. A continuación analizaremos los posibles marcos teóricos que pueden servir de fundamentación al diseño de proyectos de innovación o de investigación educativa, en el campo de la didáctica de la ciencia y la tecnología. Posteriormente se revisarán las principales líneas de trabajo que se están desarrollando en cada área y se analizarán algunos trabajos de especial interés en relación con las líneas de investigación más relevantes en la actualidad.

2. PLANTEAMIENTOS DE ACCIÓN DOCENTE ANTE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA

Para poder mejorar los procesos educativos a través de la innovación y la investigación didáctica es necesario poseer un buen conocimiento de los fundamentos en los que se basa la didáctica específica del área docente de cada profesor. También es necesario disponer de una experiencia profesional previa en la que, a partir de los problemas de aprendizaje del alumnado, se haya generado en el profesor un deseo de mejora de la práctica docente, o simplemente un deseo de dar salida a su creatividad o de desarrollar algún tipo de inquietud intelectual a través de la investigación educativa. A partir de tales elementos el profesor innovador comenzará a buscar los estudios precedentes sobre el tema en el que quiere indagar para apoyar su trabajo en unas bases sólidas, utilizando diversas fuentes de información (libros, revistas, internet, etc.).

A la hora de establecer los fundamentos de una investigación didáctica en el campo de la educación científico-técnica, el profesorado innovador puede acudir en ayuda de los diferentes tipos de fuentes (psicológicas, pedagógicas, epistemológicas o sociológicas) que se utilizan habitualmente en el diseño y desarrollo del currículum educativo (Coll, 1990). Pero en el campo de la educación científica y tecnológica tales fuentes han dado lugar a la coexistencia de diversos modelos didácticos que el profesor innovador debe conocer, para utilizar alguno de ellos –si lo cree conveniente- como fundamento de su trabajo.

Al estudiar los procesos de aprendizaje y enseñanza que se producen en la educación científica y tecnológica se ha visto que existen diversas teorías cognitivas sobre el aprendizaje (Pozo y Gómez, 1998) y que la mayoría de las teorías sobre el aprendizaje están relacionadas con un modelo didáctico que permite establecer unas orientaciones metodológicas y poner en práctica unas estrategias docentes concretas (Pozo y Gómez, 1998). Simplificando un poco podríamos decir que en la actualidad existen dos enfoques didácticos claramente diferenciados en sus implicaciones metodológicas para la educación científica y tecnológica: el *enfoque tradicional* basado en la transmisión de conocimientos y el *enfoque constructivista* orientado a fomentar la actividad intelectual del alumno durante los procesos educativos. Entre ambos enfoques generales pueden existir una amplia gama de enfoques educativos parciales que recogen de cada modelo lo que más le interesa en cada momento.

2.1. El enfoque educativo transmisivo

En el enfoque de *enseñanza por transmisión*, el aprendizaje se contempla como un proceso de acumulación asociativa de los conocimientos que transmiten el profesor y otras fuentes de información (libros de texto, medios audiovisuales, internet,...). A medida que se recibe nueva información se supone que se amplía el conocimiento previo, sin importar demasiado cómo ocurre esa ampliación. Por tanto, la explicación de contenidos es el elemento esencial para el desarrollo de las clases y el papel del alumno consiste en tratar de comprender las explicaciones del profesor y registrar en su cuaderno las informaciones que considere relevantes para poder estudiar después y aprender mejor los contenidos desarrollados en clase.

Aunque el enfoque transmisivo de enseñanza, ha recibido numerosas críticas en el campo de la educación científica y tecnológica, porque no tiene en cuenta el papel que desempeñan las ideas y motivaciones de los alumnos en los procesos educativos, ni favorece demasiado la participación activa o la implicación del alumno en el aprendizaje (Gil et al., 1991; Pozo y Gómez, 1998), hay que reconocer que es el modelo didáctico más extendido entre el profesorado (porque le resulta más cómodo o más útil o porque desconoce otras alternativas), que ha permitido que una buena cantidad de estudiantes (de todas las edades y países) se hayan formado académicamente (mejor o peor) desde hace muchos años, que sigue gozando de buena salud y que probablemente se va a mantener como el modelo didáctico más generalizado durante mucho tiempo.

No se pueden obviar tales hechos y, por tanto, debemos asumir que el modelo de enseñanza por transmisión constituye un elemento relevante de la educación actual, aunque pensamos que el profesorado que lo practica de buena fe también podría mejorar su actividad docente si se decide a introducir innovaciones de algún tipo en su práctica educativa. Por ello podemos indicar que las innovaciones didácticas relacionadas con este enfoque educativo pueden ser fundamentalmente aquellas que ponen su acento en la aplicación de técnicas de expresión oral y de comunicación efectiva, que ayuden a mejorar el proceso de transmisión del conocimiento, utilizando en la actualidad recursos tecnológicos que permitan presentar la información con mayor calidad, que la pizarra tradicional (medios audiovisuales de diverso tipo: presentaciones con cañón electrónico, pizarra digital, etc.). En este enfoque también se pueden desarrollar proyectos de innovación relacionados con la mejora del currículum (selección y secuenciación de contenidos), la elaboración de materiales didácticos de todo tipo (documentos, audiovisuales, programas de ordenador y páginas web), o la mejora del sistema de evaluación.

Aunque el enfoque transmisivo permite introducir algunas innovaciones para mejorar la calidad de la enseñanza, en realidad presenta pocas posibilidades para mejorar la motivación del alumnado por el estudio de materias "difíciles" (ciencias, matemáticas,...), para propiciar un aprendizaje comprensivo y duradero, o para cambiar las numerosas concepciones alternativas que presentan la mayoría de los alumnos en muchos temas del currículum escolar de ciencia y tecnología (antes y después de la instrucción). De hecho, al analizar los trabajos de innovación o las investigaciones didácticas que se publican habitualmente en las revistas educativas relacionadas con la ciencia y la tecnología se observa una proporción muy baja de estudios que adopten el enfoque transmisivo como marco teórico que sirva de fundamento a tales trabajos.

2.2. El enfoque educativo constructivista

Desde hace tiempo la principal alternativa al modelo tradicional de enseñanza es el llamado *enfoque constructivista* (Driver, 1988), que en realidad no constituye un modelo didáctico específico y más bien debe considerarse como una especie de "paraguas" que cobija a muchos enfoques educativos complementarios (Pozo y Gómez, 1998), que tienen como principales elementos comunes los siguientes: 1) Necesidad de tener en cuenta las ideas o concepciones personales de los alumnos en los procesos de enseñanza y aprendizaje;

2) Tratar de fomentar un aprendizaje comprensivo, significativo y duradero; 3) Implicar de forma activa al alumno en el proceso de aprendizaje, como instrumento para mejorar la motivación y la interacción social.

Dentro del amplio paraguas constructivista se pueden incluir muchos planteamientos didácticos más específicos que han tenido importancia en la renovación didáctica operada en las últimas décadas, como son los métodos y estrategias que favorecen el aprendizaje significativo (Ausubel et al., 1983; Novak y Gowin, 1988), el cambio conceptual (Hewson y Beth, 1995; Oliva, 1999), el aprendizaje por investigación (Gil et al., 1991) o basado en la indagación (Windschitl, et al., 2008; Garritz, 2010), el estudio de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad (Solbes y Vilches, 1992; García-Carmona y Criado, 2009), la modelización en ciencias (Justi, 2006; Oliva y Aragón, 2017) o el aprendizaje basado en proyectos (Reyes et al., 2003; Cenich y Santos, 2006). No vamos a extendernos aquí en comentar las características específicas de tales enfoques o modelos didácticos, que ya se han analizado al tratar anteriormente los temas de aprendizaje y metodología de enseñanza, aunque es posible que volvamos a referirnos más adelante a tales modelos al analizar posteriormente las principales líneas de trabajo en las que se pueden desarrollar proyectos de innovación educativa en la enseñanza de la ciencia y la tecnología.

Tanto el enfoque constructivista general, como los diversos planteamientos didácticos antes citados que se relacionan con dicho enfoque, han originado en las últimas décadas un volumen enorme de innovaciones e investigaciones educativas que han servido para renovar y mejorar la educación científico-técnica en todas sus dimensiones (aprendizaje, currículum, métodos y estrategias docentes, recursos educativos, evaluación,...), contribuyendo al surgimiento y fortalecimiento de los medios de difusión de tales trabajos (revistas nacionales e internacionales), congresos y jornadas, edición de libros, asociaciones de profesores e investigadores, etc., hasta el punto de que la Didáctica de las Ciencias (Aliberas et al., 1989; Caamaño, 2011) y la Didáctica de la Tecnología (Gilbert, 1995; Vázquez y Alarcón, 2010) se han consolidado como nuevas áreas de conocimiento e investigación, de forma independiente pero avanzando en estrecha relación.

2.3. Enfoques educativos intermedios o mixtos

El enfoque transmisivo de enseñanza para la educación científica y tecnológica tiene una serie de puntos débiles, que se han puesto de manifiesto en diversos trabajos (Ausubel et al., 1983; Gil et al., 1991; Pozo y Gómez, 1998), ya que resulta poco eficaz para mejorar la participación activa en la clase y la motivación del alumnado, para propiciar un aprendizaje significativo y duradero, o para cambiar las numerosas concepciones alternativas que presentan la mayoría de los alumnos en muchos temas del currículum. Pero hay que reconocer que es el modelo más extendido entre el profesorado, porque es el que se transmite de generación en generación de profesores a alumnos que luego pueden llegar a ser profesores (sobre todo en la enseñanza universitaria), por ser probablemente el más fácil de implementar puesto que al basarse -casi exclusivamente- en la clase magistral no exige al profesor desarrollar otras competencias más complejas, o por ser el método que -supuestamente- genera menos problemas (de orden y convivencia) al profesor ya que los alumnos suelen estar muy ocupados copiando apuntes.

Por otra parte hay que apuntar que algunos métodos y estrategias docentes que se incluyen dentro del enfoque constructivista, como pueden ser el modelo de cambio conceptual o el modelo de aprendizaje por investigación, suponen un cambio bastante radical respecto a la metodología habitual y requieren un elevado esfuerzo de preparación de actividades, una especial competencia docente para coordinar o dirigir la realización de actividades en el aula y, en definitiva, un alto grado de compromiso con la innovación educativa, que no todos los profesores quieren o pueden asumir. Por tales razones el enfoque educativo de transmisión y recepción de conocimientos, permanece en la actualidad como el modelo didáctico más extendido entre la

mayoría del profesorado de ciencia y tecnología. Sin embargo, muchos profesores son conscientes de las limitaciones del modelo tradicional y tratan de incorporar en sus clases diversos métodos y recursos con los que tratan de propiciar un planteamiento más participativo y activo del alumno durante el proceso de aprendizaje.

En definitiva, hemos de asumir que en la práctica docente no siempre es posible aplicar un método único, ya sea transmisivo o constructivista, y que muchos profesores tratan de adaptarse de forma pragmática a los múltiples condicionamientos de la realidad educativa. Para ello adoptan en muchos casos un modelo educativo mixto, que se caracteriza por combinar la transmisión de información (o la explicación de contenidos) con el desarrollo de una amplia gama de actividades y tareas tales como cuestiones, esquemas, mapas conceptuales, ejercicios, problemas, experiencias, proyectos, trabajos con ordenador, etc., que los alumnos pueden realizar en el aula, en el laboratorio de ciencias, en el taller de tecnología o en su lugar habitual de estudio y que pueden ayudar a mejorar bastante el proceso de aprendizaje, porque debemos recordar que el aprendizaje es un proceso complejo, en el que influyen muchos factores (que se han analizado en un tema anterior). Entre los enfoques metodológicos mixtos, que se encantan a mitad de camino entre la metodología tradicional y la constructivista, podemos citar el “modelo tecnológico” y el “modelo activista” (Porlán y Rivero, 1998).

Algunos profesores evolucionan desde un enfoque tradicional hacia un *modelo de corte tecnológico*, en el que se incorpora una visión técnica de la enseñanza siguiendo la metáfora de la tarea docente como “cadena de producción perfectamente planificada y organizada”. En unos casos, ello implica la combinación de los métodos transmisivos tradicionales con la incorporación de técnicas y herramientas que optimizan las posibilidades de aprendizaje de los alumnos, como son los recursos basados en las nuevas tecnologías (ordenadores, cañón electrónico, pizarra digital,...) y otros medios audiovisuales más clásicos (proyector de transparencia, diapositivas, etc.). En este enfoque también tiene importancia la preocupación por medir lo que aprenden los alumnos en relación a su nivel de entrada y surge un mayor interés docente por usar actividades de tipo práctico, pero siempre desde la secuencia de enseñar, aplicar y evaluar lo aprendido (Oliva, 2008).

También hay docentes que pueden pasar de la enseñanza tradicional a un *modelo activista*, en el que lo importante es situar a los alumnos como el centro de atención del proceso educativo, a través de actividades que éstos han de resolver (por descubrimiento autodirigido) sobre temas que sean de su especial interés. Aquí prima, pues, el aprendizaje procesual y las motivaciones, sobre los contenidos puramente teóricos y disciplinares. Normalmente, el trabajo de los alumnos sobre temas de interés lleva al profesor a concebir su asignatura de modo más globalizado, estableciendo puentes y relaciones con otras materias del currículo.

Por tanto, aunque consideramos que los principios que orientan el enfoque constructivista son más adecuados para fundamentar el desarrollo de innovaciones educativas en la enseñanza de la ciencia y la tecnología, también entendemos que este enfoque puede ser problemático de aplicar en algunas ocasiones (Sebastiá, 1989) y que hay que respetar la pluralidad metodológica, tratando de favorecer los intentos de renovación y mejora de la calidad de la enseñanza desde cualquier óptica o perspectiva en la que se sitúe el profesorado. De hecho, en muchas ocasiones hay profesores que inician un proyecto de innovación desde una posición próxima al enfoque transmisivo y su propia experiencia en el desarrollo del proyecto les ayuda a evolucionar hacia posiciones más abiertas y próximas al enfoque constructivista (Oliva, 2011). Pero también puede darse el caso contrario, es decir que puede haber profesores que inicien un proyecto de innovación sustentado en un enfoque constructivista y que al analizar los resultados lleguen a unas conclusiones poco favorables a continuar trabajando en esa línea. En educación todo es posible, porque los procesos de enseñanza y aprendizaje son muy complejos, ya que en ellos intervienen muchos factores, que no siempre pueden ser controlados por el profesor.

3. PANORÁMICA ACTUAL Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

3.1. Contexto general de la investigación educativa en ciencia y tecnología

Como se ha indicado antes, existen una serie de líneas de trabajo que la administración educativa considera prioritarias a la hora de apoyar o subvencionar proyectos de innovación e investigación educativa. En lo que respecta a la educación tecno-científica se podrían realizar proyectos relacionados con temas generales muy abiertos como pueden ser la mejora del conocimiento de los procesos de aprendizaje y la mejora de la calidad de enseñanza, la organización y secuenciación del currículum de las materias del área, el uso educativo de las TICs en tales materias, y la atención a la diversidad o el tratamiento de los temas educativos transversales.

En el contexto de la educación tecno-científica, hay que considerar en primer lugar que la Didáctica de las Ciencias es un área de conocimiento bastante desarrollada desde hace tiempo (Aliberas et al., 1989; Perales y Cañal, 2000), en la que los propios investigadores han ido abordando y desarrollando toda una amplia gama de temas específicos, porque lo han considerado necesario en cada momento (Moreira y Novak, 1988; Bechara et al., 1991). Algunos de los temas de investigación específicos de esta área que están recibiendo mayor atención en los últimos años (Oliva, 2011): Las concepciones alternativas de los alumnos en ciencias (ideas previas, preconceptos, modelos mentales,...), el aprendizaje por indagación, la resolución de problemas (en física y química), los trabajos prácticos de laboratorio y las actividades de modelización en ciencias (analogías, simulaciones, experimentos mentales,...). En segundo lugar, debemos considerar que la Didáctica de la Tecnología es un área de conocimiento que nació posteriormente (Gilbert, 1995), pero se está desarrollando ampliamente en los últimos años, abordando temas específicos como el aprendizaje basado en proyectos y el análisis de objetos técnicos (Aitken y Mills, 1999; Doval, 2001; Ramírez et al., 2010).

Así mismo, tanto en la Didáctica de las Ciencias Experimentales como en la Didáctica de la Tecnología se ha mostrado interés por abordar una serie de aspectos comunes a ambas áreas como son el diseño curricular en ciencia y tecnología (planificación de la enseñanza y elaboración de materiales didácticos), las dificultades de aprendizaje conceptual y procedimental, la motivación e interés del alumnado por la ciencia y la tecnología (tecnociencia), la evaluación del aprendizaje (criterios de evaluación, estándares de aprendizaje,...), el estudio de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), la aplicación de las nuevas tecnologías de la información en la educación o la formación inicial y permanente del profesorado de ciencia y tecnología. Tales temas son los que han dado lugar a un mayor número de publicaciones en revistas, congresos y libros. Sin embargo, creemos que en realidad el campo de líneas de trabajo para la investigación didáctica es mucho más amplio, porque habría que mencionar también algunos temas o líneas que son relevantes como los siguientes: El desarrollo de competencias básicas en educación secundaria, el uso de modelos en la educación tecno-científica (analogías, metáforas, simulaciones, experimentos mentales,...), el papel de algunas estrategias docentes que tienen un fin educativo concreto (actividades de conflicto cognitivo, trabajo en grupo, mapas conceptuales, proyectos tecnológicos de los alumnos,...), las aplicaciones educativas de la Historia de la Ciencia y la Tecnología, o los procesos de comunicación e interacción en el aula.

3.2. Principales líneas de trabajo para la mejora de la educación científico-técnica

La mayoría de las líneas de trabajo que se han mencionado anteriormente centran su foco en aspectos metodológicos relacionados con el desarrollo en el aula de actividades adecuadas para favorecer la motivación y la participación del alumnado. No se pretende en este trabajo analizar a fondo todas las líneas posibles de

investigación educativa en ciencia y tecnología, ya que dicho análisis excede de los fines de este trabajo, pero es posible hacer una clasificación de las mismas, distinguiendo entre los temas específicos del área de Didáctica de las Ciencias, de Didáctica de la Tecnología y de los temas de interés general para el profesorado innovador de ambas áreas. Dicha clasificación se muestra en el cuadro 1 que se comenta a continuación.

En primer lugar se citan las líneas de innovación e investigación más importantes en Didáctica de las Ciencias (físico-químicas), entre las que cabe destacar el tema de las concepciones de los alumnos sobre la ciencia y el proceso de cambio conceptual, el aprendizaje de la metodología científica y el aprendizaje por investigación (mediante la resolución de problemas y el trabajo experimental), el aprendizaje de conceptos y procesos científicos mediante indagación y la modelización en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Gil et al., 1991; Pozo y Gómez, 1998; Perales y Cañal, 2000; Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016).

Cuadro 1: Principales líneas de innovación e investigación en educación científico-técnica

Didáctica de las Ciencias (físico-químicas)	<ul style="list-style-type: none"> - El aprendizaje de conceptos científicos: las ideas de los alumnos y el cambio conceptual - La metodología científica y el aprendizaje por investigación: Resolución de problemas y experiencias de laboratorio como pequeñas investigaciones - Aprendizaje por indagación - La modelización en la enseñanza de las ciencias
Didáctica de la Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> - Dificultades de aprendizaje en tecnología - Aprendizaje basado en proyectos - Análisis de objetos tecnológicos
Temas de interés general en ciencia y tecnología	<ul style="list-style-type: none"> - La representación del conocimiento en los procesos de enseñanza y aprendizaje - La Historia de la ciencia y la tecnología como recurso didáctico - Motivación y desarrollo de actitudes favorables hacia la ciencia y la tecnología - Relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medioambiente (CTSA) - Desarrollo de competencias científico-técnicas - Análisis de libros de texto y otros materiales didácticos - Diseño y experimentación de propuestas metodológicas
Aplicaciones de las TICs en la educación científico-técnica	<ul style="list-style-type: none"> - Programas de propósito general y portales de recursos educativos en Internet - Uso de plataformas de enseñanza virtual (del tipo Moodle) - Laboratorios virtuales y simulaciones interactivas - Pizarras digitales - Sistemas interactivos de respuesta inmediata - Representación del conocimiento con aplicaciones informáticas - <i>Blended Learning</i> o Aprendizaje combinado (con recursos TIC) - <i>Flipped Classroom</i> o Aula invertida - <i>Mobile learning</i> o aprendizaje ligado a recursos móviles - Gamificación (juegos basados en recursos TIC) - Sensores de medida, Impresoras 3D y otros recursos digitales

En segundo lugar se exponen las líneas de trabajo que han contribuido en mayor medida al desarrollo de la Didáctica de la Tecnología, entre las que se encuentran el estudio de las dificultades de aprendizaje en tecnología, el modelo de aprendizaje basado en proyectos y el método de análisis de objetos tecnológicos (Baigorri, 1999; Solomon, 2003; Vázquez y Alarcón, 2010)

A continuación se muestran otras líneas de trabajo de interés general para el desarrollo de innovaciones educativas en Ciencia y Tecnología, como son las siguientes: la representación del conocimiento en los procesos de formación (Pontes, 2014), la Historia de la ciencia y la tecnología como recurso didáctico (Rivadulla et al., 2016), el trabajo cooperativo en el aula (Oliva, 2008), la motivación y desarrollo de actitudes favorables hacia la ciencia y la tecnología (Arandia et al., 2016), las relaciones ciencia-tecnología-sociedad y medioambiente (Acevedo, 1996; Borges et al., 2017), desarrollo de competencias científico-técnicas a través de la enseñanza en contexto (Rodríguez-Mora y Blanco, 2016), el análisis de libros de texto (Pro-Cherenguini y Pro-Bueno, 2011) y la experimentación de nuevos materiales didácticos en diferentes materias del ámbito científico-técnico (Cervera, 2011; Couso, 2013).

Finalmente, además de las líneas de trabajo antes comentadas, que interesan al desarrollo de la Didáctica de las Ciencias y la Tecnología, también existen otras muchas posibilidades de llevar a cabo innovaciones e investigaciones educativas mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el ámbito de la educación científico-técnica, cuyas aplicaciones principales se han analizado en numerosos trabajos (Webb, 2005; Romero y Quesada, 2014). Entre las muchas posibilidades específicas que ofrece este amplio campo de trabajo se pueden citar los programas de propósito general y portales Web con recursos para todas las materias de ciencia y tecnología (Pontes, 2005), el uso de plataformas de enseñanza virtual como Moodle (Ortega y Martínez, 2011), el uso de laboratorios virtuales y simulaciones interactivas (Casellas y Guitart, 2011), las pizarras digitales (Domingo, 2011), la instrumentación digitalizada o laboratorio asistido por ordenador (Pontes et al., 2006), el aprendizaje ligado a recursos TIC o “*Blended Learning*” o (Alducín y Vázquez, 2014), el modelo educativo del Aula invertida o “*Flipped Classroom*” (Prieto, 2017), la gamificación o desarrollo de juegos basados en recursos TIC (Brom et al., 2009), el aprendizaje ligado a recursos móviles o “*Mobile learning*” (Zaldivar et al., 2015), los sistemas interactivos de respuesta inmediata (López-Quintero et al., 2016), y los editores visuales de esquemas y mapas conceptuales (Pontes y Varo, 2016), entre otras muchas estrategias y recursos que tienen relación con las aplicaciones de las TIC en la educación actual.

4. ORIENTACIONES PARA EL DISEÑO DE INNOVACIONES DIDÁCTICAS EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA

4.1. Metodología educativa: El papel de las estrategias, los recursos y las actividades de enseñanza-aprendizaje en la innovación docente

La principal misión de la innovación docente consiste en introducir cambios, en la planificación y el desarrollo de los procesos educativos, para tratar de mejorar la calidad de la enseñanza. Por otra parte, la investigación educativa consiste en evaluar de forma precisa y rigurosa el desarrollo de cualquier innovación, valorando las mejoras reales que se consiguen en el aprendizaje (Oliva, 2011). En la práctica educativa, toda innovación se lleva ensayando nuevas estrategias, usando nuevos recursos, diseñando nuevas actividades de enseñanza-aprendizaje o aplicando una metodología docente innovadora (Martínez-Aznar et al., 2013). Pero a veces, en el contexto educativo, se confunden los términos actividades, estrategias, recursos y métodos, de modo que antes de avanzar conviene precisar el significado de tales términos.

➤ Metodología

La metodología educativa es uno de los principales elementos del currículo (junto con los objetivos, los contenidos y la evaluación del proceso educativo) que intenta responder al problema de “cómo enseñar” y que afecta de modo fundamental a la toma de decisiones de cualquier profesor o equipo de profesores a la hora de

abordar la enseñanza (Coll, 1990). Adoptar un método de enseñanza supone asumir una perspectiva profesional docente, basada en unos principios educativos, que permiten concretar cómo se concibe el trabajo de los alumnos, qué modalidades de organización adoptan éstos en el aula, qué papel juega el profesorado en el proceso educativo o qué estrategias educativas utiliza (transmisiva, activista, constructivista,...), qué actividades de aprendizaje han de realizar los alumnos o qué recursos metodológicos y materiales se utilizan durante la enseñanza (Oliva, 2008). La metodología educativa se relaciona con un plan de acción dirigido a mejorar los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje, no como un conjunto de recetas únicas y ya elaboradas previamente para cada situación. Incluye, por tanto, pautas de actuación y estrategias docentes referidas a cómo desarrollar en la práctica los objetivos de aprendizaje propuestos, cómo abordar el tratamiento de los contenidos de enseñanza, cómo establecer y secuenciar las actividades, cómo organizar el espacio y los recursos, cómo gestionar el tiempo y dotar de sentido formativo a la evaluación, etc. En definitiva, al tratar de responder a la cuestión de “cómo enseñar” se abre un amplio abanico de posibilidades y por tanto, no existe una metodología única, ni un método superior a los demás, sino un conjunto interrelacionado y adaptable de estrategias metodológicas plurales y diversas (Naranjo, 2018).

➤ **Estrategias docentes**

Las *estrategias docentes* representan las formas que tiene cada profesor de llevar a la práctica sus ideas sobre metodología de enseñanza, utilizando procedimientos concretos para desarrollar cada fase del proceso educativo, en los que se pueden llevar a cabo diferentes actividades de enseñanza y aprendizaje, tanto por parte del profesor como de los alumnos. Un mismo método de enseñanza puede implementarse a través de estrategias diferentes o complementarias, utilizando uno o más recursos educativos según lo exija cada situación concreta (De la Torre, 2000).

En la metodología de enseñanza por transmisión y recepción la principal estrategia docente es la explicación oral del profesor, haciendo uso de recursos tales como la pizarra o las presentaciones de diapositivas y las principales actividades que realizan los alumnos consisten en tomar apuntes, hacer ejercicios de aplicación o responder a cuestiones planteadas por el profesor. Por el contrario, en el marco metodológico que ofrece el enfoque constructivista para la educación científica y tecnológica se pueden utilizar una amplia gama de estrategias docentes, que tienen como rasgo fundamental el hecho de tratar de movilizar las ideas de los alumnos durante sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje (Gil et al., 1991; Pozo y Gómez, 1998; Reyes et al., 2002; Jiménez y Oliva, 2016): tareas de conflicto cognitivo, mapas conceptuales, resolución de problemas abiertos, desarrollo de trabajos prácticos concebidos como pequeñas investigaciones, uso de simulaciones por ordenador, procesos de aprendizaje basados en proyectos, actividades de análisis de sistemas tecnológicos, etc.

También existen estrategias docentes que combinan la explicación oral por parte del profesor de los temas más complejos junto con el desarrollo de tareas aprendizaje significativo al plantear al alumnado diferentes tipos de cuestiones o problemas, que permitan reflexionar o debatir y participar de forma activa. Pero generalmente no es bueno que un profesor utilice una sola estrategia docente, sino que conviene hacer uso de la diversidad metodológica y emplear en cada situación la estrategia más adecuada.

➤ **Recursos educativos**

Cualquier actividad que se desarrolle en el aula, desde la explicación del profesor hasta los trabajos prácticos, los proyectos y las pequeñas investigaciones que puedan realizar los alumnos, requieren el uso de medios y recursos que permitan contextualizar y apoyar el enfoque metodológico por el que se haya optado en cada momento (De la Torre, 2000). Aunque la idea de recurso educativo puede ser utilizada de un modo mucho más amplio, abarcando incluso las estrategias didácticas que se utilizan en cada situación, en la

práctica se suele hacer un uso más restrictivo de los recursos educativos pues se les identifica generalmente con los medios materiales (Oliva, 2008). Entre los recursos principales de los centros de enseñanza se encuentran las *instalaciones educativas* (laboratorio escolar, taller de tecnología, biblioteca del centro, aula de informática,...), *recursos materiales del aula* (pizarra, maquetas, modelos tridimensionales, mapas,...), *recursos documentales* (libros de texto, apuntes, guías de actividades,...), *recursos informáticos y audiovisuales* (cañón de proyección, ordenador, tablet, televisión,...) y *recursos para la autorregulación* del alumno (portfolio, diario de clase, apuntes, etc.). Así mismo se pueden usar como medios educativos menos frecuentes los *recursos de enseñanza no formal* (prensa, cine, TV, comics,...) y *el entorno social y natural* (salidas al campo, visitas a museos, instalaciones, fábricas, monumentos, etc.).

➤ **Actividades de enseñanza-aprendizaje**

Las actividades educativas constituyen un conjunto de acciones diseñadas y coordinadas por el profesorado para desarrollar una unidad didáctica, estando implicadas tanto en el desarrollo de estrategias como en la utilización de diferentes recursos en el aula. Por tanto, las actividades representan el mayor nivel posible de concreción de los principios educativos y del enfoque metodológico que adopta un docente a la hora de gestionar el proceso educativo (Naranjo, 2008). Tales acciones pueden ser de actividades de enseñanza, cuando las realiza el profesor a la hora de explicar o gestionar el trabajo en el aula, y actividades de aprendizaje que son las tareas que realiza el alumnado en clase o también fuera del aula. Tales actividades deben formar parte de un conjunto de Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje (o programa-guía), en las que se aborda el tratamiento de los contenidos y el desarrollo de los objetivos establecidos en cada unidad didáctica (Gil et al., 1991; Segura, 1997).

En el contexto de la educación científico-técnica, y desde un punto de vista innovador, las actividades a realizar en el aula deberían presentar las características siguientes: a) Que las tareas sean verdaderamente significativas para los alumnos para que encajen con el perfil de sus intereses y conocimientos; b) Que tengan relevancia para su vida diaria, lo que probablemente implique mayor familiaridad y aplicabilidad; c) Que se presenten de modo desafiante, como una curiosidad, un interrogante, una paradoja o un hecho sorprendente que favorezca el interés por el tema; d) Que sean novedosas, combinando tareas de distinto tipo que eviten la monotonía y la rutina; e) Que inviten a los alumnos a tomar decisiones en vez de limitarse a seguir recetas preestablecidas o que tengan que aprenderse de manera rutinaria; f) Que atiendan a la diversidad del alumnado planteando un cierto ámbito de optatividad en las tareas, estableciendo diversos niveles de dificultad para cada actividad o combinando situaciones de trabajo que impliquen la participación individual y colectiva (Oliva, 2008).

4.2. Proyectos de innovación educativa ligados al diseño y experimentación de unidades didácticas

Entendemos por Unidad Didáctica (UD) el último nivel de concreción del currículo y, por tanto, es el elemento básico que vertebra y da sentido al conjunto de la Programación Docente (PD) de una materia, hasta el punto de que dicha programación debe considerarse como un conjunto de unidades didácticas ordenadas y secuenciadas adecuadamente para desarrollar los objetivos educativos de cada asignatura (Naranjo, 2008). En un sentido funcional, toda UD se entiende como una unidad de trabajo relativa a un proceso de enseñanza-aprendizaje, centrado en un tema concreto del programa, que ha de estar bien estructurado y ser completo, de modo que en la UD se deben precisar los contenidos del tema, los objetivos educativos, las actividades de enseñanza-aprendizaje y las actividades para la evaluación, junto con otros aspectos complementarios. Por

ello en toda unidad didáctica debe existir una interrelación adecuada entre todos los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje y ha de haber coherencia metodológica interna.

En la implementación de una unidad didáctica se consideran dos fases diferenciadas: diseño y aplicación. En la *fase de diseño* hay que explicitar las intenciones educativas y el modo de llevarlas a la práctica docente, lo cual implica tomar decisiones concretas sobre los objetivos, contenidos, estrategias de enseñanza, recursos a utilizar y actividades a realizar. En la *fase de aplicación* es necesario realizar las actividades de enseñanza-aprendizaje prevista y tomar nota del desarrollo de cada actividad, observando el trabajo que realizan los alumnos y registrando las posibles dificultades o los avances que se van produciendo en el proceso educativo.

No existe una forma única de elaborar unidades didácticas (Gil et al., 1991; Oliva, 2008), pero hay bastante consenso en considerar que toda UD debe incluir, al menos, los elementos siguientes: 1) Tema de estudio y contenidos escolares que se organizan en torno a él, seleccionados en función del tipo de alumnos a los que se dirige; 2) Objetivos didácticos o específicos, que a su vez deben ser coherentes con las competencias básicas que se pretenden desarrollar en cada materia; 3) Previsión de posibles dificultades de aprendizaje que deben superarse a lo largo de la unidad; 4) Programa-guía de actividades, estructurado como un conjunto de Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) correspondientes a los diferentes contenidos del tema; 5) Previsión de los recursos a utilizar en el desarrollo de cada SEA o de cada actividad de la UD; 6) Propuesta de evaluación del aprendizaje realizado, lo cual incluye concretar los criterios e instrumentos de evaluación, estableciendo previamente los estándares de aprendizaje y preparando una rúbrica adecuada para valorar el desarrollo de cada uno de los objetivos didácticos de la UD. Otros aspectos que deben incluirse en el diseño de la UD son la distribución temporal de las actividades en cada sesión (plantada de forma flexible y adaptable a las circunstancias del aula), la integración de temas educativos transversales y la forma de concretar el tratamiento de la diversidad en el aula.

El diseño, desarrollo y evaluación de unidades didácticas, por parte del profesorado de ciencia y tecnología, puede considerarse como un proyecto de innovación educativa (Couso, 2013), sobre todo cuando se analizan de forma reflexiva los logros alcanzados y los aspectos del proceso educativo que no han funcionado del todo bien, tratando de hacer diversos cambios (en estrategias, recursos y actividades) que permitan mejorar la eficacia de la unidad didáctica en la siguiente aplicación (Martínez-Aznar et al., 2013). En el Anexo 1 se muestran los aspectos básicos a considerar en la elaboración de un Proyecto de Innovación Educativa relacionado con el diseño y experimentación en el aula de una unidad didáctica.

Al llegar a este nivel de desarrollo profesional el profesorado innovador puede avanzar un poco más para implicarse en procesos de investigación educativa. Para ello sólo es necesario participar en el desarrollo de unidades didácticas coherentes con un enfoque metodológico innovador (desarrollo de competencias científicas, relaciones CTS,...), utilizando métodos de recogida y análisis de datos que permitan extraer conclusiones adecuadas para el avance de la Didáctica de la Ciencia y la Tecnología (Oliva, 2011; Moreno et al., 2016; Rodríguez-Mora y Blanco, 2016).

Finalmente cabe indicar que también es posible desarrollar innovaciones docentes e investigaciones educativas ligadas al desarrollo de estrategias educativas concretas (aprendizaje por indagación, aprendizaje basado en proyectos,...) o al uso de recursos didácticos muy específicos (pizarra digital, laboratorios virtuales,...), mediante el diseño y evaluación de secuencias de enseñanza-aprendizaje que forman parte de una unidad didáctica más amplia (Cenich y Santos, 2006; Pavón y Martínez-Aznar, 2014; Pontes, 2017; López-Simó et al., 2018). En tales casos lo importante es describir bien las actividades propuestas (incluyendo las

estrategias y recursos involucrados en tales actividades) y extraer datos que permitan valorar adecuadamente la calidad educativa de cada secuencia y de las actividades que la integran.

5. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

En este trabajo hemos tratado de contextualizar los principales elementos a tener en cuenta en los procesos de innovación educativa por parte del profesorado de ciencia y tecnología, partiendo de la base de que toda innovación ha de fundamentarse en un marco teórico adecuado y coherente. Por ello se han analizado los principales enfoques educativos que sirven de base a la acción docente del profesorado de tales áreas y los diversos planteamientos didácticos ante la enseñanza y la innovación educativa. En este contexto se ha realizado un análisis panorámico de la investigación educativa actual, diferenciando entre los aspectos concretos de la Didáctica de la Ciencias (físico-químicas) de aquellos aspectos que son propios de la Didáctica de la Tecnología (dificultades de aprendizaje, análisis de sistemas tecnológicos, aprendizaje basado en proyectos,...). También se han analizado aquellas líneas de trabajo que interesan de forma transversal a ambas áreas de conocimiento, incluyendo las numerosas aplicaciones educativas que ofrecen las TICs para el desarrollo de innovaciones e investigaciones educativas.

Posteriormente se han formulado algunas orientaciones que pueden ser útiles para el diseño de innovaciones didácticas en la educación científico-técnica, comenzando por aclarar el significado de la metodología educativa y analizando el papel que desempeñan las estrategias, los recursos y las actividades de enseñanza-aprendizaje en la innovación docente. Ello ha servido de base para establecer la posibilidad de elaborar proyectos de innovación educativa ligados al diseño y experimentación de unidades didácticas, en el marco de la formación inicial del profesorado de secundaria, del área de ciencia y tecnología.

Si hubiera que resaltar una idea principal como conclusión de este trabajo sería la siguiente: Desde hace décadas existe una tradición investigadora potente y bastante desarrollada en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, que ha influido en el desarrollo posterior de la Didáctica de la Tecnología, de forma que en la actualidad existe un bagaje de conocimientos muy amplio en ambas áreas, con aspectos específicos de cada dominio y otros aspectos que son de interés común. Todo este conocimiento didáctico puede servir de soporte a la innovación docente y la investigación educativa en tecnociencia, partiendo de la premisa de que la innovación favorece la creatividad, la ilusión por mejorar la práctica docente y la formación del profesorado, como elementos clave del desarrollo profesional.

Pero hay que reconocer que la innovación requiere una buena formación previa de carácter teórico, una experiencia docente adecuada, una capacidad de reflexión sobre los problemas del aula y un compromiso del profesorado con la mejora de la educación científica. También requiere que las condiciones de trabajo en el aula sean adecuadas, porque en situaciones conflictivas o de falta de colaboración por parte del alumnado es difícil llevar a cabo innovaciones educativas. Sin embargo, la búsqueda de soluciones a los problemas de convivencia, atención a la diversidad, organización del trabajo del alumnado en el aula y, sobre todo, la implementación de estrategias o métodos activos que favorezcan la participación y la motivación de los alumnos, constituyen el punto de arranque para iniciarse o implicarse en el desarrollo de innovaciones o investigaciones educativas.

ANEXO 1: ESQUEMA DE UN PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA RELATIVO AL DISEÑO Y EXPERIMENTACIÓN DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA

Finalidad: Se trata de elaborar un *Proyecto de innovación educativa* relacionado con el diseño, experimentación en el aula y evaluación de una Unidad Didáctica sobre un tema del currículum de la ESO (de Física y Química o de Tecnología), abordando los siguientes aspectos:

Introducción y fundamento

- Contextualización del tema dentro del currículum de una asignatura concreta
- Revisión de estudios previos sobre el tema, previsión de posibles problemas de aprendizaje en dicho tema y descripción del enfoque educativo adoptado para abordar tales problemas
- Objetivos específicos o fines de la propuesta didáctica
- Secuencia de contenidos e ideas claves a desarrollar en el tema

Aspectos metodológicos

- Conjunto de secuencias de actividades de enseñanza y de aprendizaje agrupadas por aspectos específicos del tema
- Descripción del carácter innovador de la acción docente (metodología, estrategias, organización del trabajo del alumnado en el aula,...)
- Descripción del carácter innovador de los recursos didácticos utilizados o en la forma de utilizar tales recursos

La evaluación como instrumento de investigación educativa

- Propuesta de cuestionario para evaluar conocimientos previos sobre el tema
- Propuesta de actividades para evaluar el aprendizaje del alumnado al final del proceso
- Cuestión final: ¿Sería posible valorar objetivamente la influencia de la innovación docente en el proceso de aprendizaje desarrollado por los alumnos durante el proceso educativo? ¿Cómo hacerlo?

Informe de la experiencia y elaboración de conclusiones

- Tras el desarrollo de la experiencia es necesario elaborar una memoria del proyecto destinada a sintetizar los resultados obtenidos e informar sobre los logros alcanzados y las dificultades detectadas en el proceso.
- Es importante extraer conclusiones que permitan conocer las implicaciones didácticas de la experiencia y formular propuestas que permitan seguir mejorando la calidad de enseñanza en este tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J.A. (1996). La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática. *Revista Interuniversitaria de formación del Profesorado*, 26, pp.131-144
- ALDUCIN, J. M. y VÁZQUEZ, A. I. (2014). Mejora del rendimiento en Ingeniería a través de blended-learning. *Digital Education Review*, 25, 87-107.
- ALIBERAS, J., GUTIERREZ, R. e IZQUIERDO, M. (1989). La didáctica de las ciencias: una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), pp.277-284.
- ARANDIA, E., ZUZA, C. y GUIASOLA, J. (2016). Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en Bachillerato y Universidad hacia el aprendizaje de la Física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (3), 558-573
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. Y HANESIAN, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México, D.F.: Trillas.
- BAIGORRI, J. (1997). *Enseñar y aprender Tecnología en la Educación Secundaria*, I.C.E. Universidad de Barcelona, Barcelona.
- BECHARA, L., y Cols. (1991). Síntesis evolutiva de investigaciones en enseñanza de ciencias, *Enseñanza de las ciencias*: Vol. 9, Nº2, 169-174
- BORGES, I.M., PIRES, D. y DELGADO, J. (2017). Las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, en los libros de texto de Educación Primaria: Un estudio comparativo entre Portugal y España, antes de las últimas reformas educativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 473-486.
- BROM, C., SISLER, V. & SLAVÍK, R (2009). Implementing digital game-based learning in schools: augmented learning environment of 'Europe 2045'. *Multimedia Systems*, 16 (1), 23-41
- CAAMAÑO, A. [Coord.] (2011). *Física y Química: Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona: Graó.
- CASELLAS, O. y GUITART, F. (2011). Simulaciones: herramientas para la enseñanza y el aprendizaje en Física y Química. En CAAMAÑO, A. (Coord). *Física y Química. Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona: Graó
- C.E.J.A. (2007). Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, BOJA Nº 252 de 26-XII-07.
- C.E.J.A. (2009). ORDEN de 14 de enero de 2009, por la que se regulan las medidas de apoyo, aprobación y reconocimiento al profesorado para la realización de proyectos de investigación e innovación educativa y de elaboración de materiales curriculares. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, BOJA Nº 21 de 2-II-2009
- CENICH, G. y SANTOS, G. (2006). Aprendizaje colaborativo online: indagación de las estrategias de funcionamiento. *TE & ET: Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, Nº 1, 10-18
- CERVERA, D. [Coord.] (2011). *Tecnología: Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona: Graó
- COLL, C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Barcelona. Paidós.
- COUSO, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas y competencias. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, Nº 74, 12-24

- COUSO, D. y PINTÓ, R. (2009). Análisis del contenido del discurso cooperativo de los profesores de ciencias en contextos de innovación didáctica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 27 (1), 5-18
- DE LA TORRE, S. (2000): *Estrategias didácticas innovadoras. Recursos para la formación y el cambio*. Barcelona: Octaedro.
- DOMINGO, M. (2011). Pizarra Digital Interactiva en el aula: Uso y valoraciones sobre el aprendizaje. *ESE- Estudios sobre Educación*, 20, 99-116.
- DRIVER, R. (1988) Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículum de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, pp. 109-120.
- GARCÍA-CARMONA, A. y CRIADO, A. (2009). ¿Por qué los automóviles son como son? La evolución de un sistema tecnológico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 62, 92-106.
- GARRITZ, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 21 (2), 106-110
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE-Horsori.
- GILBERT, J (1995). La educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias*. 13 (1), 15-24
- HEWSON, P.W. y BEETH, M.E. (1995). La enseñanza para un cambio conceptual: ejemplos de fuerza y movimiento, *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 25-35.
- JIMÉNEZ-TENORIO, N. y OLIVA, J.M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 121-136.
- JUSTI, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (2), 173-184.
- LÓPEZ, J.L., VARO, M., LAGUNA, A. Y PONTES, A. (2016). Opinions on "Classroom Response System" by first-year engineering students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 228, 183-189.
- LÓPEZ-SIMÓ, V., GRIMALT, C. y COUSO, D. (2018). ¿Cómo ayuda la Pizarra Digital Interactiva (PDI) a la hora de promover prácticas de indagación y modelización en el aula de ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15 (3), 3302. doi: 10.25267
- MARTÍNEZ-AZNAR, M^a.M.; VARELA NIETO, P.; EZQUERRA MARTÍNEZ, A. y SOTRES DÍAZ, F. (2013). Las Unidades Didácticas escolares, basadas en competencias, como eje estructurante de la Didáctica de la Física y Química para la formación inicial de profesores de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9, 616-629.
- MOREIRA, M.A. y NOVAK, D.J. (1988). Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos. *Enseñanza de las ciencias*, 6 (1), 3-18
- MORENO, G., ESPAÑA, E. y BLANCO, A. (2016). Propuesta didáctica sobre la compra de un coche para trabajar competencias clave en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (3), 604-616.

- NARANJO, L. (2008). El diseño y desarrollo del currículo como elementos centrales de la acción docente. En A. PONTES (Coord.): *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de enseñanza secundaria (C5)*. Servicio de Publicaciones de la UCO: Córdoba
- NOVAK, J.D. y GOWIN, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- OLIVA, J.M. (2008). Metodología y recursos educativos: diseño de materiales didácticos y actividades de aprendizaje. En A. PONTES (Coord.): *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de enseñanza secundaria (C7)*. Servicio de Publicaciones de la UCO: Córdoba
- OLIVA, J.M. (2011). Dificultades para la implicación del profesorado de Educación Secundaria en la lectura, innovación e investigación en didáctica de las ciencias (I): El problema de la inmersión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (1), 616-629.
- OLIVA, J.M. y ARAGÓN, M.M. (2017). Modelización y pensamiento analógico en el aprendizaje del cambio químico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, N° Extra de 2017*, pp. 4363-4370.
- ORTEGA, J. y MARTÍNEZ, M. L. (2011). Uso de la plataforma Moodle: experiencia en el curso de Física de Ingeniería Informática. *Latin-American Journal of Physics Education*, 5 (1), 301-304
- PAVÓN, F. y MARTÍNEZ-AZNAR, M.M. (2014). La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3-2), 469-492
- PERALES, F.J. y CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- PONTES, A. (2005). Aplicaciones de las nuevas tecnologías de la información en la educación científica. 1ª Parte: Funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2(1), 2-18.
- PONTES, A., GAVILÁN, J. y OBRERO, M. (2006). Diseño y aplicación educativa de un programa de simulación para el aprendizaje de técnicas experimentales con sistemas de adquisición de datos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), 251-266.
- PONTES, A. y VARO, M. (2016). Mapas conceptuales aplicados al tratamiento de temas medioambientales en la formación del profesorado de ciencias. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 20 (2), 452-472.
- PONTES, A. (2017). Utilidad de las simulaciones interactivas para comprender el modelo de corriente eléctrica. *Enseñanza de las Ciencias*, 35 (N° Extra), 4371-4377.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento profesional*. Sevilla: Diada.
- POZO, J.I. y GÓMEZ, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- PRIETO, T., ESPAÑA, E. y MARTÍN, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 71-77.
- RIVADULLA, J.C., GARCÍA, S. y MARTÍNEZ, C. (2016). Historia de la Ciencia e ideas de los alumnos como referentes para seleccionar contenidos sobre nutrición. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 53-66
- RODRÍGUEZ-MORA, F. y BLANCO, A. (2016). Diseño y análisis de tareas de evaluación de competencias científicas en una unidad didáctica sobre el consumo de agua embotellada para educación secundaria obligatoria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (2), 279-300

- ROMERO, M. y QUESADA, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 32 (1), 101–115.
- REYES, A., MELERO, J.J. y ROMÁN, J.M. (2002). Didáctica de la Tecnología. En P. Azcárate (Coord.): *Materiales para la formación del profesorado de secundaria*. Universidad de Cádiz.
- SEBASTIÁ, J.M. (1989). El constructivismo: un marco teórico problemático. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), pp.158-161.
- SEGURA, D.J. (1997). *Actividades de investigación en la clase de ciencias*. Sevilla. Díada.
- SOLBES, J. y VILCHES, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia-tecnología -sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 181-186.
- SOLOMON, G. (2003). Project-Based Learning. *Technology and Learning*, 23(6), 20-30
- VAZQUEZ, A. y ALARCÓN, M.A. (2014). *Didáctica de la Tecnología*. Madrid: Síntesis.
- WEBB, M. E. (2005). Affordances of ICT in science learning: implications for an integrated pedagogy. *International Journal of Science Education*, 27 (6), 705-735.
- WINDSCHITL, M., THOMPSON, J. & BRAATEN, M. (2008). Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education*, 92(5), 941–967.
- ZALDÍVAR, A., TRIPP, C., AGUILAR, J., TOVAR, J. Y ANGUIANO, C. (2015). Using mobile technologies to support learning in computer science students. *IEEE Latin America Transactions*, 13 (1) 377-382.