

# **ASPECTOS GENERALES SOBRE INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN EL ÁREA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA<sup>1</sup>**

**Alfonso Pontes Pedrajas**

(2ª Edición: Noviembre, 2017)

## **INDICE**

1. INTRODUCCIÓN A LA INNOVACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN DOCENTE EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
2. RELACIONES ENTRE INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA
3. IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN DOCENTE EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA
4. PLANTEAMIENTOS DEL PROFESORADO ANTE LA EDUCACIÓN Y LA INNOVACIÓN DOCENTE
5. ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA
6. INSTRUMENTOS PARA RECOGER DATOS EN INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
7. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN: FUENTES BIBLIOGRÁFICAS Y BASES DE DATOS
8. EL ANÁLISIS DE ARTÍCULOS DE REVISTAS COMO INSTRUMENTO DE FORMACIÓN DOCENTE E INVESTIGADORA
9. VÍAS DE APOYO OFICIAL A LA INNOVACIÓN EDUCATIVA
10. ELABORACIÓN DE PROYECTOS EDUCATIVOS E INFORMES
11. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## ANEXOS:

- Anexo 1. Revistas educativas de interés para el profesorado de ciencia y tecnología
- Anexo 2. El uso de referencias bibliográficas en trabajos de innovación educativa
- Anexo 3. Modelo de ficha bibliográfica

---

<sup>1</sup> Para citar este trabajo: Pontes-Pedrajas, A. (2017). *Aspectos generales sobre 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, 2017)

## 1. INTRODUCCIÓN A LA INNOVACIÓN DOCENTE EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La educación secundaria en nuestro país ha experimentado unos cambios muy notables en los últimos años, entre los que cabe destacar la reestructuración de las etapas educativas, la obligatoriedad de la enseñanza hasta los 16 años, la reorganización profunda de la formación profesional, la modificación y actualización del currículum de los diferentes niveles y etapas, la incorporación a los centros educativos de numerosos jóvenes y adolescentes procedentes de diferentes países y culturas (debido al fenómeno de la inmigración), la problemática de las personas con necesidades educativas especiales, los cambios sociales y culturales acaecidos en la sociedad moderna que están modificando los comportamientos, actitudes y valores del alumnado de enseñanza secundaria (con los consiguientes problemas de convivencia), así como la creciente complejidad en la organización interna y el funcionamiento de los centros de enseñanza por la necesidad de dar respuesta a las múltiples demandas y retos de la educación moderna (bilingüismo, centros TICs, atención a la diversidad del alumnado o los programas educativos de ayuda a las familias que implican el desarrollo de actividades complementarias, entre otros aspectos). En este contexto de cambio educativo, ha cobrado gran importancia en los últimos tiempos la Formación Inicial del Profesorado de Secundaria (FIPS) del área de Ciencia y Tecnología (o Tecnociencia) porque en la educación científico-técnica actual están surgiendo numerosos retos, que están influyendo notablemente en la acción del profesorado y hacen que la profesión docente se vaya haciendo cada vez más compleja (Pontes, 2008).

Desde la implantación del Máster de Formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria (o simplemente Máster de Enseñanza Secundaria, más conocido en la literatura por la abreviatura MAES), a partir del curso académico 2009-10, se ha puesto en valor la necesidad de fomentar la investigación educativa sobre los procesos educativos que ocurren en las aulas de enseñanza secundaria y sobre la formación inicial del profesorado de ciencia y tecnología (Caamaño, 2011; Vázquez y Alarcón, 2014), como elementos necesarios para mejorar la calidad de la educación científico-técnica (Pontes, García-Molina y Oliva, 2013). En la orden ministerial donde se regulaba la elaboración de los programas formativos del MAES (MEC, 2007) aparecía registrada la necesidad de prestar atención al desarrollo de nuevos conocimientos y cualidades profesionales relacionadas con la innovación docente y la investigación educativa (IDIE), introduciendo por primera vez en la legislación educativa una materia obligatoria en el currículum de la FIPS, orientada claramente a desarrollar las siguientes competencias docentes:

<b>Competencias generales para la FIPS</b>	<b>Competencias específicas (Área de ciencia y tecnología)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar la innovación y la investigación educativa para mejorar la enseñanza y el desarrollo profesional.</li> <li>- Buscar, obtener, procesar y comunicar información (oral, impresa, audiovisual, digital y multimedia) para transformarla en conocimiento y aplicarla en los procesos educativos.</li> <li>- Integrar la formación en comunicación audiovisual y multimedia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.</li> <li>- Fomentar el trabajo en equipo y el enfoque reflexivo en la formación docente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar el proceso educativo actual para identificar los problemas relativos a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia y la tecnología, planteando alternativas basadas en las buenas prácticas y en el uso de indicadores de calidad.</li> <li>- Conocer y analizar propuestas docentes innovadoras en el ámbito de la educación científico-técnica.</li> <li>- Adquirir conocimientos básicos sobre métodos y técnicas de investigación y de evaluación en educación.</li> <li>- Aprender a diseñar y desarrollar proyectos de investigación, innovación y evaluación en el área de ciencia y Tecnología.</li> <li>- Utilizar las TICs como herramientas de acceso a la información y como instrumento de Innovación e investigación educativa en materias del área.</li> </ul>

En el MAES de la Universidad de Córdoba, para desarrollar tales competencias docentes en la materia IDIE de las especialidades de Ciencias Experimentales (Física-Química y Biología-Geología) y de Tecnología, se establecieron una serie de contenidos organizados en dos bloques diferenciados:

<b>Bloque de formación transversal: Métodos y Recursos de Investigación Educativa</b>	<b>Bloque de formación específica: Innovación educativa en materias del área de ciencia y tecnología</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Naturaleza de la investigación educativa.</li> <li>- Qué se puede investigar en educación</li> <li>- El proceso general de la investigación educativa: Fases del trabajo de investigación.</li> <li>- Técnicas e instrumentos de recogida de información. Recursos de investigación educativa</li> <li>- Cómo se puede investigar en educación: Modalidades de Investigación Educativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a la innovación docente en la Educación Científico-Técnica: Fundamentos y líneas de trabajo en cada especialidad</li> <li>- Las TICs como vías de acceso a la investigación y como recursos de innovación en la Educación Científico-Técnica.</li> <li>- Análisis de innovaciones educativas en la enseñanza de las ciencias experimentales y la tecnología.</li> <li>- Iniciación al diseño de proyectos de innovación educativa en ciencia y tecnología</li> </ul>

En este documento se abordarán diversos aspectos relacionados con los temas que integran el primer bloque de formación transversal o genérica, dejando los aspectos específicos de la innovación educativa en las materias del área de ciencia y tecnología para un trabajo posterior, centrado ese tema.

## 2. RELACIONES ENTRE INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

A veces se confunden los términos de innovación e investigación educativa, y aunque se trata de procesos estrechamente ligados entre sí, conviene analizar sus relaciones y sus diferencias. *Investigar en educación* consiste en abordar un problema educativo no resuelto, partiendo de los antecedentes sobre el tema (revisión de la literatura), adoptando un marco teórico que sirva de base a un tratamiento original (no publicado) de la resolución del problema, aplicando una metodología investigadora reconocida como tal, obteniendo unos resultados concretos y comunicando a la comunidad investigadora tales resultados y las conclusiones de la investigación a través de los cauces habituales (informes o memorias, libros, artículos de revistas, comunicaciones a congresos y reuniones científicas, etc.). La gama de problemas que se pueden abordar en una investigación educativa es muy amplia, ya que la investigación puede ser de carácter teórico o empírico y las investigaciones empíricas pueden referirse a aspectos relacionados con los procesos de aprendizaje, con el ensayo de nuevas propuestas curriculares, con la aplicación de métodos de enseñanza y de evaluación o con la utilización de recursos educativos. Por otra parte las investigaciones empíricas pueden utilizar una metodología de tipo cualitativo o cuantativo, que difieren en los instrumentos y técnicas que se emplean en la recogida y el análisis de datos (Cohen y Manion, 2002; Bisquerra, 2004).

La *innovación docente* consiste en realizar un proceso de mejora de la calidad de la educación que realiza un profesor o un equipo docente, bien en el aula o a nivel de departamento o de centro educativo, a partir de la toma de conciencia de una deficiencia o una necesidad educativa que demanda atención. Los temas que pueden ser abordados en un proyecto de innovación pueden ser similares a los que se tratan en investigaciones educativas de carácter empírico, ya que toda innovación requiere una actuación docente concreta realizada a nivel de aula o de centro. El profesorado en activo realiza innovaciones para mejorar el proceso educativo de sus alumnos o para mejorar su propia formación, sin asumir necesariamente

compromisos específicos en aspectos relacionados con el marco teórico en que se fundamenta, la metodología de innovación desarrollada, los recursos empleados o la publicación de los resultados del proceso innovador.

Aunque el término de investigación educativa es más amplio y más riguroso que el de innovación, las *diferencias entre investigación e innovación educativa* no siempre están muy claras, porque muchas veces una innovación docente se convierte en una verdadera investigación didáctica cuando se aplica una metodología investigativa y se publican los resultados de la innovación en medios de difusión de investigaciones didácticas, utilizados habitualmente por la comunidad investigadora. Lo ideal es que exista una relación fluida entre el profesorado innovador y los investigadores en educación, para que los resultados de la investigación educativa formal trasciendan a la realidad de las aulas y centros, para que las experiencias innovadoras aporten realismo al mundo de la investigación (a veces demasiado preocupado por cuestiones teóricas y algo alejado del profesorado en activo) y para que los profesores innovadores vayan consolidando la realización de sus experiencias sobre la base firme de conocimientos didácticos que se ha ido construyendo a través de procesos de investigación serios y rigurosos.

En la actualidad puede hablarse de un área de conocimiento interdisciplinar denominada “tecnociencia”, que desde el punto de vista educativo ha supuesto un trasvase de los resultados de la investigación y de los avances operados en el campo de la didáctica de las ciencias, que se ha desarrollado ampliamente desde hace muchas décadas (sobre todo en el mundo anglosajón), hacia la didáctica de la tecnología, que es un área de trabajo más reciente (Gilbert, 1995; Cervera, 2011), lo cual ha servido para fundamentar las innovaciones e investigaciones sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la tecnología. Aunque también hay que reconocer que la didáctica de la tecnología, aunque es una disciplina de menor recorrido histórico, también ha elaborado sus propios desarrollos teóricos y ha generado aportaciones específicas, que a su vez están influyendo en el desarrollo de la didáctica de las ciencias. Por ello existen actualmente líneas de trabajo en innovación docente e investigación educativa, como son las relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS), o los modelos de enseñanza y aprendizaje basados en problemas y proyectos, que muestran el amplio grado de conexión entre la didáctica de la tecnología y la didáctica de las ciencias. Por ello en este trabajo nos vamos a referir de forma genérica a la innovación educativa en didáctica de la ciencia y la tecnología o simplemente en tecnociencia (Acevedo et al., 2003).

El *objetivo de la innovación docente* en esta área de trabajo es introducir al profesorado de ciencia y tecnología en un proceso de formación permanente que permita convertir su trabajo docente en el aula en una labor de investigación semejante, en sus fines y planteamientos, a la que se puede realizar en otras áreas como la investigación científico-técnica, la medicina, etc. A través de la innovación educativa el profesor puede llegar a fundamentar sus actuaciones, plantear cambios en su práctica diaria, aplicar esos cambios y evaluarlos, de modo que pueda llegar a comunicar sus resultados a otros profesores (Caamaño, 2011). Esta actividad constituye sin duda un reto, a la vez que puede ser una tarea apasionante, porque puede conferir una dimensión científica a la labor docente y proporcionar una motivación especial para desarrollar la profesionalidad docente sobre unas bases sólidas e ilusionantes.

### **3. IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN DOCENTE EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA**

Los cambios constantes que se producen en la educación demandan la búsqueda y experimentación de nuevas fórmulas que posibiliten la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para ello,

resulta fundamental el papel del profesor a través de las innovaciones que va introduciendo en su aula. En nuestro caso hablaremos de innovación educativa para referirnos a la actividad que llevamos a cabo cuando introducimos nuevas formas de enseñar, de planificar la enseñanza o de evaluar, con el fin de mejorar la práctica docente.

La innovación educativa aparece ligada estrechamente al desarrollo curricular y exige del profesor una actitud continua de reflexión y análisis sobre su propia práctica (Cervera, 2011). Ello ha de redundar, por un lado, en la mejora de la enseñanza y, por otro, en la formación y desarrollo profesional del propio docente. Pero es deseable que las innovaciones que se introduzcan no sean arbitrarias, sino que vayan más allá de la mera perspectiva personal de profesores aislados. Parece pues necesario que las propuestas innovadoras que se realicen se enmarquen en una visión colectiva de la enseñanza, que tenga en cuenta las experiencias anteriores realizadas por otros profesores y que estén abiertas también a las aportaciones que puedan hacerse desde los marcos teóricos existentes en las ciencias de la educación, en general, y en las didácticas específicas, en particular.

Por otra parte, resulta fundamental que toda tarea de innovación vaya acompañada de un proceso paralelo de evaluación, que sea lo más riguroso y preciso, y que pueda servir de base para contrastar la validez del proceso seguido y pueda, así mismo, servir de fundamento para la extrapolación de la misma a otros profesores y/o escuelas, o también para la realización de nuevas propuestas innovadoras. De todo ello se deduce que la innovación educativa es una tarea que debe marchar en paralelo con la investigación educativa en didáctica específica de la ciencia o la tecnología, mediante una relación estrecha en la que resulta difícil trazar una línea divisoria (Oliva, 2003).

Existen importantes razones para tratar de contemplar la innovación docente como un proceso de introducción a la investigación educativa, que permita transformar el papel del profesor como investigador en el aula (Elliot, 1990; Martínez-González, 2007). A continuación, se recogen algunas de las posibles ventajas:

*I. Desde la óptica académica:*

- Mejorar el conocimiento y comprensión del funcionamiento de los procesos educativos.
- Contribuir al desarrollo de un marco general que sea útil para sugerir innovaciones educativas fundamentadas.

*II. Desde la óptica de la formación del profesorado:*

- Basar la formación del profesor en el análisis su propia práctica docente
- Ayudar a la resolución de los problemas con que se va encontrando a través de su actividad profesional (Investigación-acción).

*III. Desde la perspectiva del desarrollo de la identidad profesional:*

- Mejorar la práctica educativa en la enseñanza de materias de la especialidad.
- Mejorar su actitud docente y su autoestima.
- Contribuir a la evolución y crecimiento de su desarrollo profesional.

## **4. PLANTEAMIENTOS DEL PROFESORADO ANTE LA EDUCACIÓN Y LA INNOVACIÓN DOCENTE**

A la hora de involucrarse en innovaciones educativas los profesores y profesoras de ciencia y tecnología deben partir de la toma de conciencia de un problema educativo, sobre el que desean aportar

soluciones que se encuentren dentro de su ámbito de actuación, pero también deben considerar que hay muchos factores implicados en el desarrollo de los procesos educativos y que la toma de decisiones afecta a muchos elementos relacionados entre sí. Por tanto, las respuestas que cada profesor va dando a cada problema educativo dependen en esencia de variables bastante generales, relacionadas con aspectos tales como sus experiencias pasadas como alumnos, sus visiones sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje o el peso de la tradición cultural que hereda del colectivo en el cual se integra.

Así, es muy probable que aquellos profesores que basan su enseñanza en la transmisión-recepción de conocimientos ya elaborados, utilicen la pizarra y el libro de texto como recursos fundamentales y sitúen a sus alumnos en hileras individuales. En cambio, aquellos profesores que conciben sus clases desde una perspectiva investigativa o de resolución de problemas, es muy probable que empleen con frecuencia otros recursos adicionales, como maquetas, laboratorio, enciclopedias, Internet, fichas de actividades, etc., y organicen el aula por parejas o en pequeño grupo (Caamaño, 2011). En efecto, una parte importante de la investigación educativa realizada a lo largo de las dos últimas décadas ha venido a poner de manifiesto que los profesores mantenemos, por lo general, ideas y creencias de sentido común sobre el fenómeno educativo procedentes de nuestro bagaje personal como docentes y de nuestras experiencias pasadas en la etapa como alumnos (Oliva, 2008).

Frente al conocimiento psicopedagógico y didáctico deseable, basado en la reflexión sobre la práctica docente y enmarcado dentro del cuerpo formal de conocimientos disponibles en la actualidad, estas ideas intuitivas suelen generarse desde planteamientos personales de sentido común y desde la aceptación acrítica de ciertos tópicos heredados en la tradición docente. Se tratan de visiones personales sobre el valor social de la educación, sobre el papel de los contenidos en el proceso de enseñanza, sobre las variables intelectuales de los alumnos y los mecanismos de aprendizaje, o sobre el rol de la evaluación en el proceso educativo. En muchos casos, estas ideas son implícitas pero pueden conducir a prácticas docentes coherentes con las propias prácticas de enseñanza de que fueron objeto en su etapa anterior como alumnos, dado que resulta común que cada cual termine enseñando de la misma forma que ha visto hacer a sus maestros anteriores. Así pueden llegar a configurarse diversos marcos metodológicos o planteamientos generales sobre la enseñanza, que surgen como resultado de la cristalización conjunta de la manera que cada uno tiene de entender el fenómeno educativo. Estos elementos configuran una visión singular del proceso de enseñanza-aprendizaje y suponen también una manera particular de abordar la práctica en el aula, que tienen mucha relación con lo que se denominan *modelos docentes* o *modelos de profesor* (Porlán y Rivero, 1998).

Al hablar del pensamiento docente o de los modelos de intervención didáctica, habría que distinguir entre un modelo de pensamiento/actuación deseable, un modelo más primitivo o tradicional, y en una serie de modelos intermedios o de transición que podrían marcar distintos grados de acercamiento a uno u otro modelo extremo según un esquema de progresión que evoluciona a lo largo de diferentes niveles. Algunos autores llegan a diferenciar cuatro modelos de pensamiento docente, que presentan diferentes posiciones a la hora de abordar la práctica educativa y de realizar innovaciones didácticas, como los siguientes: *el modelo tradicional*, *el modelo de tipo tecnológico*, *el modelo activista* y *el modelo socioconstructivista* (Oliva, 2008). Nos parece conveniente analizar las características de tales modelos docentes, para ayudar a los profesores en formación a reflexionar sobre cuál de tales modelos educativos se identifica en mayor medida con sus propios planteamientos sobre la enseñanza y la innovación educativa.



## 4.1. Modelo tradicional

Inicialmente, debido a la tradición cultural, cada profesor tiende a empezar enseñando de la misma manera que ha visto enseñar a la mayoría de sus profesores, normalmente mediante métodos tradicionales de tipo eminentemente transmisivos. Las características de ese enfoque recogidas en la literatura educativa son las siguientes:

- *El aprendizaje*: Enfoque memorístico (recepción, acumulación, repetición).
- *Los contenidos de la enseñanza*: Enfoque disciplinar, centrado fundamentalmente en el aprendizaje conceptual.
- *Método docente* (principal): Transmisión verbal de conocimientos.
- *La relación profesor-alumno*: El profesor explica y es el centro del desarrollo de la clase. El alumno actúa básicamente como receptor de la información que ofrece el profesor o el libro de texto.
- *Recursos didácticos* (principales): Explicación oral, libro de texto, pizarra y algunos medios audiovisuales para servir de ayuda a las explicaciones.
- *La evaluación*: Enfoque selectivo, que consiste en medir lo que los alumnos se han esforzado y han aprendido supuestamente, aplicando el mismo listón para todos.

Desde el modelo de enseñanza tradicional se pueden realizar innovaciones relacionadas con la mejora de la transmisión de la información, utilizando mejores técnicas y recursos de comunicación que la clase magistral exclusiva. También se pueden mejorar los materiales didácticos y el sistema de evaluación. Pero en general, desde este modelo existen pocas posibilidades de involucrarse en innovaciones o investigaciones educativas porque se parte de que el profesor especialista en su materia transmite bien los contenidos y, por tanto, se suele achacar el bajo rendimiento del alumnado a la falta de motivación por estudiar y aprender.

## 4.2. Modelo tecnológico

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. En general las características que definen a este modelo de profesor son las siguientes:

- *El aprendizaje*: Se busca el aprendizaje significativo, entendido sobre todo como un proceso de “corregir errores”.
- *Los contenidos de la enseñanza*: Enfoque disciplinar y enseñanza por objetivos, centrada fundamentalmente en fomentar el aprendizaje conceptual, aunque también recoge aspectos procedimentales a través de prácticas (observación y desarrollo de recetas) y motivacionales.
- *Método docente* (principal): Normalmente consiste en la transmisión verbal, combinada con algunas actividades (ejercicios, trabajos prácticos,...)

- *La relación profesor-alumno*: El profesor explica, formula preguntas y se interesa continuamente por lo que los alumnos aprenden. Ello le sirve para actuar constantemente como elemento de retroalimentación para fomentar el aprendizaje significativo. El alumno juega un papel fundamentalmente receptivo, aunque puede que se sienta en parte protagonista ante el seguimiento que realiza el profesor.

- *Recursos didácticos* (principales): Explicación oral, pizarra, libro de texto, medios audiovisuales, ordenadores y laboratorio (de ciencias) o taller (de tecnología).

- *La evaluación*: Es la forma de comprobar el rendimiento del proceso, mediante la medición de los cambios antes-después.

En este modelo hay más posibilidades de involucrarse en procesos de innovación educativa que en el modelo anterior, porque se intenta conectar con la experiencia previa del alumno y de proporcionarle nuevas experiencias, dado un papel relevante a los recursos educativos.

### 3.3. Modelo activista

También hay profesores 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. En general los rasgos que caracterizan este modelo docente son las siguientes:

- *El aprendizaje*: Proceso autónomo basado en el descubrimiento (orientado), en contacto directo con el medio.

- *Los contenidos de la enseñanza*: Enfoque con tendencia globalizadora y hacia lo interdisciplinar, fundamentalmente centrado en el desarrollo de capacidades generales, a través de procedimientos y actitudes supuestamente científicas y favorables hacia la ciencia y su aprendizaje.

- *Método docente* (principal): Centrado en la actividad del alumno en el trabajo cooperativo y en el aprendizaje por descubrimiento.

- *La relación profesor-alumno*: El profesor es un dinamizador o coordinador de la clase. Los alumnos ocupan en papel central puesto que son los principales protagonistas.

- *Recursos didácticos*. Se utilizan recursos diversos y muy variados: libro de texto, prensa, TV, Internet, cuentos, comics, materiales caseros, laboratorio, salidas al campo, visitas a museos, jardines, etc. Se entiende el uso del recurso como una metodología en sí, con valor propio.

- *La evaluación*: Se considera como una forma de implicar al alumno en el proceso: autoevaluación, coevaluación, etc.

La innovación educativa desempeña un papel importante en este planteamiento, pues se trata de un modelo netamente investigativo, en contacto con experiencias vividas, experiencias de aula, relación con el entorno inmediato, etc. No obstante, la investigación se entiende como un proceso autónomo, empírico e inductivo, desde posiciones bastante lejanas a las posturas epistemológicas aceptadas.



#### 4.4. Modelo socio-constructivista

Este modelo se basa en la puesta en práctica de los principios educativos del enfoque constructivista (Driver, 1988), concediendo especial importancia al papel que juegan las interacciones sociales en el aula (Coll et al., 1999). El *modelo de profesor socio-constructivista*, de corte más innovador e investigativo, sería el más deseable teniendo en cuenta que resulta el más complejo y supone una recapitulación integradora de los modelos anteriores. Pero el hecho de que un profesor se sitúe en este modelo no significa que no pueda o no deba actuar, en función de situaciones concretas, según los otros modelos. Es previsible, por ejemplo, que en ocasiones, un profesor de este tipo tenga necesidad de recurrir a los otros modelos que le preceden. Lo que caracteriza, pues, a este profesor no es su actuación en momentos concretos, sino su modelo global de intervención, es decir, su conocimiento profesional docente y su capacidad para integrar de modo coherente una cierta variedad de rutinas y guiones de trabajo de acuerdo a las condiciones imperantes (Oliva, 2008). En general las características que definen a este modelo de profesor son las siguientes:

- *El aprendizaje*: Se intenta fomentar el aprendizaje significativo, entendido como cambio o evolución del conocimiento del alumno en el contexto social del aula.

- *Los contenidos de la enseñanza*: Perspectiva basada en el desarrollo de competencias y en el equilibrio entre conceptos, procedimientos y actitudes. Es un enfoque centrado en la resolución de situaciones problemáticas.

- *Método docente* (principal): Centrado en la implicación del alumno en su proceso de aprendizaje, unas veces a través de actividades, otras veces a partir de la explicación del profesor.

- *La relación profesor-alumno*: El centro de atención se sitúa en las interacciones en el aula, tanto en la relación alumno-profesor como de los alumnos entre sí. Tanto el profesor como los alumnos juegan un papel esencial: el alumno como sujeto que aprende y el profesor como referente, guía y facilitador del proceso.

- *Recursos didácticos*: Se pueden utilizar recursos muy variados: libro de texto, prensa, TV, Internet, cuentos, comics, materiales caseros, laboratorio, salidas al campo, visitas a museos, jardines, etc. El recurso no es aséptico, sino que el modo en que se utiliza está subordinado al marco docente en el que se sitúa el profesor.

- *La evaluación*: Visión comprensiva e integradora de la evaluación que se concibe como una forma de regular el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La innovación y la investigación educativa desempeñan un papel importante en este modelo, que puede considerarse como planteamiento netamente investigativo, pero a diferencia de los modelos anteriores, la idea de investigación se entiende como interacción continua entre los conocimientos teóricos y el entorno, subordinada a los problemas que se plantean como ejes de la propuesta didáctica.

En relación a los planteamientos del profesorado de ciencia y tecnología respecto a la innovación educativa es bastante posible que en los estadios más avanzados de desarrollo profesional algunos profesores converjan hacia *un modelo más complejo, de tipo integrador*, en el que confluyan elementos de todos los modelos anteriores. En este marco, el alumno actúa como agente constructor de su propio conocimiento, pero éste no llega como fruto de la mera actividad, sino de la interacción entre sus experiencias y los conocimientos provenientes de otros referentes, como el profesor, el libro de texto, etc. En la práctica, no encontraremos profesores pertenecientes a modelos puros, sino que cada uno de nosotros es una especie de amalgama de los cuatro. Sin embargo, hay que destacar que, como norma general, los profesores que más se han implicado en proyectos de innovación corresponden como mínimo al modelo tecnológico y activista y los que se

involucran en verdaderos proyectos de investigación son los que avanzan hacia el modelo socio-constructivista.

En general, la propia historia personal y profesional de cada cual, poco a poco convergen hacia un modelo preferente de actuación. Por tanto, la evolución de cada profesor en este esquema de progresión, dependería de su historia personal y profesional, que va a depender, entre otros muchos factores, de su experiencia docente, de su formación como profesor y, acompañando a todo ello, de su reflexión sobre la práctica y el proceso de socialización profesional en el que se ha visto envuelto.

## 5. INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

### 5.1. El ciclo de investigación

La principal finalidad de la investigación docente consiste en conocer una realidad educativa, tomando en cuenta sus características, funcionamiento y efectos, con cierta exactitud, con vistas a obtener conclusiones o hacer diagnósticos y valoraciones que ayuden a introducir cambios que permitan mejorar la calidad de la educación (Martínez González, 2007). El desarrollo de una innovación docente contemplada como un proceso experimental de investigación educativa requiere seguir una serie de etapas acordes con la metodología del trabajo científico (Sierra, 1997), cuya base esencial es el planteamiento de problemas sobre hechos y fenómenos, la emisión de hipótesis de trabajo o propuestas de explicación del fenómeno, que están basadas en una teoría, y la búsqueda de datos para la verificación de las hipótesis, mediante diferentes métodos de recogida de información (Bisquerra, 1998). Tales etapas se pueden desglosar de la forma siguiente:

#### ***(I) Preparación o planificación***

- Selección de un tema o problema educativo relevante
- Revisión de trabajos previos o antecedentes sobre el tema elegido
- Síntesis del fundamento o marco teórico en que se sustenta el proceso de indagación
- Formulación de hipótesis y objetivos
- Elaboración de un plan de trabajo o de un diseño de investigación

#### ***(II) Metodología de realización del proyecto***

- Selección de muestras de sujetos y variables a analizar
- Elaboración de instrumentos
- Recogida y procesamiento de datos
- Aplicación de técnicas (cualitativas o cuantitativas) de análisis de resultados
- Validación o reestructuración de hipótesis tras los resultados obtenidos

#### ***(III) Elaboración de una memoria o informe del proyecto***

- Exposición sintética de aspectos señalados en la fase de preparación
- Descripción de procedimientos seguidos en la fase de desarrollo, incluyendo la presentación y análisis de resultados

- Establecimiento de conclusiones y formulación de nuevas pautas de trabajo

Las anteriores etapas constituyen un *ciclo o proceso de trabajo* que puede permitir llegar a desarrollar una verdadera investigación educativa, si el informe o memoria se puede publicar en un órgano de difusión de investigaciones didácticas en un área de trabajo (revistas, congresos, libros,...). El *carácter cíclico* en este esquema se debe a que toda investigación resuelve algún problema pero normalmente inspira con posterioridad la formulación de otros nuevos susceptibles también de ser investigados. Así, pues, el conocimiento que se obtiene en una investigación no es algo terminal, sino que sirve a su vez como base para emprender nuevas investigaciones. Creemos que este proceso, aunque sea de forma simplificada y sin necesidad de originar una o varias publicaciones, puede servir también como marco de referencia para orientar los pasos y métodos a seguir en el desarrollo de innovaciones educativas por el profesorado en activo.

## 5.2. Nociones básicas de metodología de investigación

En la transición gradual que va de la innovación docente a la investigación educativa interviene de forma importante el proceso de formación en el diseño de estudios experimentales (Sierra, 1997; León García, 2015). Existen tres tipos básicos de diseños: “ad hoc”, cuasiexperimental y experimental. También se pueden considerar diversos subtipos y combinaciones, de modo que en cada estudio es necesario clarificar el modelo utilizado.

Los diseños del *tipo “ad hoc”*, también conocidos como *estudios descriptivos* o *estudios de campo* donde se recogen y se describen los datos tal y como se encuentran en la realidad de un sistema concreto, como puede ser el tipo de conocimiento de un grupo de estudiantes en un instante determinado del proceso educativo.

Los diseños de *tipo experimental* se refieren al desarrollo de experimentos, en condiciones de laboratorio, en los que se aplican diferentes tratamientos didácticos a dos grupos (experimental y de control) y se comparan los resultados obtenidos en cada caso. En tales estudios el investigador modifica una variable independiente (o controlada), para observar los cambios en una segunda variable que es dependiente de la anterior.

En el término medio se encuentran los diseños de *tipo cuasi-experimental* que no son tan rigurosos como los de tipo experimental. Un ejemplo de este tipo de investigaciones son los diseños de *tipo correlacional*, que ayudan a descubrir la asociación entre dos variables de un sistema y permiten realizar predicciones, aunque no siempre se descubre la causa de dicha asociación. Tales estudios son sencillos de desarrollar y útiles para iniciar trabajos de investigación educativa, contribuyendo a generar conocimiento interesante sobre el sistema analizado, aunque los diseños experimentales permiten un grado de seguridad y explicación mayor que los estudios correlacionales.

Otros tipos de investigaciones didácticas que presentan un carácter más específico son los estudios de casos, los estudios transversales y los estudios longitudinales, cuya naturaleza puede consultarse en manuales sobre metodología de investigación educativa (Sandín, 2003; Martínez González, 2007).

A la hora de planificar una investigación educativa hay que establecer el procedimiento de análisis de datos, indicando si se va a utilizar una metodología descriptiva, cualitativa o cuantitativa (Cook y Reichardt, 1996). La *metodología descriptiva* es propia de los trabajos de campo en los que se realizan medidas de variables que caracterizan el estado del sistema en el momento en que se hace la medida y se describen los resultados de tales medidas.

La *metodología cualitativa* requiere un análisis más profundo de diversos aspectos como las destrezas argumentativas, razonamientos, cruce de variables, triangulación de observaciones o contraste de investigaciones, etc. La recogida de datos en estudios de carácter cualitativo se realiza con diversos instrumentos (cuestiones abiertas, entrevistas, grabaciones de audio o de vídeo,...) que ofrecen una información a la vez amplia y compleja. El análisis de esta información requiere utilizar rúbricas o establecer categorías para obtener datos que permitan extraer conclusiones, pudiendo utilizarse recursos informáticos de especial interés para el análisis cualitativo como el software Atlas.ti.

La *metodología cuantitativa* implica la recogida de datos numéricos sobre determinadas variables dependientes e independientes de un sistema, aplicándose después diversos tratamientos de tipo estadístico para realizar inferencias bien fundamentadas sobre la situación del sistema estudiado (Bisquerra, 2004). La recogida de datos cuantitativos se realiza con instrumentos basados principalmente en cuestiones cerradas (del tipo opción múltiple, escala likert,...) y tareas que puedan evaluarse de forma numérica (ejercicios, problemas,...). Tales datos pueden analizarse con recursos informáticos como el programa SPSS (Gil Pascual, 2000), que permite hacer estudios descriptivos (frecuencias, medidas de tendencia central,...) o análisis más complejos (contraste, correlación, regresión,...).

En la práctica se puede y se deben combinar ambos enfoques, adoptando una *perspectiva pluri-metodológica* que permita adoptar en cada situación la postura más adecuada, con objeto de establecer el diseño más favorable para alcanzar los objetivos planteados en cada proyecto (Cohen y Manion, 2002).

## 6. INSTRUMENTOS PARA RECOGER DATOS EN INVESTIGACIONES EDUCATIVAS

Todo trabajo de innovación o estudio sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia o la tecnología requiere elegir una o varias técnicas para la recogida de datos y diseñar instrumentos adecuados, pero los procedimientos y la metodología empleada para contrastar las hipótesis de trabajo deben estar en consonancia con la naturaleza de las metas formuladas. Una de las principales herramientas que puede servir para emprender innovaciones docentes es usar la evaluación educativa como una indagación o reflexión sobre la naturaleza de los procesos de aprendizaje y sus dificultades (Wittrock, 1999; Perales y Cañal, 2000).

### ***Principales técnicas de investigación en didáctica de la ciencia y la tecnología***

**Cuestionarios** de diversos tipos: abiertos, semiabiertos, cerrados y otros modelos.

**Pruebas de asociación de palabras**, tales como diagramas de árbol y mapas conceptuales.

**Entrevistas individuales** o secuencias de preguntas sobre un tema concreto.

**Observación**, encaminada al análisis y registro de los procesos del aula

**Análisis de contenidos**: libros de texto, páginas web, materiales o documentos elaborados por los alumnos (pruebas de examen, memorias de trabajos prácticos, informes del diseño y desarrollo de proyectos, cuadernos de trabajo, resolución de problemas,...)

Son pocos los docentes que utilizan de forma sistemática los resultados de las evaluaciones para mejorar su actuación pedagógica, porque ello supone asumir una actitud investigadora, que puede resultar motivadora e interesante, pero a la vez implica asumir mayor responsabilidad y mayor carga de trabajo (Castillejo y Pontes, 2008). Por otra parte, la mayoría de las investigaciones educativas están relacionadas con

la utilización de instrumentos de evaluación en la recogida de datos sobre las múltiples variables que intervienen en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por tanto, existe una relación biunívoca entre evaluar e investigar en educación, hasta el punto de que la mayoría de los instrumentos que se utilizan en la evaluación del aprendizaje pueden ser instrumentos de investigación (Harlen, 1988; Gutiérrez et al., 1990; León García, 2015), aunque no siempre ocurre lo contrario porque algunos instrumentos de investigación llegan a ser bastante sofisticados y su utilización no está al alcance de la mayoría del profesorado.

A continuación se describen algunas de tales técnicas de recogida de información sobre los procesos de aprendizaje, que se utilizan con más frecuencia como instrumentos de investigación educativa y, por tanto, resultan útiles también para la evaluación investigativa y la innovación docente (Wittrock, 1999; Oliva, 2003).

## 6.1. Cuestionarios

Los estudios dirigidos a investigar los conocimientos que poseen los alumnos utilizaron desde el principio cuestionarios escritos, siguiendo la influencia que el uso de esta técnica tenía en otros ámbitos de las ciencias sociales, y en la actualidad constituyen uno de los procedimientos más utilizados en el campo de la didáctica de la ciencia y la tecnología. Los modelos más frecuentes son las pruebas de preguntas abiertas, de cuestiones semiabiertas y de preguntas cerradas. También se utilizan los cuestionarios basados en dibujos y las pruebas de la identificación de conceptos. En general, todos estos tipos de instrumentos requieren un proceso de elaboración cuidadoso, cuyas etapas se resumen en la tabla siguiente.

### *Proceso de elaboración de cuestionarios escritos*

ETAPAS	DESCRIPCIÓN DE CADA FASE
<b>Ensayo previo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hay que seleccionar los conceptos a estudiar.</li> <li>- Emitir hipótesis previas sobre las posibles concepciones de los alumnos, basadas en la experiencia de los investigadores y los resultados de investigaciones precedentes.</li> <li>- Se pueden llevar a cabo entrevistas a una muestra representativa de alumnos para corroborar o modificar dichas hipótesis.</li> </ul>
<b>Estudio piloto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tras los resultados del ensayo, se establecen las modificaciones necesarias, revisando las hipótesis y cuestiones previas, para formar nuevo borrador.</li> <li>- El nuevo modelo se administra a una muestra representativa de la población objeto de la investigación, con el fin de comprobar si es comprendido y si realmente sirve para el fin previsto.</li> <li>- En esta fase conviene hacer una validación adecuada del cuestionario mediante diversos procedimientos estadísticos.</li> </ul>
<b>Cuestionario definitivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A partir del estudio piloto se realiza un primer cuestionario en el que se utilizará la información de la fase anterior para plantear las preguntas, opciones de respuesta o justificaciones.</li> <li>- Antes de ser administrado, el cuestionario suele ser revisado por otros investigadores o profesores para evaluar los ítems y hacer sugerencias que permitan mejorarlos.</li> <li>- En ocasiones, el cuestionario definitivo es consecuencia de diversos ciclos de análisis y revisión de los anteriores.</li> </ul>

Aunque el uso de cuestionarios está muy extendido parece existir cierta controversia sobre su idoneidad, pues se reconoce que es un instrumento muy útil para recoger información correspondiente a un grupo amplio de sujetos, pero también presenta limitaciones para profundizar en la información que se desea obtener. Por ello, se recomienda complementarlo con otros instrumentos como las entrevistas, o combinar

algunos de los diferentes modelos. A continuación, vamos a analizar los tipos de cuestionarios que se utilizan habitualmente para explorar las concepciones de los alumnos y que tendrán una aplicación directa en el desarrollo de esta investigación.

### ➤ **Cuestionarios de respuesta abierta**

Se trata generalmente de instrumentos formados por una serie de preguntas abiertas a las que los sujetos encuestados deben responder utilizando libremente sus conocimientos. Pueden referirse a conceptos, procesos, fenómenos, teorías, etc. Generalmente se pide a los alumnos que razonen su respuesta, como es el caso de los cuestionarios utilizados en diversos trabajos sobre las concepciones de los alumnos sobre ciencia y tecnología. Una variante de este tipo de cuestionarios lo constituyen los denominados de *problemas de respuesta abierta*, donde se plantean preguntas sobre situaciones problemáticas.

Los partidarios del uso de cuestionarios de respuesta abierta argumentan que son de gran utilidad para diagnosticar de manera fiable las ideas de los alumnos, al no utilizar distractores que, de alguna forma, condicionan los resultados y, especialmente, porque suministran una información de más calidad que los de elección múltiple. Los mayores inconvenientes se deben a que los alumnos suelen ser parcos en sus respuestas o a la dificultad de categorizar las ideas expresadas, dada la amplia variabilidad de las mismas. Pese a todo, nos parecen los más adecuados para explorar las ideas de los estudiantes en aquellos temas en los que no se dispone de mucha información inicial.

### ➤ **Cuestionarios cerrados**

Este tipo de pruebas suele estar formado por una serie de preguntas que presentan diversas respuestas, entre las que los alumnos deben elegir una. También se les conoce como cuestiones de opción múltiple. Un caso particular son las cuestiones del tipo cierto/falso, donde se formula una proposición y el estudiante debe indicar si le parece verdadera o no, o si está de acuerdo o en desacuerdo con la misma, aunque en algunos casos se permite una cierta variabilidad en el grado de acuerdo con la proposición, entre un valor máximo y un valor mínimo (escala Likert, diferencial semántico, etc.).

Las cuestiones de elección múltiple, dada su facilidad de aplicación en muestras amplias de sujetos, han sido muy utilizados en investigaciones acerca de las ideas de los alumnos sobre fenómenos físico-químicos y procesos tecnológicos. Este tipo de cuestionarios presentan algunas ventajas sobre los de respuesta abierta ya que permiten obtener información de una amplia variedad de tópicos en poco tiempo, son objetivos en términos de recuento, son fáciles de corregir y rápidos de analizar. Incluso pueden añadirse determinados atributos sobre la facilidad de los ítems, con lo cual puede mejorarse el análisis de las respuestas y los propios cuestionarios.

También presentan algunas limitaciones porque la forma en que se presentan los distractores condicionan las respuestas de los sujetos encuestados en la mayoría de los casos. Por otra parte, la diversidad de opciones que se ofrecen a los alumnos puede ocasionar que se vean forzados a responder aunque no tengan formada una opinión concreta. Estos inconvenientes se pueden soslayar añadiendo la opción “no sabe/no contesta” o una pregunta adicional respecto al grado de seguridad que los alumnos tienen en sus respuestas.

Para mejorar las prestaciones de este tipo de instrumentos es conveniente plantear las preguntas estableciendo una relación estrecha con los objetivos que se pretenden medir, utilizando varios ítems cuando



sea necesario o incluyendo preguntas diferentes sobre un mismo aspecto. Por otra parte, es frecuente combinar cuestiones de opción múltiple con preguntas abiertas, como ocurre en diversos trabajos sobre las concepciones de los alumnos sobre ciencia y tecnología.

### ➤ **Cuestionarios de opción múltiple con justificación de respuesta**

Una solución a los problemas que plantean los cuestionarios anteriores es el cuestionario de doble elección, en el que se presentan dos series de proposiciones para hacer una elección múltiple: una para las opciones de respuestas y otra para indicar las razones por las que se elige dicha opción. La principal característica de este modelo es que permite obtener más información sobre las concepciones de los alumnos, pues al combinar la respuesta y su argumentación se puede elaborar un buen diagnóstico de las mismas. Otras ventajas de estos cuestionarios son las siguientes: a) Permiten identificar no solamente errores conceptuales, sino también posibles relaciones entre conceptos, no observables con facilidad, así como el tipo de razonamiento empleado en la selección de la respuesta. b) Posibilitan una mejor comprensión de las concepciones de los alumnos derivadas de la elección de un distractor determinado, limitación que contienen los cuestionarios convencionales de elección múltiple. c) El uso de justificaciones a las cuestiones de elección múltiple es un modo efectivo de evaluar aprendizajes significativos.

Por ello, creemos que el uso de estos instrumentos es bastante recomendable para los investigadores que tratan de conocer las concepciones de los estudiantes y también para los propios profesores de ciencia y tecnología, ya que este instrumento requiere menos tiempo y entrenamiento que las entrevistas. El principal inconveniente es que necesitan realizar una investigación previa, para conocer los tipos básicos de ideas y argumentos que pueden incluirse en las cuestiones. Aunque el proceso es bastante laborioso creemos que las ventajas superan a los inconvenientes y, por tanto, vamos a utilizar este tipo de instrumentos en varios de los estudios parciales que integran esta investigación.

## **6.2. Mapas conceptuales**

Los mapas o redes conceptuales son representaciones de las relaciones entre conceptos que se establecen en forma de proposiciones. Cada proposición consta de dos o más términos que forman los nudos del mapa, unidos por palabras o frases que explican el contenido semántico. Novak y Gowin (1988) defienden la necesidad de que los mapas conceptuales adopten una organización jerárquica, para reflejar la estructura de una disciplina o de una parte de la misma, en la que siempre existen conceptos principales o estructurantes y conceptos subordinados o derivados. El carácter jerárquico de los mapas adquiere su fundamento, en la teoría del aprendizaje significativo (Ausubel et al., 1983), donde se considera que la adquisición duradera de conocimientos tiene lugar cuando el sujeto dispone de una mínima estructura jerarquizada de conocimientos previos y la nueva información se incorpora a la misma mediante diversos mecanismos de aprendizaje que ya han sido analizados anteriormente.

Entre los factores que determinan la calidad del conocimiento representado en un mapa conceptual se destacan: a) la jerarquización, que permite desarrollar el mapa, de forma vertical o circular, desde el concepto más general o inclusivo hasta los conceptos más particulares; b) las proposiciones significativas, o frases que muestran el significado de la relación entre cada dos conceptos; c) las conexiones cruzadas, que muestran la existencia de interrelaciones complejas; d) los ejemplos, que muestran los tipos de acontecimientos u objetos concretos a los que se refieren los conceptos del mapa. Algunos autores han diseñado diversos procedimientos para llegar a evaluar el conocimiento representado por un mapa en forma numérica. Otros ponen en duda la necesidad de dotar

a los mapas de organización jerárquica y creen más conveniente favorecer la libertad en su elaboración y en su lectura.

Dada la importancia de los conocimientos previos en el aprendizaje de la ciencia y la ciencia y tecnología, se estima que los mapas conceptuales pueden ser útiles para identificar los conceptos relevantes que el individuo posee, antes de iniciar el proceso de instrucción, y para explicitar lo que conoce en cada momento. De ello se deriva su utilidad como medios para evaluar el aprendizaje y para investigar la estructura cognitiva de los estudiantes. Además, pueden servir para el análisis de contenidos de una materia, como instrumentos para la planificación del currículo y como herramientas de instrucción. En definitiva, los mapas conceptuales gozan en la actualidad de un amplio consenso como instrumento de representación del conocimiento aplicado en la educación científica y la investigación didáctica (Pontes, 2012).

### 6.3. Entrevistas

Las entrevistas están formadas por una serie de preguntas, generalmente abiertas, acerca de un tema específico. Este tipo de instrumentos se han popularizado en el campo de la investigación didáctica a partir del modelo de entrevistas clínicas utilizado por Piaget y sus colaboradores en sus estudios de epistemología genética y desarrollo evolutivo de la inteligencia (Inhelder y Piaget, 1983). Además de las entrevistas de estilo piagetiano, la entrevista sobre “eventos o sucesos”, realizada a partir de la observación de ciertos hechos o experimentos, ha sido ampliamente utilizada en investigaciones relacionadas con conceptos de ciencia y tecnología (Hierrezuelo y Montero, 1990).

Estos instrumentos se consideran más fiables que los cuestionarios en lo que respecta a recoger mayor cantidad de información (y de mayor calidad) sobre los conocimientos que posee y los razonamientos que utiliza el alumno (Novak y Gowin, 1988). En el diagnóstico de las concepciones de los estudiantes muestran gran efectividad en aquellos casos en que la muestra de sujetos es reducida o cuando la edad de los mismos dificulta el uso de cuestionarios escritos. Entre los inconvenientes o dificultades de las entrevistas se suelen considerar los siguientes: a) el tiempo y el trabajo que requiere su aplicación dificulta su uso en muestras amplias de sujetos, b) resulta difícil generalizar los resultados obtenidos, ya que las respuestas son personales y subjetivas, c) no puede ser utilizada de manera habitual por los propios profesores, como parte de su trabajo habitual, debido a que se trata de una técnica compleja que requiere un sofisticado proceso de preparación, desarrollo y análisis de la información.

La principal dificultad de la entrevista es el proceso de análisis de la información recogida, ya que requiere: a) utilizar instrumentos para organizar la información: tablas, cuadros, matrices, mapas de conceptos,...; b) establecer categorías de respuestas, en las cuales se sintetizan los datos; c) proceder a la organización y comunicación de los resultados. En cualquier caso, habitualmente se combinan con otro tipo de instrumentos, tratando de aprovechar las ventajas que aquellas presentan y de soslayar los inconvenientes que se le achacan. En nuestra investigación las hemos utilizado con un número reducido de sujetos, a modo de instrumento complementario, en la fase previa al diseño de cuestionarios que luego se han aplicado en muestras numerosas.

### 6.4. La observación

Es una técnica que pretende obtener datos de una persona en su ambiente natural, no influyendo en la realidad de este. Recurrimos a esta técnica, por ejemplo, cuando el profesor o algún investigador externo se

sitúan como observadores de los procesos que ocurren en el aula. La observación puede ser ocasional y centrarse en apreciar cómo el alumno se desenvuelve en la clase y desarrolla sus tareas. Pero, esta observación adquiere tanto más valor cuanto más sistemática, continua y metódica sea. Para ello debe apoyarse sobre una serie de instrumentos que utiliza el observador como medio para guardar la información recopilada, tales como los formularios de registros, el diario de clase o la grabación de sesiones, que se comentan a continuación. Tales tipos de instrumentos, aunque tienen características diferentes, no son incompatibles entre sí. Más bien deben considerarse complementarios, siendo a menudo frecuente el que se utilicen varios de ellos a la vez. Es evidente que, en algún momento de la evaluación, el profesor o investigador debe determinar a quién se observará, en qué condiciones se hará y cuáles son las conductas que deben registrarse. En algunos casos, las decisiones se toman antes, mientras que en otras se toman después. De ahí que el tipo de técnica o instrumento que acompañe a la observación sea un factor crucial que debe elegirse cuidadosamente en función del tipo de estudio que se realice.

#### ➤ **Formularios de registros**

Consisten en hojas o fichas en las que se recoge, de modo más o menos estructurado, los datos que el observador va delimitando durante la observación. La forma de registro de datos en los formularios puede adaptarse a cualquiera de las modalidades que hemos visto para los cuestionarios, aunque hay otras posibilidades. Lo más usual es que se diseñe bajo la modalidad de valoración de escalas en un formato de fichas de doble entrada en el que las filas suelen corresponder a los distintos alumnos y las columnas a distintas conductas que se quieren observar. También es posible aplicar este método a la observación del profesor, en cuyo caso el formulario se parece mucho a un cuestionario tipo Likert.

#### ➤ **El diario de clase**

Este instrumento va dirigido, sobre todo, al caso en el que es el propio profesor el que observa lo que ocurre en su aula, en cuyo caso, no puede más que recoger algunas notas durante las sesiones, que más tarde puede desarrollar y ampliar fuera del aula. El diario puede servir no sólo para registrar anotaciones de observaciones hechas sobre los alumnos, si no que puede servir también para registrar incidencias de clase, contenidos abordados, dificultades que surgieron para los alumnos, reflexiones o, incluso, estados de ánimo del profesor. De ahí que no sea exclusivo de la observación, pues tiene una proyección mucho más general.

#### ➤ **La grabación de las sesiones**

Se trata de grabar las sesiones de aula mediante audio o, mejor aún, mediante vídeo. Realmente, en este caso, la observación no se produce “in situ”, sino posteriormente. El observador analiza el resultado de la grabación, teniendo este método la ventaja de poder repetir el proceso cuantas veces desee el profesor o investigador. Normalmente, en estos casos el contenido de las cintas es volcado y transcrito sobre papel en segunda instancia, tras lo que, al final, el profesor-investigador dispone de una copia literal escrita de lo acontecido en el aula.

### **6.5. Análisis de contenido y otros instrumentos**

El análisis de contenido consiste en una serie de técnicas destinadas a analizar ciertas características de la comunicación verbal, sea escrita u oral (Sandín, 2003). En este sentido, puede considerarse una técnica

con estatus propio, por ejemplo, cuando se investiga el contenido de un libro de texto, las programaciones y memorias de los departamentos didácticos o los apuntes y notas de los alumnos en clase. Pero también puede considerarse como una técnica complementaria con algunas de las que hemos visto antes, ya que las transcripciones de las entrevistas o de las observaciones realizadas en clase pueden ser susceptibles también de un análisis de este tipo.

En el análisis de contenido –independientemente del objeto a analizar– es preciso definir una unidad de análisis, que puede consistir en palabras, frases completas, párrafos, lecciones, dibujos, actividades concretas, problemas, etc. Una vez definida la unidad de análisis, se debe fijar las dimensiones o variables a analizar. Es decir, se debe delimitar sobre qué aspectos vamos a incidir a la hora de evaluar los resultados. El proceso de análisis puede realizarse a veces con el apoyo de un cuestionario o ficha en el que los ítems son las dimensiones consideradas y las posibles respuestas las categorías y subcategorías definidas.

En este tipo de investigaciones es frecuente que los criterios que se utilizan (dimensiones, categorías, etc.) se modifiquen paulatinamente a medida que la investigación avanza. Ello es inevitable e incluso un síntoma saludable de la marcha del proceso, al sugerir que el investigador va aprendiendo durante el proceso. Al igual que otros métodos basados en apreciaciones personales, esta técnica no está libre de efectos subjetividad al depender el proceso de la interpretación personal del profesor/investigador. A continuación, se comentan algunos elementos que pueden ser sometidos al análisis de contenidos en proyectos de innovación o investigación educativa en ciencia y tecnología.

#### ➤ **Libros de texto y páginas Web**

El caso más típico de este tipo de estudios es el del *análisis de los libros de texto*, tarea que puede ser objeto de investigación formal por parte del profesorado, o también puede ser objeto de su trabajo rutinario a la hora de seleccionar cuál le gustaría implantar para sus alumnos. Son ejemplos de unidades de análisis en libros de ciencias y tecnología las secuencias de contenidos, el tipo de ejercicios y problemas resueltos, el uso de esquemas y mapas conceptuales, el uso de analogías, el acceso a simulaciones de ordenador, el diseño de proyectos y trabajos prácticos, etc. Otros elementos que pueden someterse a un análisis de contenidos –similar al de los libros de texto– son las páginas Web de contenidos educativos sobre una materia científica o técnica.

#### ➤ **Resolución de problemas**

En materias de carácter científico o tecnológico se utilizan, tanto en la evaluación del aprendizaje como en la investigación educativa, tareas de *resolución de problemas*, que pueden variar en su grado de complejidad desde ejercicios básicos hasta problemas considerados como pequeñas investigaciones. La resolución de problemas en general es un instrumento bastante potente para evaluar el conocimiento, tanto de conceptos como de procedimientos y destrezas de los alumnos, en cualquier momento del proceso de aprendizaje. La mayoría de los problemas que aparecen en los libros de texto y en las pruebas de examen pueden incluirse en la categoría de cuestiones abiertas ya que tales problemas presentan una situación (más o menos compleja) y formulan una o varias preguntas relacionadas normalmente con la aplicación de los conocimientos teóricos sobre una materia, junto con las habilidades de análisis, control de variables y cálculo.

#### ➤ **Pruebas combinadas (exámenes)**

Al investigar los procesos educativos no siempre se aplica una sola herramienta, sino que se pueden

combinar diferentes instrumentos, como medio de intentar disponer de una información más precisa, a partir de la cual extraer conclusiones más fiables. Un caso típico bien conocido de pruebas combinadas son los *exámenes*, que son pruebas utilizadas por el profesorado para valorar el nivel de aprendizaje y el alcance de objetivos en torno a un bloque de contenidos de su materia. En una evaluación formativa y de carácter integrador se debe evitar el examen tradicional de tipo único, lo cual exige que las pruebas a utilizar sean variadas (escritas, orales,...) y estén integradas por diferentes tipos de preguntas o tareas (cuestiones cerradas y abiertas, ejercicios o problemas, mapas conceptuales, etc.). Tales pruebas deben destinarse a evaluar no sólo conceptos, sino también destrezas o procedimientos y actitudes.

### ➤ **Análisis de trabajos realizados por los alumnos**

El análisis de trabajos escolares, presentados verbalmente o por escrito, constituye un procedimiento complementario adecuado para llevar a cabo la evaluación del proceso de aprendizaje. En el marco amplio de los trabajos escolares se pueden incluir las *memorias de trabajos prácticos*, *los informes sobre el diseño y desarrollo de proyectos*, *el cuaderno de trabajo* o portfolio del alumno (que puede incluir apuntes, diario de clase, tareas de aula y de casa, esquemas o resúmenes, etc.), *presentaciones por ordenador*, *carteles o posters* y *trabajos escritos* de todo tipo (Harlem 1989).

## 7. BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN: FUENTES BIBLIOGRÁFICAS Y BASES DE DATOS

Antes de elaborar un proyecto de innovación o de investigación educativa es importante saber qué han hecho previamente otras personas con respecto al tema de interés para nuestro trabajo. Esos conocimientos previos, que han de adquirirse a través de la búsqueda bibliográfica, pueden servirnos para evaluar si nuestra línea de actuación está bien encaminada o para enfocar nuestro proyecto a través de alguna de las líneas ya existentes en didáctica de la ciencia o la tecnología, lo cual nos ayudará a acotar y delimitar el problema con el que queremos trabajar. También puede servir para saber qué se ha hecho y qué queda por hacer en ese campo, o para familiarizarnos con los métodos y procedimientos de innovación y/o investigación que otros han seguido.

Las fuentes de información que nos permiten acceder a los antecedentes bibliográficos sobre cualquier tema a investigar pueden ser de dos tipos (Sierra, 1997; Oliva, 2003).

I) *Fuentes primarias*: Revistas especializadas, libros, actas de Jornadas y Congresos, informes y memorias de innovación o de investigación, tesis doctorales y archivos.

II) *Fuentes secundarias*: Catálogos de fichas-resumen de trabajos (abstracts), revisiones bibliográficas realizadas por otros autores, reseñas de artículos, índices y guías, citas de citas, etc.

En las fuentes primarias disponemos directamente de la información que han proporcionado sus autores, mientras que en las fuentes secundarias nos encontramos con versiones que dan de esa información otros autores que las han consultado. Es evidente que siempre es preferible una fuente primaria a una fuente secundaria. No obstante, a veces es preciso recurrir a esas segundas fuentes, sobre todo en los primeros pasos de nuestra búsqueda o cuando resulta muy difícil o imposible el acceso a los originales. En este último caso, esa información debe considerarse solamente como algo provisional, a la espera de encontrar las fuentes originales. En principio, salvo excepciones, sólo deberíamos fiarnos de estas fuentes secundarias cuando su contenido es ya ampliamente conocido y consensuado por todos.

A la hora de acceder a las fuentes de información bibliográfica podemos usar varios caminos como la adquisición personal de documentos (suscripción a revistas, comprar libros, fotocopiar textos, etc.), la búsqueda en bibliotecas y centros de documentación, o el acceso a bases de datos telemáticas. Lógicamente, un profesor o investigador no puede necesariamente estar suscrito personalmente a las revistas que lee de forma asidua, ni tiene por qué adquirir a nivel personal los libros de consulta. De ahí que, independientemente de que por sus gustos personales el investigador disponga de una buena colección de títulos, lo aconsejable es que termine recurriendo a las otras vías de acceso comentadas. En este sentido, podemos encontrar numerosos títulos en las bibliotecas universitarias, en las Facultades de Ciencias de la Educación y en los Centros de Profesores, aunque la mayoría de las revistas de investigación educativa ya se encuentra accesibles desde Internet (Anexo 1).

Los *centros de documentación* son centros que normalmente cuentan con una biblioteca especializada sobre un área, pero tienen además la ventaja de poner a disposición de los usuarios otras formas de acceso a la información, como son algunos tipos de documentos secundarios (catálogos y abstracts o fichas-resumen de publicaciones) o también los sistemas telemáticos. Estos últimos consisten en los sistemas de almacenamiento y acceso a la información que proporcionan las nuevas tecnologías, especialmente las bases de datos accesibles a través de Internet.

Con la irrupción de Internet se ha revolucionado el mundo de la documentación científica y educativa. Ahora casi todas las revistas tienen ya su propia página Web, pudiendo a través de ella consultar los resúmenes o abstracts de los números periódicos que publica. A los suscriptores se le permite además el acceso o-line a los contenidos completos de los todos los artículos de la revista.

➤ **CD-ME:** <http://www.educacionyfp.gob.es/servicios-al-ciudadano/publicaciones/centro-documentacion.html>

El Centro de Documentación del Ministerio de Educación (antes denominado Centro de Investigación y Documentación Educativa o CIDE) es un centro importante de documentación educativa cuyo principal objetivo es mejorar la calidad de la enseñanza, en coordinación con otras unidades del Ministerio, con otras Administraciones Educativas del Estado Español y con organizaciones, gubernamentales o no, de ámbito nacional o internacional. El Centro de Documentación recopila y difunde información de interés en el ámbito de la enseñanza superior. La documentación recopilada consta de informes, documentos sin publicar, ponencias, artículos de revista, etc. Además, cuenta con recursos de elaboración propia como resúmenes y dossieres. Su actividad fundamental es la difusión selectiva de información mediante el envío de novedades sobre la aparición de documentos e informaciones relacionados con esta materia. Ofrece numerosos servicios tales como el préstamo de documentos, la información sobre novedades bibliográficas y el acceso on-line a numerosos documentos y recursos.

La colección de documentos del Centro de Documentación está integrada en el Catálogo de la Biblioteca de Educación (<http://biblioteca-central.educacion.gob.es/>). Este catálogo en línea permite la búsqueda y localización de los registros bibliográficos del fondo de la Biblioteca y Centro de Documentación, poniendo a disposición una gran cantidad de documentos sobre educación (libros, artículos de revista, documentos - ponencias, estudios, informes, folletos-), muchos de los cuales son recursos electrónicos accesibles en línea.

➤ **REDINET** (<http://www.mec.es/redinet2/html/>)

Es una Base de datos de investigaciones e innovaciones educativas realizadas en España, del Ministerio de Educación, accesible desde la Biblioteca de Educación antes citada.



➤ **DIALNET** (<http://dialnet.unirioja.es/>)

Una forma fácil de acceder a los sumarios o índices de las revistas educativas en español es entrar en la base de datos telemática **Dialnet**, que es un portal de difusión de la producción científica hispana. Para hacer uso de Dialnet es necesario registrarse para suscribirse a los servicios de alerta y acceder a otras opciones personalizadas. Los usuarios registrados pueden seleccionar revistas y recibir alertas electrónicas con el sumario de las mismas a medida que se publiquen nuevos números. Al entrar en Dialnet y pulsar la opción Revistas se accede a un amplio catálogo de publicaciones, a las que se puede acceder por categorías de áreas de investigación o por orden alfabético. Al entrar en una revista se accede a los sumarios catalogados por años y números, pudiendo acceder a fichas-resumen de los trabajos o descargar (en muchas ocasiones) los artículos completos.

➤ **GOOGLE ACADÉMICO**: <http://scholar.google.es/>

Es un buscador de Internet elaborado por la Compañía Google que permite acceder a una gran cantidad de datos sobre publicaciones en todas las áreas de conocimiento, incluyendo las ciencias de la educación. Se pueden buscar referencias bibliográficas de trabajos publicados en todos los idiomas (incluido el español), accediendo por autores, revistas o palabras clave.

➤ **CREDI** (<http://www.oei.es/credi.htm>)

El Centro de Recursos Documentales e Informáticos de la Organización de Estados Iberoamericanos (CREDI), es un servicio de documentación e información especializado en educación iberoamericana, con un fondo en incremento en las áreas de administración y política científica y cultural. Constituye una red formada por cinco servicios de similares características ubicados en diferentes sedes de varias ciudades iberoamericanas (Madrid, México DF, Buenos Aires,...).

➤ **ERIC** (<http://www.eric.ed.gov/searchdb/searchdb.html>)

Es la Base de Datos del Centro de Información sobre Investigación Educativa (ERIC) dependiente del gobierno de Estados Unidos. Contiene un número muy amplio de referencias bibliográficas de artículos de revistas y resúmenes de investigación (en lengua inglesa). Dispone de sistemas de búsqueda básicos y avanzados, accediendo a esta aplicación mediante el enlace antes citado.

➤ **TESEO** (<https://www.educacion.gob.es/teseo/>)

Es una base de datos de tesis doctorales, que aporta un cómodo sistema de búsqueda basado en distintos campos alternativos (autores, títulos o palabras clave). Desde aquí podemos consultar los títulos y resúmenes de todas las tesis doctorales leídas en España desde hace varias décadas. La búsqueda se puede realizar en función de distintos campos (autores, universidad, palabras clave, etc.).

➤ **BDS-CBUC** (<http://sumaris.cbuc.es/>)

Un instrumento de acceso a los sumarios de revistas, parecido a Dialnet, es la Base de Datos de Sumarios del Consorcio de Bibliotecas Universitarias de Cataluña (CBUC), que permite acceder a los índices

de un número más amplio de publicaciones periódicas que Dialnet, pero no se puede acceder a los resúmenes o a los artículos completos.

Otras bases de datos, desde las que se puede acceder a información sobre publicaciones periódicas en el campo educativo se exponen a continuación con sus enlaces a internet.

- ACADEMIC JOURNALS DATABASE: <http://www.journaldatabase.org/>
- DICE (Csic-Cindoc-Aneca): <http://dice.cindoc.csic.es/>
- DOAJ (Directory of Open Access Journals): <http://www.doaj.org/>
- LATINDEX (Revistas Educativas de Iberoamérica): <http://www.latindex.unam.mx/>
- REDALYC (Red de Revistas Científicas): <http://redalyc.uaemex.mx/>
- ULRICH'S (Base de datos internacional): <http://www.ulrichsweb.com/ulrichsweb/>
- E-REVISTAS (revistas electrónicas): <http://www.erevistas.csic.es/>
- IRESIE (Banco de datos de la UNAM, México): <http://www.iisue.unam.mx/>

Desde la mayoría de las bases de datos citadas (por ejemplo, DIALNET) se puede acceder a los índices de numerosas revistas de educación y de didáctica de las ciencias o de la tecnología, tanto españolas, como iberoamericanas e internacionales, indicando en la mayoría de los casos el enlace a la página Web de las revistas indexadas. En el tema siguiente se analizarán algunas revistas que son interesantes para el profesorado de ciencia y tecnología que pueda estar interesado en la innovación o la investigación educativa.

## 8. EL ANÁLISIS DE ARTÍCULOS DE REVISTAS COMO INSTRUMENTO DE FORMACIÓN DOCENTE E INVESTIGADORA

Un profesor de ciencia o tecnología que se involucre en proyectos de innovación educativa tenderá con el tiempo a tratar de difundir o publicar los resultados de su trabajo. Pero antes de publicar un trabajo en una revista es necesario leer muchos artículos y aprender a analizarlos, realizando un registro adecuado de los datos más relevantes incluidos en tales trabajos. Por ello, a continuación, se exponen algunos aspectos básicos a tener en cuenta en el proceso de análisis de artículos y publicaciones de carácter educativo.

### 8.1. Tipos de artículos

En primer lugar, hay que indicar que existen *diferentes tipos de artículos* a desarrollar dentro del campo de la educación científico-técnica:

- **Artículos teóricos.** Que a su vez pueden ser:
  - a) *Fundamentación didáctica.* Que versan sobre los enfoques teóricos existentes a la hora de orientar las investigaciones e innovaciones educativas al uso, o bien sobre revisiones bibliográficas de estudios realizados anteriormente por otros autores.
  - b) *Carácter crítico.* Que sirven para valorar y emitir juicios de valor sobre distintos aspectos de la enseñanza de la tecnología, sobre libros de texto y otros medios utilizados en la comunicación

científico-técnica o sobre la estructura del propio sistema educativo con objeto; todo ello con objeto de contribuir constructivamente a una posible mejora de la situación actual.

c) *Profundización científico-técnica en el área*: Que tratan de analizar aspectos de la evolución histórica del conocimiento científico y tecnológico, a clarificar nociones complejas de las distintas ciencias o a comunicar de forma divulgativa avances recientes en el desarrollo de la Ciencia o la Tecnología.

➤ **Artículos sobre estudios de campo**. Que a su vez pueden ser:

a) *Análisis de dificultades y/o diagnóstico de enseñanza/aprendizaje*. Que intentan poner al descubierto cuáles son las causas principales que dificultan los procesos de educación tecnológica, dentro y fuera del aula, o simplemente analizar una situación determinada.

b) *Estudios sistemáticos de aplicación/evaluación*. Con los que se pretende aportar datos cualitativos o cuantitativos rigurosos sobre los resultados obtenidos tras la realización de determinadas experiencias didácticas o de divulgación.

c) *Valoraciones informales de experiencias realizadas*. Semejantes a los anteriores, pero en los que la valoración realizada es mucho más subjetiva y personal al no disponer de datos fidedignos procedentes de una evaluación fiable.

➤ **Artículos sobre propuestas didácticas**. Que a su vez pueden ser:

a) *Propuesta de recursos*. Que sirven para proponer recursos novedosos para la enseñanza/divulgación de las ciencias, por ejemplo: experimentos curiosos, trabajos prácticos, ejemplos, analogías, problemas, etc.

b) *Propuesta de modelos de intervención*. En este caso, la propuesta se mueve a un nivel más teórico, delimitando marcos generales que pueden ayudar a encuadrar las experiencias más concretas de intervención en el aula: enfoques generales de enseñanza o divulgación, formas de agrupar a los alumnos, teorías del aprendizaje, etc.

c) *Propuestas de secuenciación curricular*. Que sugieren otras formas alternativas a la tradicional de ordenar temporalmente con los contenidos.

Es obvio que esta clasificación es sólo aproximada y no pretende compartimentar la naturaleza de una aportación. Por el contrario, lo habitual es que un determinado artículo aborde más de uno de los puntos señalados.

## 8.2. Elementos de un artículo basado en datos empíricos

El análisis de artículos y la elaboración de fichas bibliográficas de cada artículo analizado es una práctica muy interesante para la formación investigadora del profesorado innovador. Generalmente, al analizar un artículo de investigación didáctica, que no sea sólo teórico, sino que esté basado en la recogida de datos experimentales (como puede ser un estudio de campo o el desarrollo de una propuesta didáctica) nos vamos a encontrar con una estructura del tipo siguiente:

➤ **Datos básicos iniciales:**

Título, datos identificativos de los autores, resumen y palabras clave. En la mayoría de las revistas españolas se debe incluir también la versión inglesa del título, del resumen y de las palabras clave.

➤ **Introducción:**

Incluye, como mínimo, la contextualización del trabajo y la formulación del problema o cuestiones iniciales a indagar por el investigador. Por ejemplo, en el trabajo de Díaz Pozo y Cervantes (2009) sobre el análisis de las prácticas pedagógicas del profesorado argentino de tecnología, se plantean las siguientes cuestiones: *¿En qué fundamentan los profesores en activo la selección y la secuenciación de los contenidos a enseñar? ¿Qué dificultades manifiestan los profesores en activo para trabajar los contenidos de Tecnología? ¿Cuáles son las estrategias que utiliza el docente para la enseñanza del área?*

➤ **Fundamentación, marco teórico o marco de referencia:**

Se trata de delimitar las finalidades del trabajo, de justificar su interés e importancia y, si es posible, de relacionarlo con los antecedentes bibliográficos que se hayan encontrado.

➤ **Propuesta didáctica** (Opcional/depende del tipo de trabajo):

En caso de que el artículo esté relacionado con el desarrollo de una propuesta didáctica se deben describir las bases de la propuesta metodológica, la estrategia de enseñanza o el recurso que se utiliza. Una vez analizada la propuesta en líneas generales, conviene concretarla desarrollándola con cierto detalle y ejemplificándola convenientemente. En el caso de estudios de campo centrados, por ejemplo, en el análisis de dificultades de aprendizaje (concepciones, motivaciones,...) no se incluye este apartado.

➤ **Metodología:**

En todo trabajo empírico (ya sea un estudio de campo o la evaluación de una propuesta didáctica) es necesario describir las muestras de sujetos que han participado, los procedimientos e instrumentos de recogida de datos, el procesamiento de datos y el análisis de resultados (indicando si han usado métodos cualitativos o cuantitativos de análisis).

➤ **Conclusiones o síntesis final:**

Siempre se incluye un apartado final en el que se muestran las conclusiones e implicaciones didácticas del estudio y que se establece un puente con trabajos futuros en el mismo campo.

➤ **Bibliografía**

Ninguna investigación didáctica parte de cero. Siempre existen trabajos precedentes de carácter teórico o empírico que sirven de base o soporte al desarrollo del trabajo. En las referencias bibliográficas finales se citan los datos básicos de tales trabajos.

➤ **Anexos** (opcional)

En muchos estudios de campo que utilizan cuestionarios o entrevistas para explorar algún tema educativo se incluyen tales instrumentos como anexos finales del trabajo. En las propuestas didácticas también se incluyen, a veces, como anexos, una serie de elementos (por ejemplo, los tipos de actividades,...) que permiten al lector hacerse una idea más clara de tales propuestas.

### 8.3. Registro de lecturas y elaboración de fichas bibliográficas

Además de ser útil para encontrar pistas sobre qué pasos debemos dar en nuestra investigación, la bibliografía consultada es necesaria también para elaborar el informe final de la misma. En dicho informe, resulta imprescindible citar aquellos trabajos más relevantes que hemos consultado y han sido básicos para nuestro estudio.

Es evidente que no deberíamos confiar en nuestra memoria a la hora de almacenar toda la información bibliográfica que vamos acumulando a medida que avanza nuestro proyecto. Por ello, es preciso ir recogiendo esa información poco a poco, mediante algún instrumento, con el fin de que quede almacenada y dispuesta en cualquier momento para su consulta. Como instrumento de registro se aconseja la elaboración de fichas bibliográficas, ya sea en formato manual o bien en formato electrónico a través de alguna base de datos (Sierra, 1997).

Existen diversas formas de elaborar fichas, pero en general se recomienda utilizar fichas de cartulina de tamaño 12,5 x 20 cm (disponibles en formato rayado en papelerías), aunque también puede servirnos para ello las fichas de tamaño 10 x 15 cm. Para cada referencia es preciso elaborar una ficha independiente, si bien con frecuencia se necesita más de una cartulina para cada trabajo. La primera ficha de una referencia debe contener la información bibliográfica completa, de modo que el investigador no tenga que remontarse a la publicación cuando esté preparando el listado final de referencias del trabajo. También es interesante que contenga algunas palabras claves que faciliten su clasificación y búsqueda.

El cuerpo del texto de la ficha debe contener solamente un breve resumen. Para ello puede aprovecharse el propio Sumario o Abstracts que recoge la revista, y todo lo más añadir algunos comentarios o citas textuales (entre comillas y con anotación de la página del original), en caso de que se piense que la referencia pueda ser determinante para el futuro de nuestro trabajo. En el Anexo 3 se muestra un ejemplo concreto de ficha bibliográfica.

Las fichas deben ser clasificadas según sus temáticas y guardadas en ficheros. Si la ficha se elabora a través de una base de datos, ello tiene ventajas a la hora de indexarlos o clasificarlos –lo cual puede hacerse de distintas formas a la vez- y también a la hora de realizar búsquedas. Pero tiene también todos los inconvenientes inherentes a esta forma de almacenaje.

## 9. VÍAS DE APOYO A LA INNOVACIÓN Y LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

La Ley de Educación Andaluza (LEA), elaborada por la Junta de Andalucía (2007), en su artículo 19 establece la formación permanente del profesorado como un derecho y una obligación de los profesores y profesoras. Por ello la administración educativa andaluza se compromete a realizar una oferta periódica de actividades formativas que sea diversificada y adecuada a las líneas estratégicas del sistema educativo, a las necesidades demandadas por los centros en este ámbito y al diagnóstico de necesidades que se desprendan de los planes de evaluación desarrollados. Las actividades de formación permanente del profesorado tendrán como objetivo el perfeccionamiento de la práctica educativa, de forma que incida en la mejora de los rendimientos del alumnado y en su desarrollo personal y social, a través de la atención a sus peculiaridades y a la diversidad del mismo.

Las modalidades de formación del profesorado previstas por la administración educativa tratarán de favorecer el aprendizaje de las buenas prácticas docentes, el intercambio profesional y la difusión del

conocimiento que contribuya a la creación de redes profesionales. Las estrategias formativas intentarán estimular el trabajo cooperativo a través, fundamentalmente, de la formación en centros y de la autoformación, y tendrán en cuenta los distintos niveles de desarrollo profesional del profesorado. Por ello la administración educativa promoverá la colaboración con las universidades y con otras instituciones públicas o privadas para desarrollar actuaciones en esta materia.

En este contexto de mejora de la formación permanente del profesorado, se han puesto en marcha en los últimos años una serie de programas y convocatorias oficiales que permiten entrar en contacto con la innovación y la investigación educativa al profesorado de ciencia y tecnología de enseñanza secundaria. A continuación, se describen las principales vías de acceso a la innovación que cuentan con algún tipo de apoyo oficial.

En primer lugar, el profesorado tiene la posibilidad de participar en “*proyectos de formación en centros*” de diferentes tipos y temáticas, lo cual está contemplado en la Ley de Educación de Andalucía y en normativa posterior (CEJA, 2009). Tales proyectos son remitidos por la dirección de los centros docentes a la Administración Educativa, que tiene la posibilidad de aprobarlos y ofrecerles la ayuda necesaria para su puesta en marcha. Estos proyectos pueden ser de carácter general, afectando a profesores de diferentes áreas y materias (formación en el uso de las TICs, atención a la diversidad del alumnado, pedagogía de la convivencia, etc.), o pueden ser proyectos propuestos por el profesorado de un mismo departamento o de un macro-área, integrada por disciplinas relacionadas entre sí (ciencias experimentales, tecnología, matemáticas, etc.).

En segundo lugar, hay que mencionar las convocatorias de *Grupos de Trabajo* que realizan los Centros de Profesores de cada provincia, orientadas a formar grupos estables capaces de desarrollar líneas de trabajo que favorezcan la formación permanente en equipo y la mejora de la práctica docente. La integración del profesorado en tales grupos puede ser el primer paso para entrar en contacto con el mundo de la innovación o la investigación educativa y puede aportar un marco interesante para la tarea de fundamentación, diseño y evaluación de las innovaciones, contando con la ayuda y el asesoramiento de especialistas en el tema abordado.

En tercer lugar, los profesores innovadores de Andalucía pueden participar en la *convocatoria de proyectos de investigación e innovación educativa* de la Consejería de Educación. Dicha convocatoria suele ser anual (publicada en BOJA, en enero generalmente) y permite proporcionar ayudas al profesorado de centros docentes, de niveles de enseñanza no universitarios, para la realización de proyectos de investigación e innovación educativa y de elaboración de materiales curriculares, que pueden realizarse en el período de uno o varios cursos académicos.

Según la última convocatoria, tales proyectos deberán identificar una cuestión o problema relacionado con la práctica educativa, la dinámica del aula y/o la organización y el funcionamiento del centro, proponiendo su análisis mediante estrategias o métodos de trabajo, buscando soluciones o líneas de mejoras contrastadas y aplicables en los propios centros. En cualquier caso, en su planteamiento y desarrollo, los proyectos deberán contemplar y promover la reflexión del profesorado sobre su propia práctica, el trabajo en equipo, dentro del marco de la autonomía pedagógica y organizativa de los centros docentes. También se debe indagar sobre la variedad de situaciones de aprendizaje que se producen en el aula, y la adopción de medidas que den respuestas ajustadas a esta diversidad. En esta modalidad pueden participar profesores universitarios, como integrantes del equipo de trabajo, pero no pueden figurar en la coordinación o dirección del proyecto, ya que la temática debe estar centrada en problemas educativos de la enseñanza no universitaria. En concreto, los temas prioritarios para el desarrollo de este tipo de proyectos de investigación e innovación educativa, según la citada convocatoria son los que se citan en la tabla siguiente:



### ***Temas de interés prioritario para la innovación educativa en Andalucía***

<b>Proyectos de Investigación educativa</b>	<b>Elaboración de materiales curriculares y recursos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- La investigación desde la perspectiva de género.</li> <li>- El desempeño de la dirección en los centros educativos.</li> <li>- La enseñanza de las diferentes materias instrumentales.</li> <li>- La puesta en práctica de las tecnologías de la información y la comunicación.</li> <li>- Implicaciones del uso intensivo de las TIC en los centros.</li> <li>- La enseñanza y la comunicación en otras lenguas.</li> <li>- La atención a la diversidad y a la interculturalidad.</li> <li>- Convivencia y escuela espacio de paz.</li> <li>- Integración de temáticas transversales: salud, medio ambiente, consumo y otros.</li> <li>- Investigación en proyectos lectores y bibliotecas escolares.</li> <li>- Investigación en procesos de enseñanza-aprendizaje.</li> <li>- Nuevas formas de organización y funcionamiento de los centros.</li> <li>- Organización y secuenciación de los contenidos curriculares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de la convivencia escolar.</li> <li>- Atención educativa del alumnado inmigrante.</li> <li>- Atención al alumnado con necesidades educativas especiales.</li> <li>- Compensación educativa y solidaridad.</li> <li>- Orientación educativa.</li> <li>- Fomento del plurilingüismo.</li> <li>- Acogida del alumnado inmigrante adulto, mantenimiento de su cultura de origen y aprendizaje del español</li> <li>- Igualdad entre hombres y mujeres en la educación.</li> <li>- Integración de temáticas transversales: salud, medio ambiente, consumo y otros.</li> <li>- Tecnologías de la información y la comunicación.</li> <li>- Bibliotecas escolares y proyectos lectores.</li> <li>- Otros materiales para la innovación educativa.</li> </ul>

Otras vías de acceso del profesorado a la innovación docente y la investigación educativa son: 1) Las convocatorias de *premios y certámenes de investigaciones e innovaciones* ya realizadas, como por ejemplo los Premios Nacionales a la innovación educativa, que convoca anualmente el MEC a nivel de todo el estado; 2) Convocatoria anuales de la Administración Educativa sobre *ayudas para actividades de formación permanente* del profesorado, que si bien no va destinada a la adquisición de materiales, sí inciden en un capítulo importante de la investigación como es la participación del profesorado en congresos y jornadas en las que se comunican los resultados de la misma; 3) Convocatorias periódicas de *licencias por estudios*, que requieren la realización de un proyecto de trabajo durante el periodo de licencia; 4) Ayudas para el desarrollo de *Proyectos Educativos Europeos* en el marco del Programa Sócrates-Comenius.

Finalmente, el profesorado de ciencia y tecnología de secundaria que quiera adquirir un mayor grado de compromiso con la investigación educativa puede conectarse a un *grupo de investigación universitario*, que desarrolle una línea de trabajo relacionada con la investigación didáctica de carácter general o específica, con vistas a participar en proyectos de innovación o de investigación financiados por organismos públicos (Universidad, Gobierno de la Comunidad Autónoma, Estado Español o Unión Europea) o para desarrollar una *tesis doctoral* sobre un tema educativo. En este sentido hay muchas universidades que organizan programas de Postgrado (másteres y estudios de doctorado) que permiten a sus participantes alcanzar el grado de doctor en ciencias de la educación o en didáctica específica de la ciencia o la tecnología, que es el máximo nivel académico que puede alcanzar una persona interesada por la investigación educativa.

## 10. ELABORACIÓN DE PROYECTOS EDUCATIVOS E INFORMES DE INVESTIGACIÓN

### 10.1. Elementos básicos de los proyectos educativos

Cualquier proceso de innovación o investigación debe ser pensado y planificado de antemano (Solomon, 1989). Unas veces dicho plan se establece formalmente en forma de proyecto de trabajo, y otras se realiza de una manera informal, no siempre escrita, aunque igualmente sujeta a un conjunto de decisiones más o menos claras y explícitas. De cualquier modo, lo usual ante cualquier experiencia innovadora es que ese plan de trabajo exista a modo de contrato previo, que uno establece con uno mismo y, en su caso, con la entidad que subvenciona la investigación. Este plan es lo que se denomina el proyecto de innovación o de investigación. En adelante supondremos la situación más deseable, es decir que se trata de un proyecto redactado de forma explícita, para presentarlo a alguna convocatoria y tratar de obtener una subvención. A continuación, se expone la estructura de los diferentes tipos de proyectos que pueden recibir ayuda en la convocatoria de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía (CEJA, 2009).

#### ➤ **Estructura de los proyectos de investigación**

1. Título del proyecto.
2. Elección del objeto o tema de investigación (justificación, relación con las líneas prioritarias de la convocatoria e hipótesis de trabajo).
3. Fundamentación y marco teórico en el que se sustenta la investigación.
4. Metodología (técnicas e instrumentos de recogida de datos y tratamiento de la información).
5. Resultados esperados.
6. Planificación (fases de trabajo, distribución de tareas y temporalización).

#### ➤ **Estructura de los proyectos de innovación educativa**

1. Título.
2. Resumen del proyecto (breve descripción de la innovación y aspectos más destacados de sus objetivos, metodología y actividades).
3. Justificación del proyecto (fundamentación, antecedentes e importancia para el centro).
4. Objetivos específicos que se pretenden alcanzar.
5. Contenido del proyecto.
6. Actuaciones a realizar y calendario previsto de aplicación.
7. Recursos económicos y materiales que se requieran (distinguiendo entre los que el centro o el propio profesorado aporta y los que se solicitan a la Consejería de Educación con la participación en la convocatoria) y compromisos de colaboración o financiación alcanzados, en su caso, con otras entidades.
8. Criterios e indicadores para evaluar el desarrollo del proyecto y el logro de los objetivos propuestos así como su incidencia en el centro.
9. Previsiones de consolidación en el futuro de las mejoras introducidas, una vez finalizado el proyecto.

➤ **Estructura de los proyectos de elaboración de materiales curriculares y recursos didácticos**

1. Título del proyecto.
2. Etapas, niveles educativos y tipo de alumnado al que va dirigido.
3. Descripción del material a elaborar o diseñar.
4. Tipo o tipos de soporte (impreso, informático, audiovisual u otros).
5. Aspectos innovadores de los materiales a realizar o diseñar.
6. Fundamentación pedagógica del proyecto.
7. Concreción de los objetivos, competencias básicas, contenidos, métodos pedagógicos y/o criterios de evaluación que se trabajarán en el material y su relación con el desarrollo de las materias y áreas del currículo.
8. Planificación, fases de desarrollo, proceso de validación del material y calendario del proyecto.
9. Método de trabajo del equipo, distribución de tareas entre el profesorado.
10. Posibilidades de aplicación, adaptación y generalización del material a otros centros y contextos educativos.
11. Otros aspectos que se considera oportuno destacar.

Como puede observarse, no existen muchas diferencias entre la estructura de los proyectos de investigación y los de innovación educativa, subvencionados por la Consejería de Educación, ya que en ambos casos hay que poner un título al proyecto, elegir un tema concreto para innovar o investigar y justificar o fundamentar esa elección. En el caso de los proyectos de investigación se concede más importancia a la descripción del marco teórico en que se sustenta la investigación y de la metodología empleada para la recogida de datos y tratamiento de la información, mientras que en los proyectos de innovación se pone más el acento en describir los objetivos, contenidos a desarrollar y actividades a realizar. En ambos tipos de proyectos hay que apuntar un avance de resultados esperados y hacer un esbozo de la planificación (actuaciones a realizar, temporalización prevista, etc.). En los proyectos de innovación hay que reflejar con mayor claridad los recursos económicos y materiales que se requieren para su realización, junto con los indicadores que permitan evaluar el desarrollo del proyecto y las previsiones futuras de consolidación de las mejoras introducidas en el desarrollo del proyecto.

En el caso de los proyectos de elaboración de materiales curriculares y recursos didácticos, también existen algunos elementos comunes con los dos tipos de proyectos citados anteriormente (investigación e innovación) como son el título y los fines del proyecto, su fundamentación pedagógica y la planificación de actividades o fases de desarrollo. Pero en este tipo de proyectos hay que precisar con claridad el tipo de alumnos a los que se dirige (etapa, nivel educativo,...), el tipo de material a elaborar, el tipo de soporte en el que se realizarán los materiales didácticos (impreso, informático, audiovisual u otros), los elementos innovadores que aportarán los materiales a diseñar y las posibilidades de aplicación, adaptación y generalización del material a otros centros y contextos educativos.

En los tres tipos de proyectos se requiere además incluir varios anexos para indicar los datos del personal que colabora en el proyecto y el presupuesto justificado de la ayuda económica o material que se solicita. En el caso de los proyectos de investigación, cada uno de los participantes debe adjuntar el *currículum*

*personal* que permita valorar previamente sus méritos como investigador, con arreglo a las siguientes especificaciones:

1. Datos identificativos (apellidos y nombre, DNI).
2. Líneas de investigación actuales (breve descripción).
3. Formación académica (estudios y titulaciones).
4. Participación en proyectos de investigación educativa (convocatorias, fechas y financiación).
5. Publicaciones (libros, capítulos de libro, artículos).
6. Contribuciones a congresos, jornadas, etc.
7. Participación en actividades y cursos de formación (como coordinación, ponente o asistente en los últimos cinco años).

## 10.2. Elaboración de informes y publicación de trabajos de innovación o investigación

Tras realizar un proyecto de innovación educativa es necesario elaborar una memoria o informe para dar cuenta del trabajo realizado a la institución que ha apoyado la realización de dicho proyecto (Solomon, 1998; García León, 2015). En general, los informes o memorias de tales proyectos deben recoger como mínimo los siguientes aspectos:

- Exposición de aspectos señalados en la fase de preparación (objetivos, justificación o fundamentación,...)
- Descripción de procedimientos seguidos durante la fase de desarrollo y presentación de los resultados obtenidos.
- Establecimiento de conclusiones generales y formulación de nuevas líneas de trabajo.

En el terreno educativo es importante que las experiencias e investigaciones se den a conocer al resto de la comunidad docente, para que otras personas puedan aprovechar los aspectos positivos de las mismas. Por tanto, los informes de proyectos realizados por profesores innovadores no deben quedar restringidos a documentos que se remiten sólo a la administración educativa, sino que es necesario transformarlos en otro tipo de documentos que puedan tener una mayor difusión. Se trata con ello de conferir a la tarea docente una dimensión científica semejante a la que tienen otras disciplinas, incluso las de carácter aplicado, como la medicina, la ingeniería, etc. En ellas sus profesionales suelen producir y compartir conocimientos teóricos y prácticos desde una visión colectiva, lo cual reporta altos beneficios para todos. Una posible clasificación de las vías de publicación existentes sería la siguiente:

- **Presentaciones icónicas:** Muchos encuentros y congresos celebran sesiones en las que los resultados de las experiencias e investigaciones se presentan gráficamente en modo póster. Los autores suelen permanecer a pié del mismo durante determinados períodos, dando aclaraciones y explicaciones a aquellos colegas que lo solicitan. Esta modalidad resulta idónea como campo de prueba antes de pasar a otro tipo de aportaciones que exijan mayor compromiso.
- **Presentaciones orales:** Como comunicación o ponencias en Jornadas, Encuentros, congresos, etc. Se trata de un segundo paso, en el que los autores se deciden a presentar y debatir su trabajo de forma oral ante otros colegas.
- **Trabajos escritos:** Como artículos en revistas, libros o capítulos de libros. Sin duda, constituye el modo de producción más elaborado ya que, sobre todo en el caso de los artículos de revista, los

trabajos han de pasar por un comité científico que los evalúa y selecciona. También, cada vez más, los encuentros y congresos suelen publicar libros de actas en los que se recogen resúmenes de las comunicaciones. Contribuir con una comunicación de este tipo puede ser un extraordinario entrenamiento para decidirse más adelante a escribir un artículo.

De tales vías de difusión o publicación de experiencias o investigaciones educativas, los artículos de revistas se consideran como el modelo más interesante de dar a conocer los resultados de tales trabajos. La publicación de artículos en una revista educativa, requiere desarrollar previamente un proceso de formación en el campo de la investigación didáctica, que incluye la adquisición de conocimientos en el campo de la fundamentación teórica (que es propio de cada área específica) y en el campo de la metodología de investigación.

### 10.3. Citas y referencias bibliográficas

Al leer un informe, un artículo o un libro de investigación didáctica, nos encontraremos frecuentemente con citas bibliográficas, que son referencias o llamadas a otros trabajos que avalan o han contrastado y/o fundamentado cierta información recogida en el texto. Por ejemplo, se introduce una cita cuando un autor desea afirmar algo que otros autores han confirmado de forma empírica, cuando sugiere alguna hipótesis razonable que cree que puede quedar mejor avalada por la opinión de otros, o cuando quiere mencionar otros trabajos semejantes al suyo. En general, se trata de apoyar las afirmaciones con fuentes documentales.

Existen distintos métodos para citar trabajos, aunque el más habitual en temas de educación es el que viene regido por la normativa A.P.A. (siglas que corresponden a las iniciales de American Psychological Association). Concretamente, éste es el criterio por el que se rigen muchas revistas de investigación en didáctica de las ciencias o de la tecnología, como puede ser el caso de la Revista Eureka cuyas reglas de publicación pueden encontrarse en la siguiente dirección de Internet:

<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/index>

En el Anexo 2, se formulan algunas orientaciones a tener en cuenta al realizar citas bibliográficas en un informe o artículo de investigación educativa.

## 11. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

En este documento se ha justificado la utilidad de la innovación docente para la formación del profesorado y para la mejora de la educación científico-técnica, sobre todo si se contempla la innovación como un proceso de investigación en el aula (Eliott, 1996). Para comenzar a innovar el profesor de ciencia y tecnología debe conocer los fundamentos teóricos básicos de la didáctica de tales materias y adquirir unos conocimientos de carácter metodológico, tales como el uso de instrumentos para la recogida de datos (cuestionarios, entrevistas,...) o la búsqueda y registro de información. También debe conocer las vías de apoyo a la innovación e investigación educativa, los elementos básicos a considerar en la elaboración de proyectos educativos y las principales formas de divulgar o dar a conocer los resultados de sus proyectos.

La innovación didáctica permite centrarse en problemas reales del aula, aprovechando toda la potencialidad de los instrumentos de fundamentación y evaluación que proporciona la investigación educativa, la cual ha evolucionado notablemente en los últimos años. También contribuye a dar un mayor interés a la tarea docente del profesor, al proporcionar nuevos alicientes, como es, por ejemplo, poder llegar a conferir una

dimensión científica a su trabajo. Finalmente, también beneficia de sus resultados a otros profesores, ya que la dinámica de la investigación es consustancial con la tarea de comunicar y divulgar sus resultados (Oliva, 2003).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M<sup>a</sup>.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2). En línea en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. Y HANESIAN, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México, D.F.: Trillas.
- BISQUERRA, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- CAAMAÑO, A. (2011). *Física y Química. Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona: Graó
- CASTILLEJO, J. y PONTES, A. (2008). Evaluación educativa en enseñanza secundaria. En A. PONTES (Coord.): *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de enseñanza secundaria* (Capit. 8). Servicio de Publicaciones de la UCO: Córdoba
- 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, N° 21, de 2-II-2009
- CERVERA, D. (2011). *Tecnología. Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona: Graó
- COHEN, L. y MANION, L. (2002). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- COLL, C., MARTÍN, E., MAURI, T. y ZABALA, A. (1999). *El constructivismo en el aula*. Barcelona. Graó.
- COOK, T. D. y REICHARDT, C.S. (1996). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Madrid: Morata.
- DRIVER, R. (1988) Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículum de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, pp. 109-120.
- ELLIOT, J. (1996). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.
- GIL PASCUAL, J.A. (2000). *Estadística e informática (SPSS) en la investigación descriptiva e inferencial*. Madrid. UNED.
- GILBERT, J (1995). La educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias*. 13 (1), 15-24
- GUTIÉRREZ, R., MARCO, B., OLIVARES, E. y SERRANO, T. (1990). *Enseñanza de las ciencias en la educación intermedia*. Madrid: Rialp.
- HARLEN, W. (1989). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata.
- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1990). *La ciencia de los alumnos*. Velez- Málaga: Elzevir.
- INHELDER, B. y PIAGET, J. (1983). *De la lógica del niño a la del adolescente*. Barcelona, Paidós.
- LEÓN GARCÍA, O. (2015). *Métodos de investigación en Psicología y Educación*. Madrid: McGraw-Hill.
- MARTÍNEZ-GONZALEZ, R.A. (2007). La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes. Madrid: MEC



- MEC (2007). *Orden por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de las profesiones de Profesor de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas*. (Orden ECI/3858/2007 de 27 de Diciembre, BOE 29-12-07).
- NOVAK, J.D. y GOWIN, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- OLIVA, J.M. (2003). *Cómo realizar y divulgar experiencias didácticas en el área de ciencias de la naturaleza*. Cádiz: CEP
- 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* (pp. 193-215). Servicio de Publicaciones de la UCO: Córdoba.
- PERALES, F.J. Y CAÑAL, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Madrid: Marfil.
- PONTES, A. [Coord.] (2008). *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de educación secundaria*. Córdoba: Servicio de Publicaciones de la UCO.
- PONTES, A. (2012). Representación y comunicación del conocimiento con mapas conceptuales en la formación del profesorado de ciencia y tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 108-125
- PONTES, A., GARCÍA-MOLINA, R. y OLIVA, J.M. (2013). Editorial: Número monográfico sobre formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Nº Extra), 493-495.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento profesional*. Sevilla: Diada
- SANDIN, M.P. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: McGraw-Hill.
- SIERRA BRAVO, R., (1997). *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica*. Madrid: Paraninfo.
- SOLOMON, P. R. (1998). *Guía para redactar informes de investigación*. México, Trillas.
- VAZQUEZ, A. y ALARCÓN, M.A. (2014). *Didáctica de la Tecnología*. Madrid: Síntesis.
- WITTRICK, M.C. (1999). *La investigación en la enseñanza*. Barcelona: Paidós.

## ANEXO 1:

### REVISTAS EDUCATIVAS DE INTERÉS PARA EL PROFESORADO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Las revistas que publican trabajos de investigación educativa en un área de conocimiento son, probablemente, el mejor instrumento de actualización y formación permanente de esa área. Por tanto, cualquier profesor que desee iniciarse en el mundo de la innovación docente debe tratar de acceder a alguna de las numerosas revistas educativas que publican trabajos relacionados con su especialidad.

Desde la mayoría de las bases de datos educativas (por ejemplo DIALNET) se puede acceder a los índices de numerosas revistas de educación y de investigación didáctica de todas las disciplinas tanto españolas, como iberoamericanas e internacionales, indicando en la mayoría de los casos el enlace a la página Web de las revistas indexadas. A continuación se muestran algunas revistas que pueden ser interesantes para el profesorado de ciencia y tecnología que pueda estar interesado en la innovación o la investigación educativa, con los enlaces correspondientes a las respectivas páginas web:

➤ **Revistas de didáctica de las ciencias** (que publican también trabajos sobre matemáticas y tecnología)

- *Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*  
<http://ensciencias.uab.es/index.php>
- *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*  
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/index>
- *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*  
<http://alambique.grao.com/revistas/presentacion.asp?ID=4>
- *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*  
<http://www.saum.uvigo.es/reec/>
- *International Journal of Science Education:*  
<http://www.tandf.co.uk/journals/tf/09500693.html>
- *Science Education:*  
<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/jtoc?Type=DD&ID=68501692>
- *Journal of Research in Science Education:*  
<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/jtoc?ID=31817>
- *Electronic Journal of Science Education:*  
<http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/ejse.html>

➤ **Revistas de didáctica de la tecnología**

- *TED: Tecné, Episteme y Didaxis:*  
<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/index>
- *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad:*  
<http://www.oei.es/revistacts.htm>
- *Cuadernos de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas Universitarias*  
<http://biblos.epv.uniovi.es/index.php/cuadernos>
- *International Journal of Engineering Education:*  
<http://www.ijee.dit.ie/>

- *International Journal of Educational Technology:*  
<http://www.ed.uiuc.edu/ijet/>
- *British Journal of Educational Technology:*  
<http://www.wiley.com/bw/journal.asp?ref=0007-1013>
- *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*  
<http://ejite.isu.edu/Archive.html>

➤ **Revistas de tecnología educativa** (para innovaciones docentes basadas en las TICs)

- *Comunicar:*  
<https://www.revistacomunicar.com/>
- *EduTec. Revista Electrónica de tecnología Educativa:*  
<http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec30/revelec30.html>
- *Journal of Computer Assisted Learning*  
<http://www.wiley.com/bw/journal.asp?ref=0266-4909&site=1>
- *Computer & Education*  
[http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/347/description](http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/347/description)
- *Computer Applications in Engineering Education*  
<http://www3.interscience.wiley.com/journal/38664/home?CRETRY=1&SRETRY=0>

➤ **Revistas de investigación e innovación educativa en general** (que también publican trabajos relacionados con la formación del profesorado de ciencia y tecnología)

- *Revista de Educación:*  
<http://www.revistaeducacion.mec.es/>
- *Revista de Investigación Educativa:*  
[www.um.es/rie](http://www.um.es/rie)
- *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado:*  
<http://www.uva.es:8080/aufop/publica/revaufop.htm>
- *Investigación en la Escuela:*  
<http://www.diadaeditora.com/>
- *Aula de innovación educativa.*  
<http://aula.grao.com/revistas/presentacion.asp?ID=3>
- *Revista Iberoamericana de Educación:*  
<http://www.rieoei.org/presentar.php>
- *Cuadernos de pedagogía:*  
<http://www.cuadernosdepedagogia.com>
- *Revista Novedades educativas:*  
<http://portal.educ.ar/debates/contratapa/recomendados-educar/revista-novedades-educativas.php>

## ANEXO 2:

### Orientaciones para el uso de referencias bibliográficas en trabajos de innovación e investigación educativa

1) Todas las citas bibliográficas deben corresponder a menciones hechas en el texto y las referencias se expresarán indicando, entre paréntesis, los apellido(s) de los autores o autoras y el año de publicación, separados por una coma. Por ejemplo: ... aprendizaje significativo (Ausubel, 1978). Cuando el nombre del autor aparezca explícitamente en el texto, se pondrá el año del trabajo entre paréntesis. Por ejemplo: ... según Ausubel (1978).

2) Las referencias bibliográficas se relacionarán por orden alfabético de autores, indicando datos básicos de los mismos (primer apellido e inicial del nombre), año de la publicación y otras características que dependen del tipo de publicación.

3) En el caso de artículos de revista hay que indicar también el título del trabajo, el nombre de la revista enfatizado en cursiva, volumen (número) y páginas (inicial y final) del mismo. Por ejemplo:

DRIVER, R. (1988) Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículum de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), pp. 109-120.

4) En el caso de artículos de revista electrónica disponible en internet hay que indicar, además de los datos anteriores, el enlace de acceso a la página web de la revista. Por ejemplo:

DÍAZ, L. y CERVANTES, A. (2009). Las prácticas pedagógicas de los profesores en el Área de Tecnología: un estudio de casos en la provincia de San Juan-Argentina. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 859-877. Disponible en: [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen8/ART6\\_Vol8\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen8/ART6_Vol8_N3.pdf)

5) En el caso de referencias de libros, además del autor y año de publicación se escribirá el título enfatizado en cursiva y a continuación el lugar de publicación y la editorial, separados por dos puntos. Por ejemplo:

NOVAK, J.D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Universidad.

6) En el caso de capítulos de libros (obras colectivas o actas de un congreso) se indicarán los autores del capítulo, el año y el nombre del trabajo entre comillas. A continuación se indicará el nombre de los editores o coordinadores del volumen, el título de la obra enfatizado en cursiva, el lugar de publicación y la editorial. Por ejemplo:

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* (Capit. 7). Córdoba: Servicio de Publicaciones de la UCO

7) En el caso de documentos publicados en portales o repositorios de Internet hay que indicar los datos de los autores (o entidad responsable), año, título del documento y ruta de acceso a la página web. Por ejemplo:

POYATO LÓPEZ, F.J. (2016). *Concepciones y motivaciones sobre la profesión docente en la formación inicial del profesorado de ciencias de enseñanza secundaria*. (Tesis doctoral en Helvia). Córdoba: UCOPress. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10396/13839>

PONTES, A. (2012). *El aprendizaje en Tecnología*. Materiales didácticos sobre "Aprendizaje y Enseñanza en Materias de la Especialidad de Tecnología" (Máster FPES de la UCO). Disponible en: <http://hdl.handle.net/10396/17746>

8) En el caso de documentos de carácter legal o de interés público se debe indicar el nombre de la institución responsable, el año, el título del documento en cursiva, el nombre de la publicación (BOE, BOJA, BOUCO,...) y otros datos útiles para localizar el documento. También se puede incluir el enlace web al mismo, si lo hubiera. Por ejemplo:

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN (2007): *Orden de 10-8-2007, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía*. (BOJA 30-8-2007)

## ANEXO 3:

### Modelo de ficha bibliográfica

**FURIÓ, C. (1996): Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. *Alambique*, Nº 7, pp.7-17.**

Palabras clave: Concepciones alternativas, aprendizaje de las ciencias, ideas previas.

#### Resumen:

En este artículo se presentan de manera sintética los resultados que la investigación didáctica ha obtenido desde hace más de dos décadas sobre concepciones alternativas de los estudiantes en Ciencias. En primer lugar, se resalta el crecimiento exponencial de trabajos en esta línea de investigación conocida como “movimiento de las concepciones alternativas”, así como cuáles son sus objetivos prioritarios de estudio y cómo se van ampliando. A continuación se comentan los resultados encontrados en forma de rasgos o características generales de las ideas previas del alumnado. Finalmente se indican algunas de las tendencias actuales preocupadas por la búsqueda de estrategias didácticas de cambio conceptual que ayuden al aprendizaje de las Ciencias.

#### Comentarios:

Al sintetizar los hallazgos de la investigación en este campo, el autor formula las siguientes características de las ideas de los alumnos:

- Los alumnos llegan a clase de ciencias con una serie de concepciones alternativas muy variadas sobre los objetos y sucesos naturales. Muchas de estas concepciones tienen cierta coherencia interna.
- Estas concepciones son comunes a estudiantes de diferentes medios, edades, géneros e incluso culturas.
- Las concepciones alternativas son persistentes y no se modifican fácilmente con estrategias de enseñanza convencionales.
- Estas preconcepciones son a menudo parecidas a ideas que aparecieron en los científicos a lo largo de la historia de la Ciencia.
- El conocimiento previo de los alumnos interfiere en el proceso de aprendizaje del conocimiento científico que se enseña en la escuela, con lo que el resultado de dicho aprendizaje es imprevisible.
- Los orígenes de estas concepciones son debidas a experiencias personales muy variadas que incluyen la percepción, la cultura, e lenguaje, los métodos de enseñanza, las explicaciones del profesor y los materiales educativos.
- Las herramientas didácticas que facilitan el cambio conceptual pueden ser herramientas eficaces en clase.