

Capítulo 4

Conocimiento de los futuros maestros acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Soraya Hamed Al-lal

Universidad de Sevilla

sha@us.es

Ana Rivero García

Universidad de Sevilla

arivero@us.es

Resumen

En este trabajo presentamos el diseño, validación y administración de un cuestionario aplicado a una muestra amplia de 400 futuros maestros de Primaria que cursaron la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Universidad de Sevilla. El interés radica en poder detectar las concepciones que presentan los futuros maestros acerca de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. Para ello, aplicamos un cuestionario tipo Likert de 6 valores que tiene en cuenta dos modelos didácticos de enseñanza: el Modelo Tradicional (MT) y el Modelo de Investigación Escolar. En este sentido, se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo descriptivo de tipo encuesta acerca de sus concepciones sobre cuatro elementos curriculares: contenidos escolares, ideas de los alumnos, metodología de enseñanza y evaluación de la enseñanza, y aprendizaje de las ciencias. Los resultados indican que los estudiantes presentan concepciones enfocadas a un Modelo de Investigación Escolar frente al Modelo Tradicional.

Introducción

Anteriores proyectos de investigación educativa sobre el conocimiento profesional y la formación de maestros en el área de Ciencias Experimentales, realizados por el equipo de investigación en el que nos integramos, manifestaron la existencia de un conocimiento tradicional y dominante de los profesores sobre la enseñanza y aprendizaje de la Ciencia, caracterizado este por seguir modelos didácticos no constructivistas, ni críticos ni relativistas. De ahí el interés del equipo por diseñar y aplicar recursos formativos que facilitasen el cambio desde ese conocimiento a

otro más acorde con las aportaciones actuales de la investigación didáctica y la práctica innovadora de los maestros. En concreto, se ha diseñado en el proyecto de investigación actual, un curso basado en la investigación de problemas curriculares relevantes en la enseñanza de las ciencias (¿Qué contenidos enseñar en ciencias?, ¿qué saben los alumnos sobre ellos y cómo influye esto en la enseñanza?, ¿cómo enseñar y evaluar?) y en el contacto con prácticas innovadoras a través de audiovisuales (*Aprender a enseñar ciencias en primaria*). El interés es aplicar este instrumento en dos momentos: al inicio y al final del curso formativo para el estudio cuantitativo del cambio de las concepciones de los estudiantes.

Para la construcción de la encuesta nos hemos basado en el Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas, INPECIP (Porlán, 1989), junto con la consideración de otros instrumentos, como el Professional and Pedagogical experience Repertoire (Pap-eR) (Loughram, Mulhall & Berry, 2004), entre otros (Martínez et ál., 2001, Marín & Benarroch, 2010).

Origen y justificación

Son múltiples los estudios realizados sobre el conocimiento de los profesores acerca de la enseñanza y el aprendizaje. Ya con Shulman (1986, 1987) se investigaba sobre la necesidad del *desarrollo de un conocimiento en la enseñanza* mediante la transformación del contenido, con el intento de poderse solventar los requerimientos de formación deseables. Es decir, defendía el requerimiento de lo que se conoce como *Content Pedagogical Knowledge* (CPK) o *Conocimiento Didáctico del Contenido* (CDC) como un conocimiento profesional fuerte para poder formar a mejores profesores, eficaces y que puedan diseñar su currículum profesional aplicable en el aula. Dicho conocimiento afecta tres elementos: a la comprensión de la materia específica, al conocimiento curricular y a las estrategias didácticas o pedagógicas necesarias en todo proceso de enseñanza y aprendizaje.

Asimismo algunos autores, desde otra perspectiva o tradición investigadora que ha terminado confluyendo, en buena parte, definen este conocimiento como *Conocimiento Práctico Profesional* (CPP), organizado en torno a *Problemas Prácticos Profesionales* (PPP) (Rivero et ál., 2011). Se destaca así la estrecha relación entre la práctica profesional y las estrategias de enseñanza más innovadoras y críticas, en las que sobresale la reflexión tanto individual como colectiva del profesorado

con temas concretos (Wang & Lin, 2008; Van Driel & Berry, 2012), que permite la integración personal mediante la interpretación del conocimiento formal a través de la propia práctica docente (Berry, Loughran & Van Driel, 2008; Tang, 2010).

De igual forma, para Abell (2008), el CDC es algo más que la suma de sus partes constituyentes; debe existir una integración e interacción entre todas aquellas, mediante la comprensión de las mismas, con el abordaje de problemas de enseñanza. Existen análisis que indican que es conveniente, para los profesores, pensar primero en los alumnos, y luego centrarse en la enseñanza, y destaca lo esencial que es el papel de la reflexión de los docentes para reorganizar sus ideas en la forma en la que van desarrollando el CDC de una manera continua, progresiva y coherente (Porlán, 1993; Schneider & Plasman, 2011) teniendo en cuenta diversos factores importantes de tipo conceptual, circunstancial, así como personal (Van Driel & Berry, 2012). Otros estudios revelaron que los futuros maestros pueden cambiar sus ideas ante un plan estratégico innovador en el aula mediante un proceso de investigación-acción de los estudiantes con el empleo de diversas habilidades de enseñanza, integrando el conocimiento del contenido sobre la base de la motivación en la profesión del maestro (Nuangchalem, 2011). Con Nilsson (2008), se admite que aprender a enseñar es un proceso complejo y que existe una necesidad de máxima urgencia de una profunda comprensión, desde la experiencia de los estudiantes profesores, desde sus preocupaciones e inquietudes, ya que estas afectan su capacidad para aprender y enseñar ciencias en la escuela. Necesitan encontrar formas, por sí mismos, para transformar sus «saberes» en formas útiles y significativas durante la etapa educativa. Hablaba de un *Modelo Integrador* y un *Modelo Transformador*. El primero, basado en la intersección de los tres componentes del CDC (materia, didáctica y contexto) para un aprendizaje eficaz. El segundo difiere del anterior en que no bastaría solo con la integración de aquellos elementos, pues integrados o no primaría, en todo caso, la síntesis de los mismos para ser un buen maestro. En definitiva, «transformar los saberes» en una nueva forma de conocimiento que es más poderoso que sus partes constituyentes.

Además, análisis llevados a cabo con estudiantes de Pedagogía para aprender a enseñar ciencias (Buitink, 2009), indican que es necesario ampliar más el saber sobre la «teoría» y desarrollar lo que se denomina «teoría práctica», la cual contiene todos los elementos, ya sean percepciones, nociones, convicciones que

utilizan el profesor y el alumno en su proceso formativo. La teoría se funda en experiencias personales prácticas (en el estudiante) y experiencias profesionales (en el maestro) mediante la integración de conocimientos teóricos y los adquiridos a través de la interacción con otros. Propone un contenido teórico-práctico docente más desarrollado que la teoría práctica mediocre existente, presentando dos características importantes: la riqueza y la estructuración del contenido. Se consigue si se centra el aprendizaje en el estudiante como participante activo y crítico. Una teoría práctica rica permite tener una mejor comprensión de la clase debido a esquemas formados más desarrollados, y una teoría práctica estructurada, en lo que a claridad y coherencia se refiere, permitiendo ser más evolucionada. Plantean Padilla, Ponce de Leon, Rembado & Garritz (2008) un estudio del CDC de cuatro profesores universitarios de Química, mediante la exploración de la estructura y/o naturaleza de sus conocimientos sobre un tema en concreto, y a la vez abstracto (cantidad de sustancia), aplicando, para ello, lo que se denomina como *Mortimer's Conceptual Profile Model –CPM–* en el desarrollo del contenido. La representación y aplicación de este modelo se hizo con la intención de evaluar la estructuración de sus conocimientos sobre el tema. Tal modelo, a pesar de sus limitaciones, fue diseñado para el registro de la progresión de las «ideas de sentido común» a las «ideas científicas» de los profesores, identificando el cambio conceptual mediante las formas de hablar y de pensar de los mismos. Se localizaron dos marcos de ideas de enseñanza, uno centrado en un perfil empirista, y- el otro, racionalista formal. Además afirman que se desencadena un enfrentamiento paradigmático en toda la caracterización conceptual: por un lado el equivalentista, relacionado con la visión empirista, y por otro, el atómico, vinculado con la perspectiva racionalista formal. Para los autores, hacen un uso mezclado de ambos paradigmas sin tener en cuenta cuál es el mejor para la enseñanza y el aprendizaje. Es decir, explicita las dificultades acontecidas hacia el logro de un conocimiento óptimo, como consecuencia de la ausencia de un conocimiento socio-histórico y epistemológico en relación con este concepto. Se necesitaría, de acuerdo con lo que dice Abell (2007), más estudios para centrarnos en la esencia del PCK de los profesores, es decir, en la transformación del contenido de forma eficiente.

Igualmente, otro trabajo encargado de estudiar el contenido y la estructura del CDC para un tema específico –“Modelos del Sistema Solar y el Universo”– (Henze, Van Driel & Verloop, 2008), en una muestra pequeña de profesores de

ciencias más y menos experimentados (físicos, químicos y biólogos), se hizo en relación a cuatro aspectos: el conocimiento acerca de las estrategias de enseñanza, la comprensión y evaluación de los estudiantes y los objetivos y metas a alcanzar del tema en cuestión.

Revelan que, por un lado, permanece de forma general- una visión epistemológica-positivista de los modelos de enseñanza, siendo el desarrollo del conocimiento de la materia limitado. Los modelos son vistos como la reducción de la realidad, cuyo objetivo es la visualización y explicación de la misma; y por otra parte, sugieren un conocimiento de la materia más amplio y relativista de los modelos, donde no basta solo con la visualización y explicación de los fenómenos, sino que se acentúa también la necesidad de formular y probar hipótesis y del cómo obtener información de los sucesos.

Los modelos lo conciben como formas de ver la realidad, que ayudan a alentar a los estudiantes a reflexionar sobre su proceso de aprendizaje personal, estableciendo paralelismos significativos entre su desarrollo de la comprensión personal y el crecimiento del conocimiento científico. Manifiestan que los libros de texto actuales, rara vez invitan activamente a los alumnos a construir, probar y revisar sus propios modelos, y al mismo tiempo, que los maestros carecen de suficientes estrategias para la enseñanza de modelos constructivos. Por tanto señalan que la clave para el desarrollo eficaz de un conocimiento profesional personal de ciencias, consiste en la práctica con otros compañeros y con los estudiantes-profesores.

Además de plantearnos la caracterización del conocimiento de los profesores (su estructura, sus componentes, cómo favorecer su construcción), es necesario que nos planteemos el contenido deseable de ese conocimiento, en el caso de la enseñanza de las ciencias. García (2000) habla de «"modelos didácticos"» como buenos instrumentos para la intervención de los problemas existentes durante la etapa educativa, con la idea de articular la «"teoría"» y la «"práctica"» ejecutada en los contextos escolares. La brecha o escisión entre «"teoría"» y «"práctica"» que, como dicen Berry, Loughram & Van Driel (2008), permanece, debe ser revisada y tratada de la mejor manera posible. Siendo para ello, ineludible partir de «"modelos didácticos alternativos"» que permitan abordar de manera profunda, reflexiva y crítica el entorno educativo presente (García, 2000).

Los modelos en los que nos podemos fundar para el trabajo son, en primer lugar, con el que partimos, bastante enraizado en la sociedad, el Modelo Tradicional (MT), y en segundo lugar, el que nos sirve de referencia alternativa al anterior, definido como Modelo de Investigación Escolar (MIE).

El primero, fundamentado en una cultura más academicista y de «saberes acumulados», desligados y expuestos con la lógica establecida en los libros de textos, siendo estos el recurso didáctico básico por excelencia en el aula, sin requerir de la estimación de las ideas, intereses y necesidades de los alumnos. Deben escuchar el contenido simplificado de la disciplina; el profesor explica, los alumnos memorizan, realizan actividades de reiteración y de refuerzo de lo expuesto para finalizar con una prueba control de lo transmitido en el aula. Es necesario destacar, en este modelo, la tendencia obsesiva de aprender los contenidos sin sentido alguno, y no promover el aprendizaje de una forma constructiva, crítica y negociada mediante sistemas interactivos y dinámicos de informaciones en el aula (Porlán, 1993). A pesar de ello, sigue siendo un modelo anacrónico que ha existido y existe en estos tiempos.

El segundo, trata de ser una propuesta disruptiva a la anterior, mediante el aprendizaje escolar por investigación. En el Proyecto IRES, se ha concretado como modelo didáctico alternativo el Modelo de Investigación Escolar (MIE), con la idea de considerar las ideas, intereses y necesidades de los estudiantes y conseguir complejizarlas, enriqueciéndolas (Porlán et ál., 2010; Rivero et ál., 2011). El profesor actúa como facilitador del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, propicia el aprendizaje de los alumnos, a la misma vez que analiza su intervención en el aula. Esto es, un aprendizaje basado en el planteamiento de problemas interesantes y relevantes, de conocimiento escolar, ligado a una secuencia metodológica determinada para la consecución de las cuestiones a resolver, concibiendo la evaluación, no la demostración del nivel adquirido por los estudiantes, sino como proceso de seguimiento de la evolución de sus concepciones, de la actuación del docente, así como del proceso de investigación en general. Ello equivale a formar una generación de individuos variados que respondan a nuevos y diversos retos requiriendo de múltiples y diferentes soluciones.

A continuación se muestra en la tabla 1, un resumen de la caracterización de los dos modelos vigentes comentados y planteados por García (2000), que servirán de referencia para este trabajo.

Tabla 1. -Modelos didácticos vigentes (García, 2000).

	Modelo Tradicional (MT)	Modelo de Investigación Escolar (MIE)
Ideas, intereses, necesidades de los alumnos	No se consideran	Sí se consideran
Qué enseñar	Conocimiento simplificado al disciplinar	Conocimiento alternativo (escolar) que recoge diversos referentes (disciplinares, cotidianos, científicos)
Para qué enseñar	Transmitir esencialmente información	Complejización del conocimiento de los alumnos mediante la construcción de significados
Cómo enseñar	<ul style="list-style-type: none"> -Metodología basada en la pura transmisión de la información - Actividades de corroboración de la información transmitida -El rol del alumno es escuchar, memorizar y reproducir los contenidos transmitidos - El rol del docente es exponer los temas y poner orden en el aula. 	<ul style="list-style-type: none"> -Metodología fundada en la idea de investigación escolar del alumno. - Actividades basadas en el tratamiento de problemas. - El rol del alumno es ser el protagonista activo de su proceso de aprendizaje y encargado de la construcción de su conocimiento. - El rol del profesor es facilitador u orientador del proceso e investigador en el aula.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> -Basada en la repetición de los contenidos expuestos -Centrada en producir (producto) - Realizada mediante pruebas control o exámenes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Encargada del seguimiento de la evolución del conocimiento de los alumnos, de la intervención del docente y de la investigación en el aula. - Centrada en todo el proceso. -Realizada mediante múltiples instrumentos.

Problema y objetivos de la investigación

Problema de investigación

De acuerdo con esto, el cambio hacia un conocimiento profesional deseable de los futuros maestros es un proceso gradual, complejo y difícil que debe ser investigado. Se requiere de diversas fuentes de información, recursos, documentos e instrumentos para abordar tal investigación. En este trabajo, con la aplicación de este instrumento, nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Qué concepciones se detectan en los futuros maestros de Primaria acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias cuando participan en un curso de orientación constructivista?

Objetivos de la investigación

Para abordar las concepciones, se procederá con la consecución de los siguientes pasos:

- Describir las concepciones detectadas, relativas a las ideas de los alumnos de los futuros maestros de primaria.
- Describir las concepciones correspondientes a los contenidos escolares.
- Describir las concepciones relacionadas con la metodología de enseñanza.
- Describir las concepciones en relación a la evaluación de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.
- Contrastar las concepciones de ambos modelos definidos en los estudiantes en formación.

Metodología

Enfoque metodológico

La secuencia metodológica realizada ha sido un estudio cuantitativo descriptivo de tipo encuesta, acerca de las tendencias predominantes de los estudiantes de maestro de primaria. Para ello se diseñó y validó un cuestionario de tipo Likert de 6 valores. A continuación, se muestra en un esquema general (ver figura 1), la secuencia metodológica seguida:

Figura 1. Secuencia metodológica del estudio



Sujetos estudiados

La población de estudio a considerar son los estudiantes de maestro que cursan la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el 2º curso del Grado de Educación de Primaria. Y la muestra seleccionada es de tipo no probabilístico, intencional o de conveniencia compuesta por 8 aulas de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. De tal manera que se agrupan 404 sujetos que han participado voluntariamente en la cumplimentación del cuestionario, con edades comprendidas entre los 19 y 24 años la mitad de los sujetos, y el otro 50% repartido entre los 19 y 20 años (ver figura 1 y tabla 2). Siendo 268 (67,2%) mujeres y 131 (32,8%) hombres (ver figura 2).

Recolección de datos

Diseño de la primera versión del cuestionario sobre el conocimiento acerca del aprendizaje y enseñanza de las ciencias

El diseño del cuestionario se ha llevado a cabo comenzando con uno escrito. La escala adoptada es de actitud tipo Likert con 6 valores que tiene como título *Cuestionario sobre el conocimiento acerca de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia*. Es un instrumento que permite recoger las concepciones que tienen los estudiantes de profesorado sobre el conocimiento acerca de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia (Anexo 1). Su estructura es la presentada a continuación:

La primera parte del cuestionario comienza con una introducción donde se explicita el objetivo, la finalidad y la garantía de anonimato o de confidencialidad del mismo. En la segunda parte, aparece un apartado de datos demográficos para conocer información personal del entrevistado (edad, sexo...). En la tercera parte, aparecen las instrucciones necesarias de cómo debe responder el encuestado según su grado de desacuerdo o acuerdo con las afirmaciones planteadas, siendo el 1 el valor mínimo o de completo desacuerdo, 2 desacuerdo, 3 tendente al desacuerdo, 4 tendente al acuerdo, 5 de acuerdo y 6 el valor máximo o de completo acuerdo; y por último, en la cuarta parte, aparecen las afirmaciones o ítems que siguen dicha escala.

Las cuatro categorías consideradas para el estudio son las ideas de los alumnos, contenidos escolares, metodología de enseñanza y evaluación de la enseñanza

y aprendizaje que, a su vez, se subdividen en tres subcategorías cada una (ver tabla 5). En cada subcategoría se han redactado 4 ítems. Dos de ellos presentan un enunciado coincidente con lo que consideramos el habitual *nivel de partida* de los estudiantes de Magisterio (identificado con un Modelo Tradicional o con un Modelo Tecnológico –MT–) y otros dos con el que denominamos el *nivel de referencia* (coincidentes con un Modelo de Investigación Escolar –MIE–).

Tabla 2.- Estructura del cuestionario

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	REFERENTES	
1.-Ideas de los alumnos	1.1.-Naturaleza de las ideas de los alumnos	Nivel de Partida (coincidente con el Modelo Tradicional-MT-)	Nivel de Referencia (coincidente con el Modelo de Investigación Escolar-MIE-)
	1.2.-Cambio de las ideas de los alumnos		
	1.3.-Utilización de las ideas de los alumnos		
2.- Contenidos escolares	2.1.- Formulación/Presentación de los contenidos		
	2.2.- Selección de los contenidos		
	2.3.- Tipos de contenidos		
3.- Metodología de enseñanza	3.1.- Sentido de actividad		
	3.2.- Tipos de actividades		
	3.3.- Secuencia metodológica		
4.- Evaluación	4.1- Sentido de evaluación		
	4.2.- Criterios de evaluación		
	4.3.-Instrumentos de evaluación		

Validación del cuestionario mediante juicio de expertos

Para confirmar que el cuestionario recoge la información que se pretende investigar y tener garantía de que se ha realizado adecuadamente con preguntas claras y relevantes, se ha sometido a validación mediante juicio de expertos. De esta manera se solicitó, para valorar la versión inicial del cuestionario, la participación vía correo electrónico de los mismos en calidad de expertos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, debido a su larga trayectoria y experiencia en la materia. Para ello, se ha formulado y adjuntado otro cuestionario denominado *Validación del cuestionario sobre el conocimiento acerca de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias* (Anexo 2). Se estableció un plazo de entrega de 15 días, aproximadamente.

Expertos participantes y protocolo de valoración

Del total de peticiones presentadas, se obtuvo la valoración de 8 expertos –4 catedráticos de universidad, 2 profesores titulares de universidad y 2 profesores

de enseñanza secundaria y asociados en la universidad—. Se les pidió que expresaran una puntuación numérica de 1 a 5 en cada uno de los ítems que aparecen en cada ámbito con sus enfoques respectivos, relativos al Modelo Tradicional y al de Investigación Escolar (ver tabla 7), considerando dos criterios definidos previamente (ver tabla 6). El valor 1 indica la mínima pertinencia o claridad en el ítem, mientras que el 5 indica el máximo valor en dichos criterios.

Tabla 3. Criterios de valoración

PERTINENCIA:	Grado en el que el ítem resulta adecuado para el modelo, categoría y subcategoría en el que se incluye
CLARIDAD:	Grado en el que el ítem será comprendido fácilmente por los sujetos, dada su claridad y precisión

Tabla 4. Cuadro de valoración por dimensiones.

Dimensión		Ítems	Pertinencia (1 a 5)	Claridad (1 a 5)
Instrumentos de evaluación	Modelo Tradicional y en algunos aspectos con el Modelo Tecnológico	45.-El instrumento básico y más fiable para la evaluación de los aprendizajes es el examen escrito		
		46. La corrección de un examen la debe realizar el profesor sin conocer al autor para evitar influencias en la calificación		
	Modelo de Investigación Escolar	47.-En la evaluación debe utilizarse el máximo número de instrumentos posible (cuadernos de clase, registros de participación, trabajo en el laboratorio, informes de autoevaluación, etc.)		
		48.-Se deben preparar instrumentos de evaluación para evaluar a los alumnos, al profesor y a la enseñanza desarrollada		
Comentarios /formulación alternativa:				

Igualmente, se proporcionó un apartado de observaciones o sugerencias de alternativas para la reformulación de los ítems que se consideraron inadecuados por su falta de claridad y/o pertinencia.

Resultados de las valoraciones de los expertos

Se fijó previamente una valoración de referencia de cuatro, de manera que por encima de esta, se consideraba que un determinado ítem era pertinente y claro. Posteriormente, se trataron todas las puntuaciones numéricas de los expertos

con el programa estadístico SPSS 18.0 (Statistical Package for the Social Sciences), obteniéndose las medias y desviaciones típicas de todas las afirmaciones (ver tablas 5, 6, 7 y 8, y figuras 2, 3, 4 y 5, respectivamente).

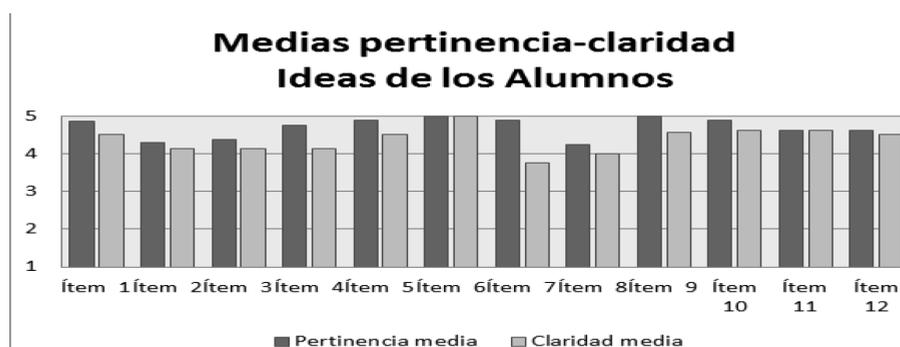
Como podemos ver, para todas las categorías, las valoraciones han sido mayoritariamente positivas, con puntuaciones por encima del valor prefijado, tanto en pertinencia como en claridad, a excepción de tres ítems que presentan promedios inferiores, pero próximos al valor 4.

En la tabla 5 y figura 3 podemos visualizar que el ítem 7 se ubica con una media de 3,75 en relación con la precisión y claridad de la pregunta, es decir, un valor inferior del referente. El resto de ítems pertenecientes a la categoría *Ideas de los alumnos* apuntan valoraciones por encima de 4, llegando incluso a 5.

Tabla 5. Medias pertinencia y claridad de las ideas de los alumnos

Categoría 1: Ideas de los Alumnos	Media Pertinencia	Desviación típica	Media Claridad	Desviación típica
Ítem 1	4,8571	,37796	4,5000	,53452
Ítem 2	4,2857	,95119	4,1250	,99103
Ítem 3	4,3750	1,06066	4,1250	1,35620
Ítem 4	4,7500	,46291	4,1250	1,45774
Ítem 5	4,8750	,35355	4,5000	1,06904
Ítem 6	5,0000	,00000	5,0000	,00000
Ítem 7	4,8750	,35355	3,7500	1,28174
Ítem 8	4,2500	,88641	4,0000	,92582
Ítem 9	5,0000	,00000	4,5714	1,13389
Ítem 10	4,8750	,35355	4,6250	,74402
Ítem 11	4,6250	1,06066	4,6250	1,06066
Ítem 12	4,6250	,74402	4,5000	1,06904

Figura 2. Medias pertinencia y claridad de las ideas de los alumnos

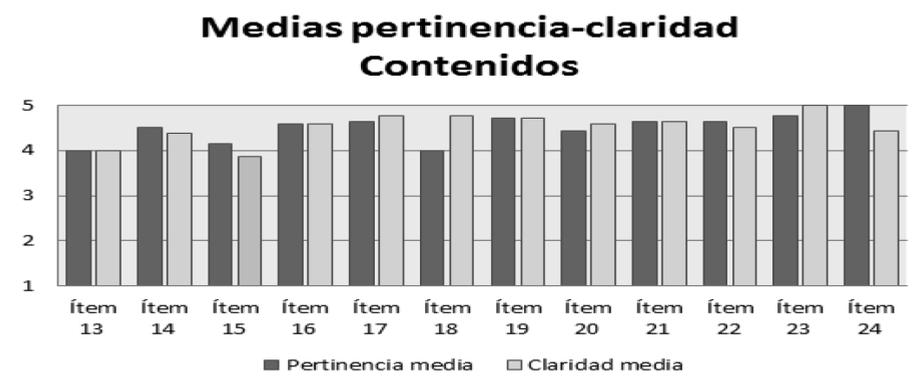


En la tabla 6 y figura 3, destaca en la categoría *Contenidos* el ítem 15, con una media de 3,86 aproximadamente, de nuevo, en relación con la nitidez de la pregunta, diferenciándose del resto con medias que oscilan entre 4 y 5.

Tabla 6. Medias pertinencia y claridad de contenidos

Categoría 2: Contenidos	Media Pertinencia	Desviación típica	Media Claridad	Desviación típica
Ítem 13	4,0000	1,41421	4,0000	1,19523
Ítem 14	4,5000	1,06904	4,3750	1,06066
Ítem 15	4,1429	1,57359	3,8571	1,21499
Ítem 16	4,5714	,78680	4,5714	,78680
Ítem 17	4,6250	,74402	4,7500	,46291
Ítem 18	4,0000	1,41421	4,7500	,46291
Ítem 19	4,7143	,48795	4,7143	,48795
Ítem 20	4,4286	1,13389	4,5714	,78680
Ítem 21	4,6250	1,06066	4,6250	,51755
Ítem 22	4,6250	,74402	4,5000	,75593
Ítem 23	4,7500	,70711	5,0000	,00000
Ítem 24	5,0000	,00000	4,4286	,78680

Figura 3. -Medias pertinencia y claridad de contenidos

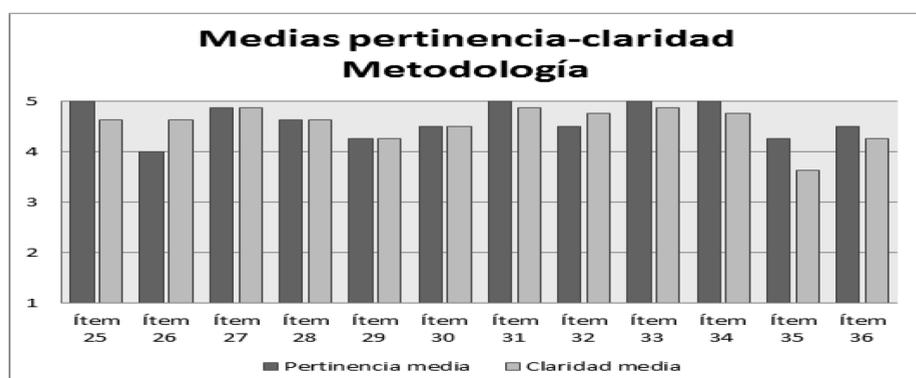


En la tabla 7 y figura 4, se observa para la categoría *Metodología*, el ítem 35, con promedio de 3,63 aproximadamente, vinculado con la adecuación de la afirmación con la categoría, subcategoría y modelo. Los demás ítems muestran valores bastante positivos.

Tabla 7. -Medias pertinencia y claridad de la metodología.

Categoría 3: Metodología	Media Pertinencia	Desviación típica	Media Claridad	Desviación típica
Ítem 25	4,6250	,74402	5,0000	,00000
Ítem 26	4,6250	1,06066	4,0000	1,41421
Ítem 27	4,8750	,35355	4,8750	,35355
Ítem 28	4,6250	1,06066	4,6250	1,06066
Ítem 29	4,2500	1,16496	4,2500	1,16496
Ítem 30	4,5000	,75593	4,5000	1,41421
Ítem 31	4,8750	,35355	5,0000	,00000
Ítem 32	4,7500	,46291	4,5000	1,41421
Ítem 33	4,8750	,35355	5,0000	,00000
Ítem 34	4,7500	,46291	5,0000	,00000
Ítem 35	3,6250	,74402	4,2500	1,48805
Ítem 36	4,2500	,88641	4,5000	,92582

Figura 4. -Medias pertinencia y claridad de la metodología

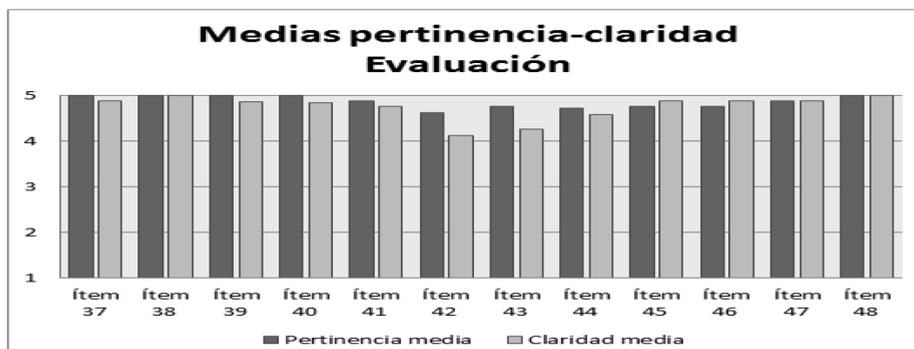


Con respecto a la evaluación, todas las puntuaciones han sido altas, dotadas algunas de ellas del valor máximo de 5, tanto en pertinencia como en claridad.

Tabla 8. Medias en pertinencia y claridad relativas a la evaluación

Categoría 4: Evaluación	Media Pertinencia	Desviación típica	Media Claridad	Desviación típica
Ítem 37	4,8750	,35355	5,0000	,00000
Ítem 38	5,0000	,00000	5,0000	,00000
Ítem 39	4,8571	,37796	5,0000	,00000
Ítem 40	4,8333	,40825	5,0000	,00000
Ítem 41	4,7500	,46291	4,8750	,35355
Ítem 42	4,1250	,99103	4,6250	,74402
Ítem 43	4,2500	,88641	4,7500	,70711
Ítem 44	4,5714	,78680	4,7143	,75593
Ítem 45	4,8750	,35355	4,7500	,46291
Ítem 46	4,8750	,35355	4,7500	,70711
Ítem 47	4,8750	,35355	4,8750	,35355
Ítem 48	5,0000	,00000	5,0000	,00000

Figura 5. -Medias pertinencia y claridad de las ideas de los alumnos



Administración del cuestionario

Una vez diseñado y validado el cuestionario (Rivero y otros, 2012) (ver anexo 1), se prosiguió con la administración del mismo a la muestra de estudio, es decir, a los ocho grupos de estudiantes de maestros de 2º curso del Grado de Primaria, los cuales también, de manera voluntaria, aceptaron ser partícipes para responder la encuesta. Se hizo en el horario de clase, al comienzo de la sesión. Se explicaron minuciosamente las instrucciones de cómo se debían contestar las preguntas formuladas. La duración del proceso fue de entre 15 y 20 minutos. Una vez finalizado, se recogieron de forma individual los datos adquiridos para comenzar con la introducción de los mismos en el programa SPSS, y posibilitar así los tratamientos estadísticos pertinentes.

Fiabilidad del instrumento

Además, se ha utilizado el *Alfa de Cronbach* como coeficiente que mide la consistencia interna de las preguntas del cuestionario mediante la correlación entre los ítems formulados. De manera que el grado de correlación –o *Alfa de Cronbach*– oscila entre el valor 0 de nula consistencia y el valor 1 de máxima consistencia. Para los ítems correspondientes al nivel de partida, el Alfa de Cronbach es de 0,815, es decir, este valor indica el alto grado de confiabilidad del instrumento para la recolección de datos vinculados al Modelo Tradicional. Igualmente, se produce una elevada correlación entre los ítems enfocados al Modelo de Investigación Escolar, con un valor alfa de 0,909.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos, se obtuvieron los porcentajes y promedios de los diferentes ítems pertenecientes a ambos referentes básicos. Se trataron mediante el programa estadístico SPSS 18.0. Además, se ha concluido el análisis con una prueba no paramétrica de contraste (Prueba T para muestras relacionadas), siendo el nivel de confianza del 99% y el valor de significación alfa del 0,01. De esta manera, permite comprobar si existen diferencias significativas entre las medias de los ítems correspondientes a ambos modelos.

Resultados

Modelo predominante en las concepciones sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Posición del alumnado en relación con el modelo tradicional y el modelo de investigación

A continuación, se mostrará en la tabla 9 y en la figura 6 todas las medias de cada uno de los bloques de ítems correspondientes a las categorías Ideas de los alumnos, Contenidos escolares, Metodología de enseñanza y Evaluación de la enseñanza y aprendizaje. Por un lado, aparece una columna con los valores promedio para el Modelo Tradicional (MT) y, por otro, una con las puntuaciones que siguen un Modelo de Investigación Escolar (MIE).

Como puede visualizarse, el posicionamiento mayoritario del alumnado se produce en las afirmaciones correspondientes al Modelo de Investigación Escolar (MIE), con medias por encima de 3,74 en la mayoría de las mismas, salvo el ítem 23 que, con promedio de 2,84 (69%), indica que los estudiantes se ubican en desacuerdo ante la idea de concebir los contenidos escolares como una forma peculiar de conocimiento, que difiere del científico y del cotidiano (Martín del Pozo, Porlán & Rivero, 2011) y que resulta de la integración de ambos referentes. Como mencionábamos anteriormente, solo el 31% asienten a tal creencia.

En relación con el Modelo Tradicional o Tecnológico (MT), aunque mayoritariamente el alumnado se muestra en desacuerdo, se detecta el no abandono del

mismo en algunas de las dimensiones estudiadas, encontrándose que coexisten también concepciones iniciales o de partida al unísono con las de referencia. Podemos decir que, vinculadas al cambio y utilización de las ideas de los alumnos, las medias alcanzan valores de 3,41; 3,82 y 5,18 para los ítems 2, 5 y 3, respectivamente. Es decir, se mantiene considerablemente el pensamiento de un aprendizaje por retención de los contenidos científicos en la mente (48%), la creencia de sustituir las «"concepciones erróneas"» por las científicas, «"adecuadas o correctas"» (60,7%) y la necesidad de prestar especial atención inicial a las ideas de los alumnos para la determinación del nivel de partida (89,6%).

Ello apoya, además, la visión siguiente: con respecto a la selección de los contenidos escolares en la enseñanza de las ciencias, es el conocimiento científico el principal y casi único referente (ítem 17 con media de 3,68 –55,8%–) (Martín de Pozo, Porlán & Rivero, 2011) y al mismo tiempo, en relación con el sentido de actividad, prima en un 4,44 de puntuación, la perspectiva de considerarlas como situaciones de aplicación práctica posterior a la explicación teórica del profesor (ítem 25 –81,5%–), requiriéndose para ello una secuencia metodológica fundamentada primeramente con la teoría, seguida de la realización de las actividades que se vayan a proponer posteriormente (ítem 32 con media de 3,59 –54,1%–).

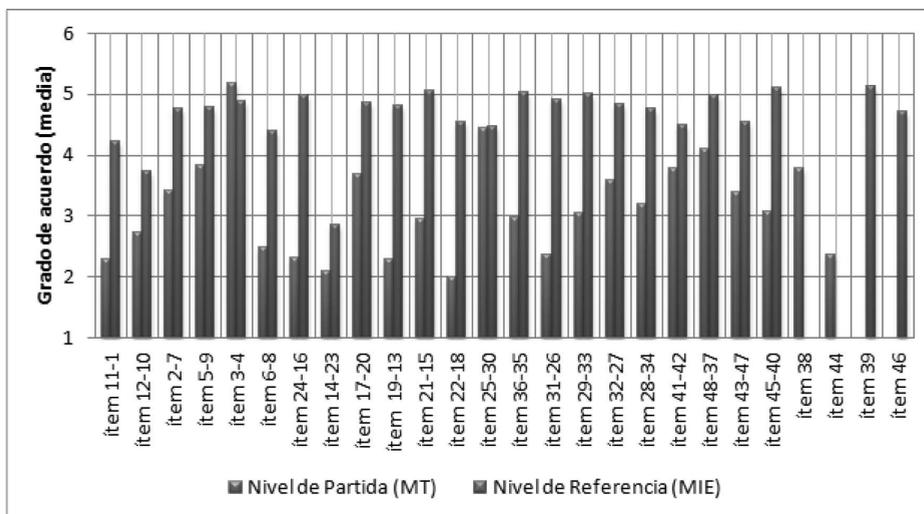
Finalmente, con la evaluación, sostienen que el sentido de la misma es el de ser un sistema de discriminación entre los alumnos con el propósito de favorecer la promoción de los mismos (ítem 41 con promedio de 3,79 –63%–). Como criterio de evaluación, se debe tomar el nivel fijado en la programación del profesor (ítem 43 con media de 3,39 –48,8%–). De la misma manera que se considera como herramienta de medición o calificación del nivel adquirido (ítem 48 con media de 4,11 –57,9%–). Como instrumento evaluador, prima la idea de anonimidad de las pruebas a realizar por ellos mismos con el intento de no condicionar o inferir en la calificación (ítem 38 con media de 3,77).

En menor medida, con valores de 3,04; 3,07 y 3,19, se concibe la explicación verbal del tema como actividad básica para el aprendizaje de contenidos (ítem 29 –38,8%–), la determinación del nivel alcanzado de los aprendizajes conceptuales del alumno (ítem 45 –40,1%–) y que la secuencia de actividades viene determinada por el orden en el que se pretenden enseñar los contenidos (ítem 28 –44,8%–).

Tabla 9. -Medias de los ítems correspondientes al Modelo de Investigación Escolar y el Modelo Tradicional o Tecnológico

Categoría	Subcategoría	Pareja ítems	MT	MIE
1.- IDEAS DE LOS ALUMNOS	1.1.-Naturaleza de las Ideas de los Alumnos	ítem 11-1	2,28	4,21
		ítem 12-10	2,72	3,74
	1.2.- Cambio de las IA	ítem 2-7	3,41	4,77
		ítem 5-9	3,82	4,78
	1.3.-Utilización de las IA	ítem 3-4	5,18	4,89
		ítem 6-8	2,49	4,39
2.- CONTENIDOS	2.1.- Formulación/ Presentación de los contenidos	ítem 24-16	2,32	4,99
		ítem 14-23	2,09	2,84
	2.2.- Selección de los contenidos	ítem 17-20	3,68	4,85
		ítem 19-13	2,28	4,81
	2.3.-Tipos de contenidos	ítem 21-15	2,94	5,06
		ítem 22-18	2,00	4,54
3.- METODOLOGÍA	3.1.- Sentido de actividad	ítem 25-30	4,44	4,46
		ítem 36-35	2,97	5,03
	3.2.-Tipos de actividades	ítem 31-26	2,37	4,91
		ítem 29-33	3,04	5,00
	3.3.- Secuencia metodológica	ítem 32-27	3,59	4,84
		ítem 28-34	3,19	4,75
4.- EVALUACIÓN	4.1.-Sentido de evaluación	ítem 41-42	3,79	4,50
		ítem 48-37	4,11	4,97
	4.2.- Criterios de evaluación	ítem 43-47	3,39	4,55
		ítem 45-40	3,07	5,1
	4.4.-Instrumentos de evaluaciones	ítem 38	3,77	-
		ítem 44	2,37	-
		ítem 39	-	5,12
		ítem 46	-	4,70

Figura 6. -Posicionamiento de los alumnos frente a ambos modelos



Diferencias entre las concepciones acerca de los elementos propios de ambos modelos

Tras comentar que los resultados mostrados anteriormente constatan un predominio del Modelo de Investigación Escolar frente al Modelo Tradicional, se plantea a continuación si las diferencias observadas resultan estadísticamente significativas. Para ello, se aplicará la Prueba T para muestras relacionadas a cada pareja de ítems de uno y otro modelo. El nivel de significación establecido para alfa es del 0,01, por lo que el nivel de confianza debe ser 0,99.

A la vista de los resultados de la tabla 10, como el *p*-valor asociado es menor que el nivel de significación especificado ($0,00 < 0,01$) en cada pareja de ítems de cada una de las categorías de estudio, se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, admitiéndose así que existen diferencias significativas entre las medias de un modelo con respecto al otro.

Tabla 10. -Prueba T para la diferencia de medias de ambos modelos

CATEGORÍA/ SUBCATEGORÍA	Pareja de ítems	Diferencia de medias	t	gl.	Sig.		
1.- IDEAS DE LOS ALUMNOS	1.1.-Naturaleza de las Ideas de los Alumnos	ítem 11-1 ítem 12-10	-1,930 -1,020	-20,538 -11,237	401 396	,000 ,000	
	1.2.- Cambio de las IA	ítem 2-7 ítem 5-9	-1,363 -965	-16,693 -12,532	401 398	,000 ,000	
		1.3.-Utilización de las IA	ítem 3-4 ítem 6-8	,295 -1,901	4,894 -22,443	402 402	,000 ,000
	2.- CONTENIDOS	2.1.- Formulación/ Presentación de los contenidos	ítem 24-16 ítem 14-23	-2,663 -749	-29,173 -10,289	397 401	,000 ,000
			2.2.- Selección de los contenidos	ítem 17-20 ítem 19-13	-1,127 -2,575	-15,163 -26,600	399 387
		2.3.-Tipos de contenidos	ítem 21-15 ítem 22-18	-2,122 -2,535	-23,012 -27,317	402 401	,000 ,000

3.- METODOLOGÍA	3.1.- Sentido de actividad	ítem 25-30 ítem 36-35	-592 -1,495	-8,650 -16,920	401 397	,000 ,000	
		3.2.-Tipos de actividades	ítem 31-26 ítem 29-33	-2,542 -1,953	-26,183 -21,005	401 400	,000 ,000
	3.3.- Secuencia metodológica		ítem 32-27 ítem 28-34	-1,248 -1,555	-14,680 -19,056	402 399	,000 ,000
		4.- EVALUACIÓN	4.1.-Sentido de evaluación	ítem 41-42 ítem 48-37	-388 -1,176	-4,690 -13,873	401 402
	4.2.- Criterios de evaluación			ítem 43-47 ítem 45-40	-1,161 -2,038	-14,852 -21,522	402 399
4.4.-Instrumentos de evaluaciones			ítem 44 - 39 ítem 38 - 46	-2,759 -925	-27,722 -9,209	397 401	,000 ,000

Conclusiones

Conclusiones en relación con las concepciones de los futuros maestros sobre la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias

De acuerdo con los resultados obtenidos, se exponen, a continuación, las siguientes conclusiones para cada ámbito de estudio.

Ideas de los alumnos

Las ideas de los alumnos constituyen un problema de investigación profesional de gran interés, debido a que el currículo oficial centra la metodología didáctica en la consideración de las ideas e intereses de los alumnos (Martín del Pozo & Porlán, 2002). La reflexión sobre la disposición o inclinación que tienen los futuros maestros con respecto a cuál es la naturaleza, cambio y utilización de las ideas de los estudiantes, podríamos decir que constituye un eslabón esencial de la cadena para la transformación hacia una enseñanza y aprendizaje de las Ciencias basada en la investigación.

De entrada, no podemos concebir que los estudiantes tienen «la mente vacía», sino que poseen creencias basadas en sus experiencias sobre cómo se enseña y se aprende en la escuela. Tales creencias, para algunos autores, deben tomarse en cuenta para conseguir la construcción de un conocimiento profesional complejo y significativo durante todo el proceso formativo (Porlán 1993; Martín del Pozo & Rivero, 2001).

En relación con lo dicho, los datos empíricos reflejan dos tendencias simultáneas, una orientada a la investigación, que para Porlán, Rivero & Martín de Pozo (1998) son declaraciones próximas a un *aprendizaje por construcción de significados*, al pensar que el estudiante los elabora de manera gradual por construcción de concepciones con las distintas fuentes de información (90%), por la consideración de las ideas de los alumnos durante todo el proceso formativo (90,7%) y por creer en la capacidad que tienen para poder interpretar la información que perciben de la realidad (73,2%).

Y, simultáneamente, una perspectiva tradicional persistente y coincidente con lo estimado por Martín del Pozo & Porlán (2002) en sus resultados: las ideas de

los alumnos se entienden como requisitos conceptuales que deben tenerse en cuenta para desarrollar un tema, siendo este un planteamiento congruente con una visión por *asimilación de significados* (89,6%) y, por otro lado, dichas ideas también son concebidas como «errores conceptuales» que se tienen que sustituir por los «conceptos correctos», coherente con un aprendizaje por *sustitución de significados* (60,7%).

En definitiva, se confirma lo que Porlán et ál., (2011) y Rivero et ál. (2011) sostienen, y que tiene que ver con la creencia de que los alumnos deben aprender fielmente lo que se les enseña, además de producirse el denominado *absolutismo epistemológico*, de manera que se le otorga al conocimiento científico, un estatus superior que obliga a que las creencias iniciales o de partida deban ser sustituidas.

Por tanto, se puede decir que la consideración de las ideas de los alumnos es limitada (Meyer et ál., 1999; Haefner & Zembal-Saul, 2004, citado por Rivero et ál., 2011), se aprecia su utilización en todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero sin renunciar a la creencia de que existe un conocimiento verdadero (el científico) que se debe inculcar y, por tanto, asimilar.

Contenidos escolares

Según los autores Martín del Pozo, Porlán & Rivero (2011), se reflexiona poco sobre la naturaleza del conocimiento escolar y el científico en la formación inicial de los maestros y ello repercute en la forma de enseñar Ciencias. Los futuros profesores identifican el conocimiento para enseñar ciencias en la escuela con el conocimiento científico de la disciplina. Por los resultados obtenidos, podría tener que ver con la convicción tradicional presente y resistente de que los contenidos de la escuela constituyen una versión reducida con respecto a la de los contenidos científicos (55,8%). Para los citados autores, el obstáculo que prevalece ante tal pensamiento se relacionaría con la no consideración de que el conocimiento escolar es un conocimiento alternativo y diferenciado del cotidiano y científico (69%).

Sin embargo, no se desvincula, al mismo tiempo, la tendencia de carácter investigativa en la muestra de estudio, ya que tiene más sentido investigar sobre problemas interesantes que trabajar con el habitual listado de temas (90%). La selección y presentación de contenidos se debe realizar en función de varios

factores (ideas de los alumnos, contexto del alumno...) (87,4%) (Van Driel & Berry, 2012), con contenidos importantes para la vida diaria y favoreciendo la integración social de las personas (88%). Se concibe, además, una diversidad de contenidos basados en conceptos, procedimientos y actitudes (91%), con la inclusión de procesos característicos de la actividad científica (observación, hipótesis...) (82%).

Coincidiendo con Porlán et ál., (2011), se refleja que la idea de aprender contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales está asociada a la adición de diversos conocimientos (disciplinares, cotidiano...) y fuentes para adaptarlos a los intereses de los alumnos.

Metodología de enseñanza

Tradicionalmente, la metodología se ha relegado a un papel menos importante, a diferencia de los contenidos escolares (Rivero et ál., 2011), pues se piensa que basta con transmitirlos para poder aprenderlos (Martín del Pozo & Rivero, 2001; Porlán et ál., 2011). Sin embargo, para los citados autores, constituye un ámbito curricular de investigación clave, encargado de facilitar un proceso que se debería regir por una serie de principios: la centralización en el sujeto que aprende (el estudiante), la generación de un ambiente posibilitador de interacciones así como promotor de la elaboración de conocimiento válido, crítico y, por ende, constructivo en un entorno democrático.

No obstante, parece que las actividades se conciben, simultáneamente, de formas distintas. Podemos ver que permanecen las dos perspectivas. Por un lado, la tradicional, entendiendo la actividad como situación de refuerzo, comprobación y aclaración de la teoría impartida (81,5%), regida por la lógica establecida de los contenidos (45%), y realizada secuencialmente con la explicación teórica previa del profesor (54%) como actividad básica (39%).

Y por otro, la perspectiva asociada a la investigación que concibe la actividad como posibilitadora y encargada de la construcción del conocimiento (81,6%), en una realidad dinámica e interactiva entre el enseñante, el aprendiz y las diferentes fuentes (90,7%), por medio de una diversidad de actividades que respondan a numerosos factores (88,3%), basadas estas en el planteamiento de problemas interesantes para el alumno, fomentando así su aprendizaje (89,6%)

con experiencias prácticas, fundamentales para la elaboración de un conocimiento significativo (92,5%).

Evaluación de la enseñanza y aprendizaje

La idea de evaluación de la enseñanza y el aprendizaje se identifica con la valoración y medición de la capacidad de los alumnos (Martín del Pozo & Rivero, 2001), es decir, visiones tradicionales de una evaluación centrada en medir el nivel adquirido por los estudiantes con respecto a los objetivos previstos (70,5%), fijados estos en la programación del profesor (49%), siendo esencial determinar con tal instrumento, el nivel alcanzado de su aprendizaje conceptual (40%), permitiéndole, finalmente, si lo consigue, promocionar de curso (63%), al tiempo que la corrección del examen se debería realizar de forma anónima, con el interés de no condicionar en la calificación del mismo (58%).

Asimismo, poseen tendencias del modelo investigador como instrumento básico para la comprensión del proceso de enseñanza y aprendizaje, que permita la evolución significativa de las ideas de los alumnos (81,4%), siendo evaluada esta positivamente (86,4%), con base en un aprendizaje procedimental, conceptual y actitudinal (90,5%) y por medio de la utilización de diversos instrumentos (89,4%) con el propósito de evaluar al profesor, a los estudiantes, así como el proceso formativo desarrollado (86,5%).

Referencias

Abell, S. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. In: S. Abell & N. Lederman (Eds.). *Handbook of research on science education*, pp.1105-1149. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Abell, S. K. (2008). Twenty years later: Does Pedagogical Content Knowledge remain a useful idea? In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1405-1416.

Berry, A.; Loughran, J. & Van Driel, J. (2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. In: *International Journal of Science Education*, 30, pp. 1271-1279.

Buitink, J. (2009). What and how do student teachers learn during school-based teacher education. In: *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 25(1), pp. 118-127.

García Pérez, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. En: *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* [en línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-207.htm>. ISSN 1138-9796. 5(207).

Henze, I.; Van Driel, J. H. & Verloop, N. (2008). Development of experienced science teachers' pedagogical content knowledge of models of the solar system and the universe. In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1321-1342.

Marín, N. & Benarroch, A. (2010). Cuestionario de opciones múltiples para evaluar creencias sobre el aprendizaje de las ciencias. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), pp. 245-260.

Martín del Pozo, R. & Porlán, R. (2002). Las ideas de los alumnos como ámbitos de investigación profesional. En: 4: *xx Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, La Laguna, pp. 387-395.

Martín del Pozo, R., & Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la educación secundaria: Los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, pp. 63-79.

Martín del Pozo, R.; Porlan, R. & Rivero, A. (2011). The progression of prospective teachers' conceptions of school science content. In: *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), pp. 291-312.

Martínez, M.; Martín del Pozo, R.; Rodrigo, M.; Varela, P.; Fernández, P. & Guerrero, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de Secundaria? En: *Enseñanza de las ciencias*, 19(1), pp. 67-87.

Meyer, H.; Tabachnick, R.; Hewson, P.; Lemberger, J. & Park, H. (1999). Relationships between prospective elementary teachers' classroom practice and their conceptions of biology and of teaching science. In: *Science Education* 83, pp. 323-346.

Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1281-1299.

Nuangchalem, P. (2011). In-service science teachers' pedagogical content knowledge. In: *Online Submission*, 2, pp. 33-37. *Nuevas formas de pensar la*

enseñanza y el aprendizaje: Las concepciones de profesores y alumnos (2006). Graó.

Padilla, K.; Ponce de León, A. M.; Rembado, F. M. & Garritz, A. (2008). Undergraduate professors' pedagogical content knowledge: The case of "amount of substance". In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1389-1404.

Porlán Ariza, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A. M.; Harres, J. B. S.; Azcaráte Goded, M. d. P. & Pizzato, M. C. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. En: *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 28(1), pp. 31-46.

Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Porlán, R. (1993). *Constructivismo y escuela*. Sevilla: Díada.

Porlán, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A.; Harres, J.; Azcaráte, P. & Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), pp. 31-46.

Porlán, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A.; Harres, J.; Azcaráte, P. & Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: Itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), pp. 353-370.

Porlán, R. & Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.

Porlán, R.; Rivero, A. & Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 271-288.

Rivero, A.; Azcarate, P.; Porlan, R.; Del Pozo, R. M. & Harres, J. (2011). The progression of prospective primary teachers' conceptions of the methodology of teaching. In: *Research in Science Education*, 41(5), pp. 739-769.

Rivero, A.; Martín Del Pozo, R.; Solís, E.; Porlán, R. y Hamed, S. (2012). Conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de los futuros maestros: un instrumento para detectarlo. En: *Actas xxv Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 559-568. España: Universidad de Santiago de Compostela.

Schneider, R. & Plasman, K. (2011). Science teacher learning progressions: A review of science teachers' pedagogical content knowledge development. In: *Review of Educational Research*, 81(4), pp. 530-565.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge Growth in Teaching. In: *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. In: *Harvard Educational Review*, 57(1), pp. 1-22.

Tang, S. Y. F. (2010). Teachers' professional knowledge construction in assessment for learning. In: *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 16(6), pp. 665-678.

Van Driel, J. H. & Berry, A. (2012). Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge. In: *Educational Researcher*, 41(1), pp. 26-28.

Wang, J. & Lin, S. (2008). Examining reflective thinking: A study of changes in methods students' conceptions and understandings of inquiry teaching. In: *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), pp. 459-479.

ANEXO 1: Cuestionario definitivo

Contenidos	Completo desacuerdo	Completo acuerdo
1. En la enseñanza de la ciencia, los contenidos deben ser relevantes para la vida cotidiana y la integración social de las personas.	1	2 3 4 5 6
2. Los contenidos de cada tema deberán formularse tal y como aparecen en los libros de texto.	1	2 3 4 5 6
3. En los contenidos científicos se deben considerar no solamente los conceptos, sino también los procedimientos y las actitudes.	1	2 3 4 5 6
4. Para los alumnos tiene más sentido investigar sobre problemas que les interesen que el habitual listado de temas.	1	2 3 4 5 6
5. Los contenidos escolares de ciencias son una versión simplificada de los contenidos más importantes del conocimiento científico.	1	2 3 4 5 6
6. Los contenidos científicos deben incluir los procesos característicos de la actividad científica (observación, hipótesis, etc.).	1	2 3 4 5 6
7. Los libros de texto realizan una buena selección de los contenidos a enseñar, por lo que el profesor no tiene que realizar esta tarea.	1	2 3 4 5 6

8. Para seleccionar y secuenciar los contenidos escolares de ciencias hay que tener en cuenta varios referentes (las ideas de los alumnos, la historia de la ciencia, el contexto en el que vive el alumno...).	1 2 3 4 5 6
9. En las aulas se deben enseñar los contenidos de tipo conceptual (datos, leyes, teorías...), ya que son los contenidos científicos esenciales.	1 2 3 4 5 6
10. Los llamados contenidos procedimentales y actitudinales no tienen mucho interés en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.	1 2 3 4 5 6
11. Los contenidos escolares son una forma peculiar de conocimiento, distinta al conocimiento científico y al conocimiento cotidiano.	1 2 3 4 5 6
12. Los contenidos se deben presentar a los alumnos con la misma organización y secuencia que se estudian en la universidad.	1 2 3 4 5 6
Ideas de los Alumnos	
13. Los alumnos interpretan personalmente la información que perciben de la realidad.	1 2 3 4 5 6
14. Los alumnos aprenden cuando incorporan mentalmente los contenidos científicos enseñados.	1 2 3 4 5 6
15. La exploración de las ideas de los alumnos se debe realizar al inicio de un tema para determinar el nivel de partida.	1 2 3 4 5 6
16. El debate de las ideas e intereses de los alumnos a lo largo de todo el proceso de enseñanza es imprescindible para aprender ciencias.	1 2 3 4 5 6
17. El aprendizaje ocurre cuando los errores conceptuales de los alumnos son sustituidos por ideas científicas correctas.	1 2 3 4 5 6
18. Los resultados de la exploración inicial de las ideas de los alumnos respecto a un tema concreto interesan únicamente al profesor.	1 2 3 4 5 6
19. Aprender implica reelaborar las ideas propias de forma progresiva a través de la interacción con distintas fuentes de información.	1 2 3 4 5 6
20. La manifestación de ideas e intereses de los alumnos a lo largo de la enseñanza de un tema provocan cambios en la planificación docente.	1 2 3 4 5 6
21. El aprendizaje de los alumnos puede ser diferente del previsto por el profesor aunque la enseñanza esté muy bien fundamentada.	1 2 3 4 5 6

22. Las ideas que los alumnos usan habitualmente en su vida cotidiana constituyen un conocimiento alternativo al conocimiento científico.	1 2 3 4 5 6
23. Los alumnos no tienen capacidad para elaborar espontáneamente, por ellos mismos, ideas acerca del mundo natural y social que les rodea.	1 2 3 4 5 6
24. Las ideas de los alumnos sobre los conceptos de ciencias suelen ser erróneas y de poca utilidad.	1 2 3 4 5 6
Metodología	
25. Las actividades son situaciones para aclarar, reforzar o comprobar la teoría.	1 2 3 4 5 6
26. Las actividades deben ser diversas, de forma que respondan a la finalidad educativa, el contenido tratado y las características de los alumnos.	1 2 3 4 5 6
27. La investigación en el aula de problemas interesantes para el alumno fomenta el aprendizaje de contenidos concretos.	1 2 3 4 5 6
28. La secuencia de las actividades viene determinada exclusivamente por el orden en el que se pretenden enseñar los contenidos.	1 2 3 4 5 6
29. La explicación verbal de los temas es la actividad básica para que el alumno aprenda los contenidos a enseñar.	1 2 3 4 5 6
30. Las actividades pretenden facilitar que el alumno construya los conocimientos.	1 2 3 4 5 6
31. Las actividades que se proponen en un buen libro de texto son imprescindibles y suficientes para la enseñanza de las ciencias.	1 2 3 4 5 6
32. Para que los alumnos puedan realizar actividades, primero hay que proporcionarles una base teórica.	1 2 3 4 5 6
33. Las experiencias prácticas son actividades imprescindibles para la construcción de conocimientos significativos por el alumno.	1 2 3 4 5 6
34. Las actividades deben ordenarse de manera que faciliten la evolución de las ideas de los alumnos sobre los contenidos de enseñanza.	1 2 3 4 5 6
35. Las actividades deben generar un ambiente y dinámico en el aula que potencie la interacción entre los alumnos y de estos con distintas fuentes de información.	1 2 3 4 5 6
36. Con las actividades se consigue que los alumnos estén ocupados y que exista un ambiente de «orden» en el aula.	1 2 3 4 5 6
Evaluación	

37. En la evaluación debe preocuparnos tanto el aprendizaje como la enseñanza.	1 2 3 4 5 6
38. La corrección de un examen la debe realizar el profesor sin conocer al autor para evitar influencias en la calificación.	1 2 3 4 5 6
39. En la evaluación debe utilizarse el máximo número de instrumentos posible (cuadernos de clase, registros de participación, trabajo en el laboratorio, informes de autoevaluación, etc.).	1 2 3 4 5 6
40. Cuando se evalúa a los alumnos se debe considerar el aprendizaje de procedimientos y actitudes, además del de conceptos.	1 2 3 4 5 6
41. La evaluación es necesaria, fundamentalmente, para decidir sobre la promoción del alumno.	1 2 3 4 5 6
42. La evaluación es un instrumento básico para comprender y mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.	1 2 3 4 5 6
43. El nivel que deben alcanzar los alumnos en el momento de la evaluación es el fijado en la programación del profesor.	1 2 3 4 5 6
44. El instrumento básico y más fiable para la evaluación de los aprendizajes es el examen escrito.	1 2 3 4 5 6
45. En una evaluación lo fundamental es determinar el nivel alcanzado en los aprendizajes conceptuales del alumno.	1 2 3 4 5 6
46. Se deben preparar instrumentos de evaluación para evaluar a los alumnos, al profesor y a la enseñanza desarrollada.	1 2 3 4 5 6
47. Los alumnos deben ser evaluados positivamente si hay una evolución significativa de sus propias ideas, aunque estas no lleguen a la formulación más adecuada.	1 2 3 4 5 6
48. La evaluación debe centrarse en medir el nivel alcanzado por los alumnos respecto a los objetivos previstos.	1 2 3 4 5 6