



¿Cómo utilizan los maestros en formación inicial sus conocimientos didácticos en el diseño de una prueba experiencial para evaluar subcompetencias de estudiantes de educación primaria?

How do teachers in initial training use their didactic knowledge in the design of an experiential test to evaluate subcompetences of primary education students?

Carlos de Pro Chereguini, Antonio de Pro Bueno
Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.
cpro@um.es, nono@um.es

Francisca José Serrano Pastor
Dpto. Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Murcia.
fserran@um.es

RESUMEN • Partiendo de la importancia de los conocimientos didácticos en la formación inicial de los maestros, es preciso conocer qué han aprendido nuestros estudiantes, tras cursar la titulación de Maestro (especialidad Educación Primaria). Por ello, en el contexto de una prueba escrita en la última asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), tuvieron que diseñar una prueba para valorar los aprendizajes de unos niños de educación primaria sobre el tema de «Máquinas y dispositivos mecánicos». Los resultados muestran los logros conseguidos con nuestra intervención, pero también las limitaciones y obstáculos que no han superado.

PALABRAS CLAVE: formación inicial de maestros; conocimientos didácticos; diseño de prueba experiencial; competencias y subcompetencias; dispositivos y máquinas mecánicas.

ABSTRACT • Based on the importance of didactic knowledge in the initial training of teachers, it is necessary to know what have learned our students, after completing the degree of Teacher (Primary Education specialty). Therefore, in the context of a test written in the last subject of Didactics of Experimental Sciences (DCE), they had to design a test to assess the learning of primary school children on the subject of «Mechanical machines and devices». The results show the achievements of our intervention, but also the limitations and obstacles that they have not overcome.

KEYWORDS: initial training of teachers; didactic knowledge; experimental test design; skills and subcompetences; mechanical devices and machines.

Recepción: noviembre 2017 • Aceptación: febrero 2018 • Publicación: junio 2018

de Pro Chereguini, C. de Pro Bueno, A., & Serrano Pastor, F. J. (2018). ¿Cómo utilizan los maestros en formación inicial sus conocimientos didácticos en el diseño de una prueba experiencial para evaluar subcompetencias de estudiantes de educación primaria?. *Enseñanza de las ciencias*, 36(2), 43-62.

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

La formación inicial de maestros ha sufrido muchos vaivenes en nuestro sistema educativo y, en consecuencia, el papel que han desempeñado las ciencias y la didáctica de las ciencias experimentales (DCE) en las distintas reformas que se han planteado (Román y Cano, 2008; Manso, 2010; Baelo y Arias, 2011). Hemos tenido que formar a maestros especialistas, permeables, generalistas, con menciones..., y hemos pasado de ser los protagonistas de una especialidad (la de profesor de EGB especialista en Matemáticas y Ciencias) a ser un área más, entre otras, que teóricamente debería contribuir al desarrollo de unas capacidades o de unas competencias que se consideran necesarias para iniciarse en la labor profesional de un maestro.

El modelo de «formación inicial compartida» por diferentes áreas –con sus diversas formulaciones– no parece haberse asumido en nuestras facultades. Tras la «guerra inicial por los créditos», en la que reconocemos un cierto debate sobre las titulaciones, en la mayor parte de las universidades, cada área de conocimientos plantea los programas de las materias de su competencia y organiza la docencia que le *toca*. Parece existir un pacto de «no intromisión» y cada área trata de contribuir «a su manera» a ese objetivo común que es la formación inicial de maestros. Dejamos a unos *aprendices* –nuestros estudiantes– que integren los conocimientos impartidos en las distintas materias (Didáctica y Organización, Psicología, las *otras* didácticas...). ¿Compartimos, desde las diferentes asignaturas, el mismo modelo de maestro en educación primaria? Con esta *estrategia*, ¿sabemos en qué estamos acertando, qué contenidos repetimos o qué contradicciones o disyuntivas «deben resolver» los futuros maestros? Y, sobre todo, ¿qué estamos omitiendo e ignorando de sus necesidades formativas?

Por otro lado, si asumimos que «ser maestro» es una profesión que se desarrolla a lo largo de la vida, deberíamos ser capaces de explicitar, por ejemplo, qué diferencias deberían existir entre las competencias deseables para nuestros estudiantes, las recomendables a un maestro que accede a la profesión docente o las exigibles a uno que ya es el responsable académico de un aula. También habría que clarificar qué debería saber, saber hacer, saber ser y estar... un maestro en su formación inicial como requisito previo para las siguientes fases de su desarrollo profesional: ¿qué debemos mantener, introducir, modificar o desechar en las materias de DCE para cumplir la función que tenemos en la formación inicial –y no en otra– de los maestros?

No obstante, más allá de las discrepancias que podamos tener los formadores sobre «lo prioritario» en la formación inicial de los maestros, creemos que podríamos compartir que, por lo menos, deberíamos atender las necesidades profesionales más inmediatas, es decir, qué deben aprender nuestros estudiantes para enseñar ciencias durante sus prácticas de enseñanza (PdE). Si, una vez atendidos estos conocimientos, se quieren aportar más, obviamente que se haga, pero sin menoscabar las necesidades del primer escalón de la práctica profesional de un docente. Si no lo hacemos, quizás habría que plantearse qué debemos impartir –de todo el cuerpo de conocimientos de la DCE– para la formación inicial de maestros.

Por último, quisiéramos añadir unos factores que, desde nuestra perspectiva, deberían tenerse presentes en los grados de maestros del siglo XXI: la internacionalización, la interculturalidad, las acciones de voluntariado, las TIC, la cooperación y el desarrollo, el bienestar sostenible... Y, coherentemente con ello, habría que plantearse cómo podemos y debemos contribuir desde nuestras materias de DCE a la formación inicial de maestros en este nuevo escenario educativo. Dicho de otra manera, ¿qué cambios deberíamos introducir en la DCE que impartimos para afrontar estos retos?

Sin tener respuestas sobre nuestro papel en el «modelo de formación colectiva», las necesidades formativas que deberíamos atender, los nuevos retos a los que debemos enfrentarnos, etc., es difícil concretar qué tendríamos que hacer, desde la DCE, en el Grado de Educación Primaria. No obstante, si identificamos las necesidades del futuro maestro durante las PdE, la tarea parece menos compleja. Obviamente, en un trabajo no podemos ocuparnos de todas; en este nos centramos en una de ellas.

ALGUNAS NECESIDADES DE LAS PDE: LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DEL ALUMNADO

En la figura 1 se recogen ideas para comprender nuestra visión de las Pde, qué elementos integra, qué debe saber y saber hacer el futuro profesor... (Pro, 2011).

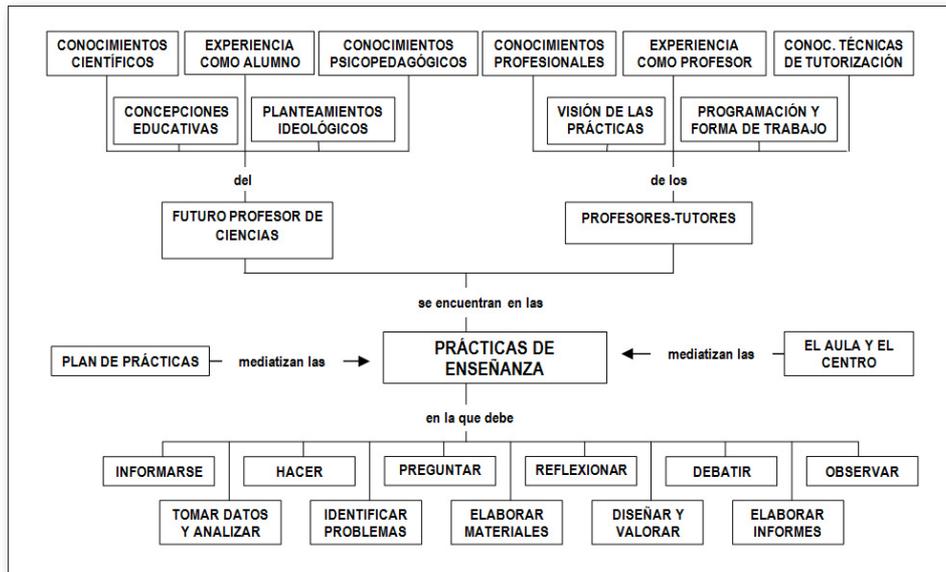


Fig. 1. Modelo de prácticas de enseñanza (Pro, 2011).

Es decir, entre las acciones que deben saber realizar los futuros maestros estarían el acercamiento reflexivo al centro, a las aulas y al alumnado; la observación de maestros en las clases de ciencias; la participación en actividades escolares y extraescolares del colegio; la planificación de intervenciones concretas y la elaboración de los materiales correspondientes; la gestión de un aula; la puesta en práctica de actividades diseñadas... y, por supuesto, la evaluación de los aprendizajes.

Por otro lado, la Orden ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, establece los requisitos para verificar el Grado en Educación Primaria y fija las competencias que deberían adquirirse; entre otras menciona: «Controlar y hacer el seguimiento del proceso educativo y en particular el de enseñanza-aprendizaje mediante el dominio de las técnicas y estrategias necesarias». Por tanto, la evaluación del aprendizaje científico del alumnado de EP forma parte del conocimiento didáctico que debe aprender el futuro maestro (Stake, 2006; Sanmartí, 2008; Álvarez, 2009; Black y William, 2009; Lyon, 2011...). Es decir, nuestros estudiantes deben conocer qué es la evaluación, y que no se limite a calificar, sino que permita:

- recoger información con los calificativos de objetiva, fiable, rigurosa...;
- permitir detectar los logros, las dificultades o las carencias del proceso de aprendizaje;
- conocer qué ha funcionado, qué hay que modificar, qué ha faltado en la enseñanza, y
- tomar decisiones en y sobre la práctica educativa.

Además, el futuro maestro debería ser capaz de: identificar la intencionalidad –global y de cada ítem– de los instrumentos de recogida de información; contrastar y elegir una estrategia adecuada para evaluar una variable concreta; diseñar y aplicar pruebas, cuestionarios, entrevistas, protocolos de observación, etc., para valorar el proceso de enseñanza o de aprendizaje; analizar la información recogida; tomar decisiones inmediatas y a más largo plazo a partir de unos datos; etc.

Por otro lado, parece razonable pensar que los instrumentos de evaluación del aprendizaje de las diferentes disciplinas deberían tener elementos singulares. Estos derivan de la naturaleza del conocimiento implicado, del papel que le asignemos en la formación o del modelo de materia que queramos compartir con los estudiantes. De este modo, las pruebas para evaluar el aprendizaje en Lengua, Matemáticas o Ciencias deberían ser distintas, a menos que nuestra intención sea valorar algo común (por ejemplo, si han memorizado los contenidos en las tres materias).

Hay muchas contribuciones que se han ocupado de cómo evalúan los profesores en su formación inicial en el ámbito del aprendizaje científico (Solís, 2005; Nilsson, 2008; Buck, Trauth-Nare y Kaftan, 2010; Wang, Kao y Linn, 2010; Remesal, 2011; López y Solís, 2016...). No obstante, creemos que no siempre se han tenido en cuenta las características propias de las ciencias. Por eso, en la educación primaria nos parece interesante utilizar las que llamamos «pruebas experienciales».

Con estas pruebas se pretende valorar el uso o la transferencia que hace el entrevistado de sus conocimientos científicos ante un hecho o un fenómeno observable. Para ello, el maestro o el que pase la prueba realiza una experiencia o proyecta un vídeo (que recoja una) ante el alumnado. Estos, tras observarla o visionar la proyección, deben responder cuestiones en las que subyacen unos contenidos o unas competencias. Las hemos ejemplificado en otros trabajos (entre otros, García-Estañ *et al.*, 1988; Pro, 2005; Pro y Rodríguez, 2010; Pro, 2011; Vera y Pro, 2012).

Por lo tanto, las pruebas experienciales permiten apreciar cómo el alumnado utiliza sus conocimientos ante una experiencia real o filmada. Indudablemente no pretende valorar todos los aprendizajes, previos o adquiridos tras una propuesta de enseñanza (la ciencia escolar que necesita un ciudadano es mucho más *amplia*), pero puede aportarnos información útil sobre los contenidos (conceptos, procedimientos, actitudes, etc.) o las competencias (conocimiento e interacción con el mundo físico, argumentación, comunicación lingüística, etc.) que el estudiante ha aprendido; incluso, en contrastes longitudinales, nos podría facilitar información sobre logros, dificultades, etc., para mejorar el currículum.

Dado el potencial de estos instrumentos, se pensó que podía ser una herramienta útil e interesante para que los estudiantes pudieran utilizarlas en las PdE. Por ello, se incluyeron en su proceso formativo y, tras terminar este, nos planteamos:

¿Cómo utilizan sus conocimientos didácticos los maestros, al terminar su formación inicial, cuando deben diseñar una prueba experiencial sobre «Dispositivos y máquinas mecánicas» para evaluar la adquisición de subcompetencias por parte del alumnado de educación primaria?

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia, centrada en valorar la repercusión de lo que hacemos en la formación inicial de los maestros. Pensamos que la investigación es una herramienta que permite mejorar la docencia. Si hemos defendido la importancia y conveniencia de que el profesorado de otros niveles investigue en y sobre su propia acción educativa, parece coherente hacerlo en y sobre la nuestra. Ya hemos difundido algunos resultados (entre otros, Pro y Nortés, 2013 y 2016; Pro, Pro y Serrano, 2016 y 2017).

Pretendíamos estudiar cómo utilizaban los estudiantes unos conocimientos didácticos para diseñar actividades de evaluación de subcompetencias de conocimiento e interacción con el mundo físico, una vez finalizado su periodo de formación inicial. Usamos un diseño de tipo diagnóstico.

Participantes

Se utilizó una muestra incidental (nuestro alumnado). Eran alumnos que finalizaban sus estudios de maestro (especialidad Educación Primaria) en la Universidad de Murcia. Recogimos la información de 97, los que se presentaron al examen final de la última asignatura de DCE en su formación inicial.

Eran 82 mujeres y 15 hombres; casi un 20 % tenían más de 30 años, «estudiantes maduros» en la universidad. Todos habían cursado las asignaturas Ciencias de la Naturaleza en segundo y Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza en tercero. También habían realizado los periodos de PdE previstos en la titulación.

Podríamos etiquetarlo como un grupo bueno por sus resultados académicos. Y aunque tenían limitaciones en sus conocimientos científicos y psicopedagógicos, su predisposición, en general, fue positiva hacia la DCE. Trabajaron mucho –tanto en las actividades individuales como grupales– a lo largo del curso: se implicaron en las tareas, colaboraron en su realización, asistían regularmente a las tutorías, entregaban puntualmente los informes... Hubo un buen clima de clase, tanto con el profesor como entre los estudiantes. Otras características ya fueron descritas en trabajos publicados en esta revista (Pro y Nortes, 2016; Pro, Pro y Serrano, 2017).

Contexto

En el plan de estudios del título había dos materias obligatorias de DCE: Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica (5,5 créditos teóricos + 4 créditos prácticos) y Didáctica de las Ciencias Experimentales (5 teóricos + 5 prácticos). Como ya se explicó (Pro, Pro y Serrano, 2016), en nuestro departamento de DCE optamos por una integración de los conocimientos científicos y didácticos.

Teniendo presentes los programas oficiales, para cada bloque de contenido relacionado con las ciencias (Materia, Seres vivos, El ser humano y la salud, El medio natural y La energía), debían identificar qué recogía el currículum; qué contenidos abarcaba y cómo estructurarlos; cuáles eran los logros y los obstáculos en el aprendizaje de estos para los niños de EP; cómo se podían secuenciar los conocimientos que había que enseñar; qué planteamiento metodológico se debía utilizar; qué tipo de actividades tenían que emplearse, y cómo evaluar el aprendizaje adquirido.

La descripción de los materiales concretos utilizados se puede ver en Sánchez, Bernal, García-Estañ, Guzmán y Valcárcel (2005), y en Banet, Jaén y Pro (2005). Como ejemplo, un esquema de los contenidos trabajados en los temas del Bloque de Energía se recoge en la figura 2.

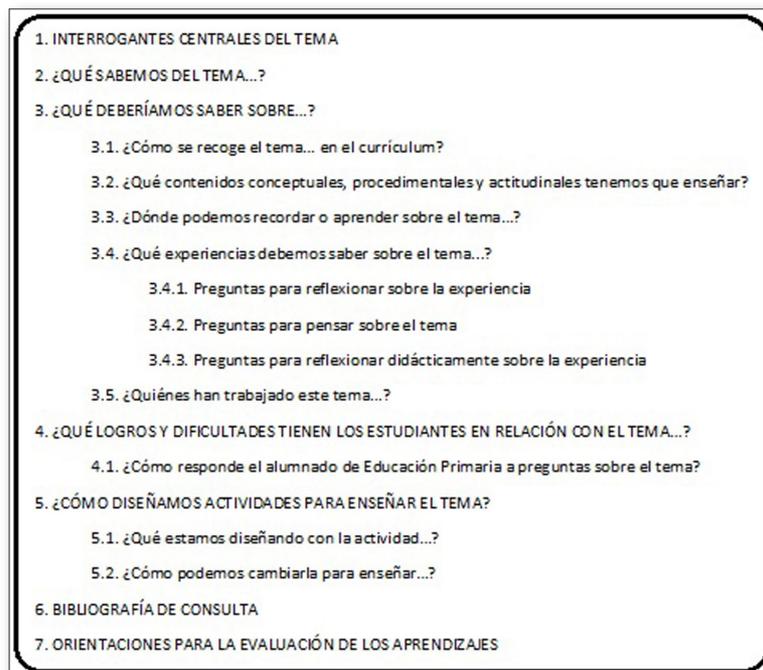


Fig. 2. Esquema de los contenidos de un tema (Pro, Pro y Serrano, 2017).

Con la entrada en vigor de la LOE, se añadieron unos conocimientos sobre las competencias que afectaban fundamentalmente al apartado 3.1, aunque también incidieron en el 3.2 y en el 5 (completo). En primer lugar, se trató de responder a unos interrogantes de carácter general:

- Qué son las competencias.
- Qué y cuáles son las competencias básicas.
- Para qué se incluyen en los currículos de los países de la Unión Europea.

Luego se clarificaron algunas competencias básicas, y que el aprendizaje de las ciencias puede y debe permitir su adquisición de una manera «más directa». También se profundizó en las subcompetencias que las definían. Concretamente, trabajaron:

- la competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico;
- la competencia lingüística;
- la competencia social y ciudadana, y
- la competencia digital.

Las subcompetencias analizadas, en relación con la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, eran:

- *Realización de montaje*: el alumno debe llevar a cabo un montaje para la realización de una experiencia o experimento. Puede ser de dos tipos:
 - con instrucciones (se relata, con detalle, lo que debe hacer o construir el alumnado).
 - sin instrucciones (solo se describe la finalidad del montaje, pero no cómo hacerlo).
- *Descripción de observación*: cuando el alumno debe describir algo que ha visto de la experiencia realizada por el aplicador de la prueba. Pueden ser de distintos tipos:
 - por relato (la respuesta exige un relato del entrevistado para describir lo observado).
 - por contraste (la descripción de la observación exige solo elegir una opción: más o menos largo, más o menos peso, más o menos tiempo...).
 - mediatizada por un modelo o concepción (la observación está mediatizada por una creencia o una idea previa).
- *Interpretación de observación*: se pide al estudiante que explique o justifique científicamente algo que ha observado.
- *Medición*: cuestiones referidas a dicho proceso, lo que abarca la manipulación de los instrumentos o aparatos de medida, el calibrado, la lectura, las unidades, etc.
- *Tabulación y representación de datos*: a partir de unos datos –teóricos o experimentales– se pide que se representen mediante tablas, gráficas, histogramas o diagramas.
- *Realización de predicción*: el estudiante, apoyándose en lo que ha observado, debe predecir qué ocurriría si se modifica algo. Podemos distinguir entre:
 - si todos los objetos o circunstancias modificados eran observables.
 - si no eran observables todos los objetos o circunstancias por las que se pregunta.
- *Interpretación de predicción*: se pide al estudiante que explique o justifique científicamente algo que ha predicho.
- *Establecimiento de conclusiones*: a partir de una serie de datos y tras el debido análisis de estos, se establecen las consecuencias o conclusiones.
- *Aplicación a nuevas situaciones*: cuestiones de la vida cotidiana planteadas sobre la temática de la prueba experiencial. Podría llevar consigo: identificación de problemas, relaciones entre variables, análisis de situaciones, etc.

Los participantes habían analizado actividades prácticas recogidas en libros de texto y pruebas de evaluación de aprendizajes. Habían identificado y analizado la intencionalidad (en particular qué contenidos y competencias se pretendían trabajar o evaluar). Habían contrastado algunas para apreciar semejanzas y diferencias y valorar su idoneidad en función de las finalidades educativas. Y habían modificado para incluir otros contenidos (procedimientos y actitudes) o subcompetencias.

Por último, las pruebas experienciales se utilizan preferentemente para evaluar la adquisición de la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, y aunque no permiten valorar todas sus subcompetencias pueden ocuparse de algunas: observación u observación por relato (O u OR); observación por contraste (OC); interpretación de observación (IO); predicción (P); interpretación de predicción (IP); aplicación (A) e interpretación de aplicación (IA), etc.

Instrumento de recogida de información

Entre las preguntas incluidas en el examen final de la asignatura –una prueba escrita– cada estudiante debía diseñar una prueba experiencial para evaluar el aprendizaje del alumnado de EP en el tema «Dispositivos y máquinas mecánicas». En la siguiente figura se recoge el texto de la cuestión; habitualmente se planteaban dos opciones para que el estudiante eligiera una (en este caso, la polea móvil y la rampa).

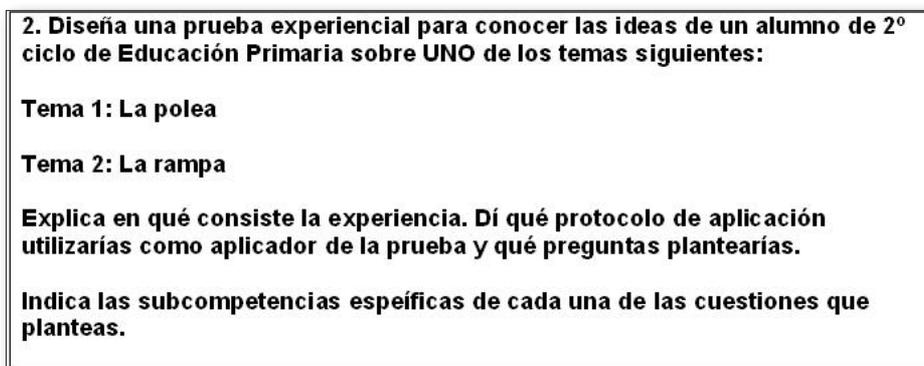


Fig. 3. Planteamiento de la prueba experiencial.

Como podemos ver, debían describir la experiencia que realizarían o mostrarían y explicarla con argumentos y razonamientos de carácter científico, indicar el protocolo que usarían para aplicar la prueba, especificar las preguntas que plantearían y señalar sus correspondientes subcompetencias.

Por último, para clarificar y organizar nuestro estudio desdoblamos el problema principal en cuatro subproblemas:

- SP1. ¿Se ajustaban las propuestas a los requisitos planteados en la actividad?
- SP2. ¿Qué aciertos tuvieron a la hora de identificar subcompetencias?
- SP3. ¿Qué dificultades tenían a la hora de utilizar subcompetencias?
- SP4. ¿Qué errores conceptuales han tenido en el diseño de la prueba de evaluación?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para describir los resultados, mantenemos la división en subproblemas. Utilizamos la simbología mencionada de las subcompetencias y, en cuanto a los autores de las respuestas, *A1, A2, A3...*

Hubo una confusión importante que describimos en SP1. No obstante, con independencia de este error hemos estudiado si asociaban adecuadamente las subcompetencias a las cuestiones planteadas o

si habían deslizado errores conceptuales en el diseño de la prueba (o en el diseño de la actividad, si se habían confundido), que son objeto de los demás subproblemas del trabajo (SP2, SP3 y SP4).

SP1. ¿Se ajustaban las propuestas a los requisitos planteados en la actividad?

Una medida de la comprensión de la tarea, de la atención de los participantes o de la implicación es el ajuste de sus propuestas a las exigencias del enunciado. Al respecto señalaremos algunos datos:

- a) El primer problema que nos encontramos fue que no llegó a un tercio (30/97) el alumnado que realmente planteó una prueba experiencial. Muchos respondieron como si tuvieran que impartir una clase y no pasar una prueba de evaluación. Este obstáculo –no diferenciar una actividad de una prueba– no era nuevo, puesto que se había detectado durante el proceso formativo, y aunque parecía que ya se había aclarado, las respuestas pusieron de manifiesto que no era así. Por otro lado, algunos (9/97) que escogieron una rampa, dejaban caer objetos, lo que hacía que no actuara como máquina.
- b) En cuanto a la descripción de la experiencia, a pesar de las recomendaciones para que se usara más de un montaje (la observación por contraste es más fácil que por relato para un alumno de EP), solo lo utilizaron 15 de los 30, que plantearon realmente una prueba experiencial. En las figuras 4a, 4b y 4c se recogen algunos ejemplos.

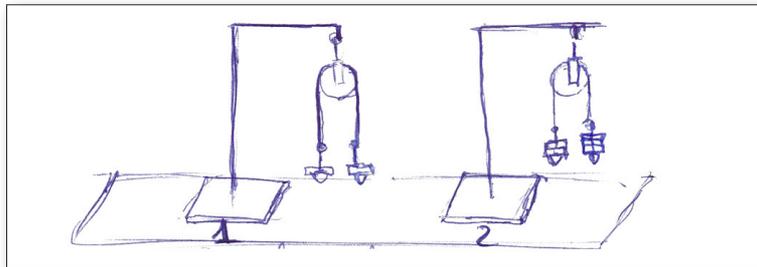


Fig. 4a. Ejemplo de representación de montajes de polea (con 2 dibujos) del alumno A19.

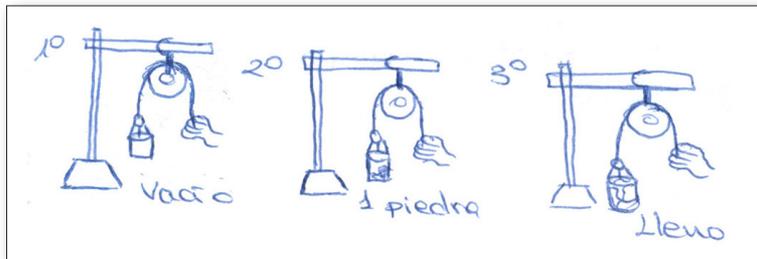


Fig. 4b. Ejemplo de representación de montajes de polea (con 3 dibujos) del alumno A27.

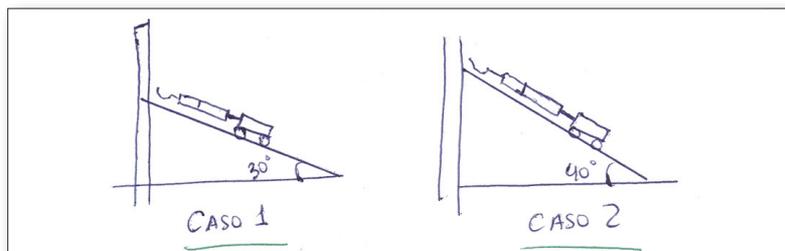


Fig. 4c. Ejemplo de representación de montajes de rampa (con 2 dibujos) del alumno A25.

- c) En cuanto al protocolo para pasar la prueba, la mayoría (18/30) llamó la atención de los niños de forma adecuada. Unos ejemplos serían:
- El profesor es el que realiza el montaje y los alumnos tienen que observar y contestar a las siguientes preguntas. Se les dice a los niños que estén atentos, pues solo repetiremos la experiencia una sola vez (A12).
 - Cada experiencia la realizará el docente una vez para que el niño observe el grado de deformación que experimenta el muelle al elevar el carrito. Indicándoles antes de cada experiencia que deben estar muy atentos, para que no pierdan ningún detalle (A16).

Aun así hubo un porcentaje importante (12/30) que incluyó información innecesaria o datos que predisponían a una respuesta (explicaciones detalladas de la experiencia, identificación de las partes de las máquinas, medidas de dinamómetros o ángulos, etc.). Se trata de errores que desvirtúan bastante el sentido de una prueba que pretende recabar información y no facilitarla.

En resumen, muchos participantes, con independencia de su grado de acierto en las subcompetencias asociadas a las preguntas planteadas, tuvieron problemas para atender o cumplir con las exigencias del enunciado. Es difícil interpretar esta situación, ya que se habían realizado ejercicios en clase, pero, como ocurre con el aprendizaje de las ciencias, los contenidos de DCE, por muy evidentes que los consideremos, tienen su dificultad para ser aprendidos.

SP2. ¿Qué aciertos tienen a la hora de identificar subcompetencias?

Dejando a un lado el error mencionado, respecto al número de preguntas exigidas (entre 7 y 10), los alumnos plantearon 844 (incluimos los que confundieron la prueba con una actividad de enseñanza), lo que se sitúa en el intervalo previsto de 679 a 970 cuestiones para los 97 alumnos. No obstante, muchos no se ajustaron en ambos sentidos: una quinta parte no llegó al mínimo establecido (A67 no hizo preguntas) y más de la cuarta parte superó el máximo. Aproximadamente, la mitad (49/97) cumplió la exigencia; por ejemplo, A81 propuso las cuestiones de la siguiente figura.

Nº	PREGUNTA	Respuesta de A81	Respuesta deseable
1	En la experiencia 1, ¿cuándo has hecho más esfuerzo, con la cajita vacía o con la cajita llena de piedras?	OC	OC
2	¿Por qué crees que ocurre esto?	IO	IO
3	¿Cuándo haré menos esfuerzo, cuando la caja esté vacía o cuando esté llena?	OC	OC
4	¿Por qué crees que ocurre esto?	IO	IO
5	En la experiencia 2, ¿cuándo has realizado más esfuerzo, con mucha inclinación de la rampa o con poca?	OC	OC
6	¿Por qué crees que ocurre esto?	IO	IO
7	¿Qué crees que pasaría si le pusieramos ruedas a la cajita?	P	P
8	¿Por qué crees que los repartidores de las tiendas utilizan una rampa para meter la mercancía pesada al camión?	A	A
9	¿En qué situaciones de la vida cotidiana podemos utilizar la rampa?	A	A

Fig. 5. Cuestiones planteadas por A81.

Nos ocupamos de las cuestiones planteadas por nuestros estudiantes para evaluar el aprendizaje del alumnado de EP y las subcompetencias asociadas. La siguiente figura recoge el número de preguntas bien planteadas y el número de aciertos sobre las subcompetencias; recordemos que un alumno (A67) no planteó preguntas.

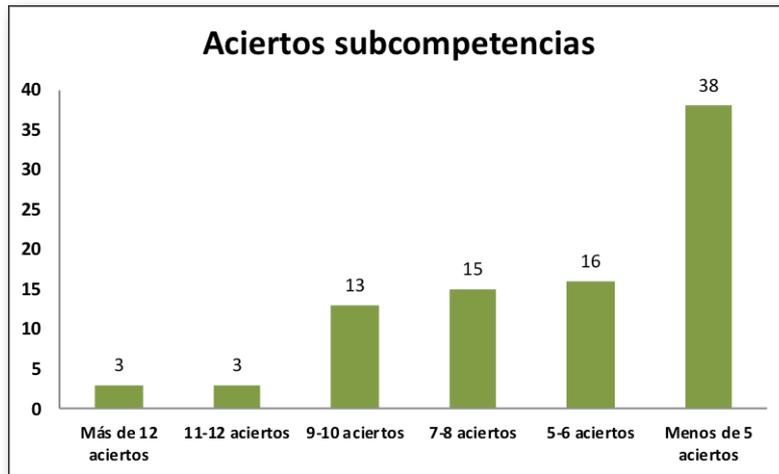


Fig. 6. Aciertos en las subcompetencias de las preguntas planteadas.

A la vista de los resultados, podemos decir que:

- Hubo seis alumnos (A98, A32, A38, A19, A24 y A91) con más de 10 respuestas acertadas (se pedían entre 7 y 10).
- Los alumnos con más de 7 preguntas acertadas solo constituyen el 35 % de los participantes.

Globalmente, los estudiantes identificaron adecuadamente la subcompetencia o subcompetencias subyacentes en 465 (de las 844) cuestiones planteadas, algo más de la mitad.

La tabla 1 recoge las subcompetencias acertadas de Conocimiento e Interacción con el Mundo Físico (CIMF); en «Otras de CIMF» se incluyen otras diferentes a las señaladas («medición», «realización de montajes», «representación gráfica», etc.). También aparecen «Otras subcompetencias que no son de CIMF», la mayoría de comunicación lingüística. En todos los casos se indican el número de aciertos en cada subcompetencia, el número de veces que la señalaron y el porcentaje de aciertos que supone.

Tabla 1.
Tipos y número de aciertos en las subcompetencias.

<i>Tipos de aciertos</i>			
<i>Subcompetencias de Conocimiento e Interacción con el Mundo Físico (CIMF)</i>	<i>Aciertos</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
Observación / Observación por relato (OR)	71	83	86 %
Observación por contraste (OC)	51	113	45 %
Interpretación de una observación (IO)	100	153	65 %
Predicción (P)	122	151	81 %
Interpretación de una predicción (IP)	45	59	76 %
Aplicación (A)	74	97	76 %
Otras de Conocim. e Interacc. Mundo Físico	2	46	4 %
Otras subcompetencias que no son CIMF		142	

A la vista de los resultados, podemos decir que:

- Las subcompetencias más mencionadas fueron «interpretación de una observación», «predicción» y «observación por contraste».
- En seis subcompetencias los porcentajes de acierto superan el 50 %. Son, por este orden, las de «observación / observación por relato», «predicción», «interpretación de predicción», «aplicación» e «interpretación de una observación».
- Con menos del 50 % de aciertos está la subcompetencia «observación por contraste»; muchos mencionaron observación sin especificar el tipo, un error que consideramos menor. Son más preocupantes los resultados en «medición», «realización de montajes» o «representación gráfica».

En definitiva, aunque hubo respuestas no deseables, también se observan logros interesantes, sobre todo si pensamos que las subcompetencias, según los estudiantes, no se habían trabajado en otras materias (excepto en las de DCE y en las PdE), a pesar de que estaban terminando sus estudios. Por otro lado, las preguntas planteadas –y las subcompetencias implicadas– son adecuadas para evaluar el aprendizaje de niños de educación primaria, aunque los resultados son mejorables.

SP3. ¿Qué dificultades tienen a la hora de utilizar subcompetencias?

Los estudiantes plantearon 379 cuestiones en las que no fueron capaces de identificar adecuadamente la subcompetencia o subcompetencias subyacentes, lo que supone un 45 % de las planteadas. En la figura 7 se recoge el número de errores y la frecuencia de alumnos correspondientes; hemos excluido tres que no habían planteado, al menos, cuatro cuestiones (A39, A59 y A67).



Fig. 7. Errores en las subcompetencias de las preguntas planteadas.

A la vista de los resultados obtenidos podemos decir:

- Hubo nueve alumnos (A1, A32, A38, A51, A69, A71, A81, A83, A97) con ningún fallo.
- Más de la mitad presentaban más de tres fallos, datos que resultan preocupantes.

En la siguiente tabla sintetizamos las características de los fallos encontrados. En la primera fila aparecen las subcompetencias mencionadas por los alumnos y en la primera columna las que, en función de las cuestiones que plantearon, podemos considerar deseables. En cuanto a la simbología, además de las señaladas, incluimos «Nada» cuando no mencionaban ninguna subcompetencia.

Tabla 2.
Tipos de fallos encontrados

Subcompetencia deseable	Subcompetencia mencionada por el alumno									Total
	OR	OC	IO	P	IP	A	Otra CIMF	Otra no CIMF	Nada	
Observación por relato (OR)		1				1		9	1	12
Observación por contraste (OC)	47		1	3				11		62
Interpretación de una observación (IO)	12	8		2				24	7	53
Predicción (P)	3	1	1		3	2		17		27
Interpretación de una predicción (IP)			2					6	6	14
Aplicación (A)	3	1		2	2			13	2	23
Otra CIMF	19	3	3	5		1		7	8	46
Sin CIMF	1		1					130	10	142
TOTAL	85	14	8	12	5	4	0	217	34	379

A la vista de la tabla anterior, podemos decir que, en las confusiones más frecuentes, están implicadas las *observaciones*, bien por poner «observación» y no serlo (51 de los 379 errores), por poner otra subcompetencia y ser una observación (26 de los 379 errores) o por confundir las observaciones entre sí (48 de los 379); en total, la tercera parte de los errores.

En cuanto a la subcompetencia «interpretación de observaciones» (IO) encontramos confusiones, pero no tienen un perfil definido. Así, la confunden en un 38 % (20/53) con algún tipo de observación, y en un 45 % (24/53) con subcompetencias que no son de conocimiento e interacción con el mundo físico (Otra no CIMF) (la mayoría son de comunicación lingüística, aunque hay otras).

Respecto a las «predicciones» y la «interpretación de predicciones», las mayores confusiones se dan con subcompetencias que no son de conocimiento e interacción del mundo físico (Otra no CIMF), y de nuevo se confunden con competencias de comunicación lingüística.

Además, los estudiantes plantearon cuestiones cuya subcompetencia deseable no era ninguna de las anteriores (Otra CIMF). Aquí los fallos se dan principalmente porque no identifican, en un 56 % de los casos (24/43), la *medición*, pero, como dijimos, también aparecen otras, como *realización de montajes, representación...*

Por último, hay alumnos que plantearon cuestiones en las que no subyacían subcompetencias de conocimiento e interacción con el mundo físico (Otra no CIMF). Normalmente eran de comunicación lingüística. Estas confusiones se dieron en 142 de los 379 errores detectados, más de la tercera parte, lo que pone de manifiesto que no todos habían comprendido la intención de las pruebas experimentales.

Algunos ejemplos de errores que afectan a diferentes subcompetencias se recogen en la tabla 3. Encontramos la pregunta, la subcompetencia asignada por el alumnado y la respuesta deseable.

Tabla 3.
Ejemplos de respuestas no adecuadas de los alumnos

Ejemplos de preguntas planteadas	Alumno pone	Debería poner
¿La inclinación de la rampa era la misma en las dos experiencias? (A41)	O	OC
¿En qué polea se ha estirado más el muelle? (A45)	O	OC
¿Por qué empujamos el cochecito hacia arriba? (A6)	O	IO
¿Cuántos centímetros se estira el muelle con la inclinación de tres libros? (A7)	O	Medición
¿Por qué crees que pasaría eso? (A3)	IO	IP
Con relación a lo ocurrido con los garbanzos, ¿influye el número de garbanzos en el esfuerzo que realizas? (A72)	IO	Establec. de conclusiones
¿Tiene alguna ventaja la utilización de una polea? (A56)	IP	A
¿Y si la rampa fuese totalmente vertical? (A93)	IP	P
¿En qué polea se realiza menos esfuerzo? (A27)	Identificación de ideas	IO
¿Cómo sacarías agua del aljibe de tu casa? (A11)	Inferencia cercana	A
¿Crees que la polea nos permite «ahorrar fuerza»? (A29)	Inferencia cercana	IO
¿Qué pasaría si le cambiáramos el peso a la taza? (A9)	Inferencia lejana	P
¿Qué quiere decir el término canalillo? (A35)	Significado de término	-
¿Cuáles son los componentes de una polea? (A52)	Inferencia cercana	-

Para una mayor información sobre la competencia de comunicación lingüística, sugerimos algunos de nuestros trabajos (Pro, Pro y Serrano, 2016 y 2017).

SP4. ¿Qué errores conceptuales han tenido en el diseño de la prueba experiencial?

En primer lugar, hemos de señalar que, en la redacción del texto introductorio y, en menor medida, en el planteamiento de las preguntas, se observan carencias importantes de los estudiantes en la comunicación con alumnos de EP: frases largas y enrevesadas, términos complejos o planteamientos difícilmente comprensibles. Creemos que esta situación es preocupante.

Pero, centrándonos en este subproblema, recogemos los errores conceptuales cometidos por los estudiantes en las pruebas experienciales, ya sean en las preguntas que plantean o en las explicaciones que realizan tanto del protocolo de aplicación como de la propia experiencia. Gran parte de ellos coinciden con los que hemos recogido en otros trabajos (Banet, Jaén y Pro, 2005: 216-218; Pro, 2003: 181-187).

En relación con los 55 que eligieron las poleas móviles, se detectaron 99 errores. En la siguiente tabla recogemos los errores y el número de alumnos que los cometen (se indica el porcentaje si es mayor del 10 %).

Tabla 4.
Confusiones conceptuales en las pruebas de poleas

Error cometido	N.º alumnos
Omite el carácter vectorial de las fuerzas	44 (80 %)
Confunde objeto/peso	29 (53 %)
Confunde peso/masa	9 (16 %)
Dice que las máquinas siempre ahorran esfuerzo	6 (11 %)
Confunde volumen/masa o volumen/peso	3
Confunde polea/máquina	2
Confunde alargamiento/fuerza	1
Dice «Con toda mi fuerza...»	1
Confunde dinamómetro/balanza	1
Define de forma inadecuada la resistencia	1
Confunde la tensión máxima dinamómetro	1
Confunde la ley de la polea	1

Se puede apreciar que el error más extendido es la omisión del carácter vectorial de las fuerzas que sostienen el 80 % de los que realizaron la prueba experiencial con la polea. Mostramos, en la figura 8, ejemplos de este tipo de error (se aprecia que la representación no cuida la dirección de las fuerzas).

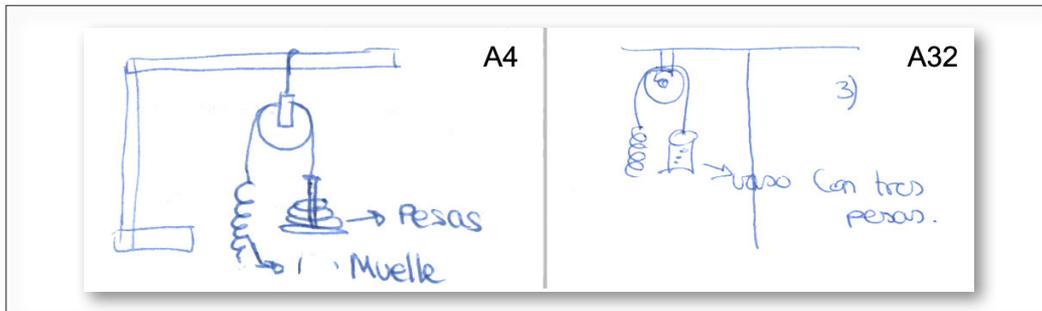


Fig. 8. Ejemplos de errores en la prueba experiencial (polea) de los alumnos A4 y A32.

Hubo otro grupo importante, más de la mitad de los que eligieron la polea, que mencionaban «peso» en lugar de «cuerpo u objeto», de los cuales mostramos los siguientes ejemplos:

- En protocolo de aplicación (A37): «Después de montarla, explicaríamos cada una de sus partes: soporte (donde se apoya la polea); polea (rueda pequeña que gira sobre su eje); la cuerda (que es la que soporta el peso por un lado que recibiría el nombre de *peso*, y el otro lado de la cuerda que es del que se estira para poder levantar el peso del lado contrario, y recibiría el nombre de “fuerza aplicada”»).
- En descripción de la experiencia (A55): «Como ves una polea está tomada por una rueda acanalada con un eje del que podemos colgarla, por el canalillo pasa un hilo, y en los extremos de ese hilo ponemos el peso que queremos levantar y en el otro extremo el muelle con el que vamos a medir el esfuerzo que hacemos para levantarlo».

Aunque es cierto que había errores conceptuales (confundían peso/masa, indicaban que las máquinas siempre ahorran esfuerzos o confundían volumen con masa o peso), también detectamos que, en muchos casos, hubo una falta de preocupación por cuidar el lenguaje científico en la comunicación.

En cuanto a los 38 que eligieron la rampa, en la siguiente tabla se recogen las confusiones con los mismos criterios.

Tabla 5.
Confusiones conceptuales en las pruebas sobre rampas

Error cometido	N.º alumnos
Omite el carácter vectorial de las fuerzas	32 (84 %)
Confunde objeto/peso	12 (32 %)
Dice que una rampa siempre es una máquina	12 (32 %)
Confunde peso/masa	3
Confunde cantidad de objeto/peso	1
Confunde fuerza/energía	1
Confunde volumen/masa	1
Dice que las máquinas siempre ahorran fuerza	1

Para los que eligieron la rampa, se sigue manteniendo como principal error el carácter vectorial de las fuerzas, por encima del 80 %. Ejemplos de este tipo de error se muestran en la siguiente figura.

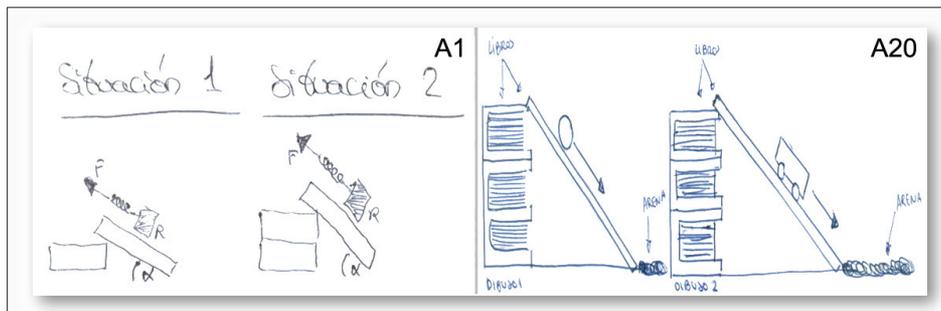


Fig. 9. Ejemplos de errores en la prueba experiencial (rampa) de los alumnos A1 y A20.

Además, hay una presencia importante en la confusión «peso-cuerpo u objeto» y sigue apareciendo la confusión «rampa y máquina», como puede comprobarse en los siguientes ejemplos:

- En descripción de la experiencia (A65): «En primer lugar preparamos los materiales, los cuales serían la rampa, un soporte para poder colocar dicha rampa, un peso y tres objetos de diferente peso (coches de plástico). En segundo lugar, situamos cada uno de los coches en la báscula y anotamos su peso en la pizarra».
- En descripción de la experiencia (A46): «Vamos a trabajar con nuestra amiga “la rampa”. La rampa es una máquina que sirve para subir o bajar objetos realizando un esfuerzo menor que si los levantáramos en peso. Vamos a estudiar cómo influye el peso en la subida de un objeto utilizando la rampa».

Como en el caso de la polea móvil, además de los errores detectados creemos que hay una despreocupación importante por el uso de los términos científicos con cierto rigor.

CONCLUSIONES

Como dijimos, estamos en un «modelo de formación inicial compartida por diferentes áreas» que colectivamente debe permitir a los futuros maestros la adquisición de unas competencias. Entre estas aparece: «Controlar y hacer el seguimiento del proceso educativo y en particular el de enseñanza-aprendizaje mediante el dominio de las técnicas y estrategias necesarias». Por lo tanto, nuestros estudiantes, al finalizar sus estudios, deben ser capaces, entre otras tareas, de diseñar técnicas y estrategias para valorar el aprendizaje del alumnado de educación primaria.

Entendemos que, desde las áreas psicopedagógicas y las didácticas específicas que intervienen en la titulación, se deberían trabajar los principios generales de lo que supone y pretende la evaluación, las técnicas generales y específicas de cada materia que pueden utilizarse, las estrategias para analizar los datos obtenidos y, por supuesto, algunas pautas o criterios para tomar decisiones en función de los resultados de dicha evaluación. Obviamente, no hemos entrado en lo que se ha hecho en otras áreas de conocimiento; lo cierto es que, por lo menos en las materias de Didáctica de las Ciencias Experimentales, nos aseguramos que se abordarán unos contenidos determinados (entre ellos, el diseño de pruebas experienciales, la competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico, las subcompetencias asociadas, etc.).

Tras finalizar la intervención, quisimos analizar los efectos de esta. Por ello buscamos respuestas al interrogante «¿Cómo utilizan sus conocimientos didácticos los maestros, al terminar su formación inicial, cuando deben diseñar una prueba experiencial sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” para evaluar la adquisición de subcompetencias por parte del alumnado de educación primaria?».

Les pedimos que diseñaran una prueba con unas características (7 a 10 cuestiones, elección entre dos temas, subcompetencias de cada ítem, etc.) para valorar el aprendizaje de unos alumnos de EP. Lo hicimos en un contexto en el que se implicaran en la realización de la tarea.

En cuanto a los resultados obtenidos, nos encontramos con que no llegaron a un tercio los que realmente plantearon una prueba para evaluar el aprendizaje del alumnado. Una gran mayoría respondieron como si tuvieran que impartir una clase práctica. No diferenciar una actividad de una prueba de evaluación resulta preocupante para unos maestros que están finalizando su formación. Queremos pensar que otras circunstancias (por ejemplo, nuestro énfasis en la importancia de las actividades experimentales y experienciales en EP) o simplemente el nerviosismo o falta de atención propias de un examen final han podido justificar gran parte de esta confusión.

Además, hemos detectado otros problemas: en cuanto al número de cuestiones, la utilización de más de un montaje o el protocolo para pasar la prueba. Estas son más difíciles de explicar.

Por otro lado, analizamos las cuestiones y las subcompetencias asociadas, sin tener en cuenta si la prueba o la actividad estaban bien planteadas. En función de esto, podemos decir:

- a) En cuanto a los aciertos y errores, resultan preocupantes los resultados obtenidos, si consideramos que los estudiantes libremente plantearon las preguntas, a las que debían asociar la subcompetencia correspondiente. Es cierto que algunos errores podían considerarse «menores», pero globalmente están lejos de nuestras expectativas.
- b) Las preguntas que más propusieron eran las de «interpretación de una observación», «predicción» y «observación por contraste», en este mismo orden. Sin embargo, las que porcentualmente fueron más acertadas eran «predicción», «interpretación de predicción», «aplicación» e «interpretación de una observación». En cualquier caso, creemos que estas subcompetencias son adecuadas para este nivel educativo.
- c) Entre las confusiones más habituales hay dos relevantes. Por un lado, la no especificación del tipo de observación (constituyen 119 de los 450), que hemos valorado como «error menor». Por otro, y estas son más preocupantes, las que han confundido las competencias de comunicación

lingüística con las de conocimiento e interacción con el mundo físico, que son las propias de las pruebas experimentales (se da en 142 de las 450 confusiones).

- d) En cuanto a los errores de carácter científico, el primero que detectamos es que algunos (9/97), que habían escogido la rampa, dejaban caer objetos, lo que hacía que no actuara como máquina. Otros se han deslizado en el planteamiento de la actividad: omisión del carácter vectorial de las fuerzas intervinientes, confusión objeto-peso o peso-masa; utilización inadecuada del concepto de máquina; confusión masa-volumen o peso-volumen... Es probable que, en algunos casos, se deban más a un descuido en el lenguaje que a concepciones realmente equivocadas. Pero un maestro no puede descuidar este aspecto.
- e) Por último, hemos de señalar que, en la redacción del texto introductorio y, en menor medida, en el planteamiento de las preguntas, se observan carencias importantes de nuestros estudiantes en la comunicación con alumnos de EP.

Sin duda, se han producido logros, pero también hay margen de mejora. No obstante, quisiéramos hacer una reflexión que nos preocupa. Muchas veces se pone el énfasis en las carencias que tienen nuestros estudiantes respecto a sus conocimientos científicos. Parece que si se superaran estas limitaciones la mayor parte de los problemas docentes estarían bastante resueltos. No entraremos en lo que pensamos al respecto, pero sobre lo que sí quisiéramos llamar la atención es que hay «otras carencias» que, desde nuestra perspectiva, tienen por lo menos la misma importancia. En nuestra experiencia hemos podido constatar algunas de ellas: ¿por qué les resulta difícil diferenciar competencias, la de CIMF y otras? ¿Y distinguir subcompetencias? ¿Y utilizar un lenguaje inapropiado para preguntar al alumnado en una prueba de evaluación?

No obstante, más allá de los resultados de una investigación en DCE, creemos que deberíamos, además, leer los resultados desde la perspectiva de «modelo de formación compartido». Desde esta llama la atención las altas tasas de rendimiento que obtienen en todas las materias en las que han trabajado temáticas como la evaluación y los problemas que nos hemos encontrado en nuestra experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, J. M. (2009). La evaluación en la práctica de aula. Estudio de campo. *Revista de Educación*, 350, pp. 351-374.
- BAELO, R. y ARIAS, A. R. (2011). La formación de Maestros en España, de la teoría a la práctica. *Tendencias pedagógicas*, 18, pp. 105-131.
<https://doi.org/10.15366/tp>
- BANET, E., JAÉN, M. y PRO, A. (2005). *Didáctica de las Ciencias Experimentales II*. Murcia: Diego Marín.
- BLACK, P. y WILLIAM, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation & Accountability*, 21(1), pp. 5-31.
<https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- BUCK, G. A., TRAUTH-NARE, A. y KAFTAN, J. (2010). Making formative assessment discernable to pre-service teachers of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), pp. 402-421.
<https://doi.org/10.1002/tea.20344>
- GARCÍA-ESTAÑ, R., PRO, A., SÁNCHEZ, G., SÁNCHEZ, M. J. y VALCÁRCEL, M. V. (1988). *El aprendizaje de la Física en EGB. Exploración diagnóstica en Murcia*. Murcia: ICE de la UM.
- LÓPEZ, L. y SOLÍS, E. (2016). Con qué evalúan los estudiantes de magisterio en formación. *Campo abierto*, 35(1), pp. 55-67.
<http://hdl.handle.net/11441/49734>

- LYON, E. (2011). Beliefs, practices, and reflection: Exploring a science teachers' classroom assessment through the assessment triangle model. *Journal of Science Teacher Education*, 22(5), pp. 417-435. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9241-4>
- MANSO, J. (2010). Revisión histórica de la formación de maestros en España. *Tendencias Pedagógicas*, 16, pp. 181-206. <https://doi.org/10.15366/tp>
- NILSSON, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1281-1299. <https://doi.org/10.1080/09500690802186993>
- PRO, A. (2003). La enseñanza del aprendizaje de la física. En M. P. Aleixandre (coord.). *Enseñar ciencias* (pp. 181-187). Barcelona: Graó.
- PRO, A. (2005). Evaluación de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias en Educación Primaria. En E. Banet, M. Jaén y A. Pro (coords.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales II* (pp. 173-194). Murcia: Diego Marín.
- PRO, A. (2011). El Practicum en el aula de ciencias: orientaciones para el diseño, experimentación y evaluación de actividades. En P. Cañal (coord.). *Biología y Geología. Investigación, innovación y buenas prácticas* (pp. 145-168). Barcelona: Graó.
- PRO, A. y MIRALLES, P. (2009). El currículum de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, 27(1), pp. 59-96.
- PRO, A. y NORTES, R. (2013). Algunos datos de la historia académica de nuestros maestros en el ámbito de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. En J. Bonil (coord.). *Un compromiso con la sociedad del conocimiento* (pp. 1007-1017). Girona: Enseñanza de las Ciencias.
- PRO, A. y NORTES, R. (2016). ¿Qué pensaban los estudiantes de la diplomatura de maestro de educación primaria sobre las clases de ciencias de sus prácticas de enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), pp. 7-32. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1762>
- PRO, C., PRO, A. y SERRANO, F. J. (2016). ¿Cómo utilizan sus conocimientos científicos sobre «Dispositivos y máquinas mecánicas» los futuros maestros cuando realizan una actividad de laboratorio? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3), pp. 77-89. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.19.3.267261>
- PRO, C., PRO, A. y SERRANO, F. J. (2017). ¿Saben los maestros en formación inicial qué subcompetencias están trabajando cuando diseñan una actividad de enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), pp. 7-28. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2205>
- PRO, A. y RODRÍGUEZ, J. (2010). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), pp. 385-406. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v28n3.333>
- REMESAL, A. (2011). Primary and secondary teachers' conceptions of assessment: A qualitative study. *Teaching and Teacher Education*, 27(2), pp. 472-482.
- ROMÁN, J. M. y CANO, R. (2008). La formación de maestros en España (1838-2008): Necesidades sociales, competencias y planes de estudio. *Educación XXI*, 11, pp. 73-101. <https://doi.org/10.5944/educxx1.11.0.310>
- SÁNCHEZ, G., BERNAL, M., GARCÍA-ESTAÑ, R., GUZMÁN, D. y VALCÁRCEL, M. V. (2005). *Didáctica de las Ciencias Experimentales I*. Murcia: Diego Marín.
- SANMARTÍ, N. (2008). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.

- SOLÍS, E. (2005). *Concepciones curriculares del Profesorado de Física y Química en Formación Inicial* (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla, Sevilla.
<http://hdl.handle.net/11441/15677>
- STAKE, R. (2006). *Evaluación comprensiva y evaluación basada en estándares*. Barcelona: Graó.
- VERA, S. y PRO, A. (2012). ¿Cómo utilizan los niños de 3er ciclo de Educación Primaria sus conocimientos sobre la luz? En J. Maquilón, T. Izquierdo y C. Gómez (coords.). *Experiencias de investigación en Educación Infantil y Educación Primaria* (pp. 163-174). Murcia: EDITUM.
- WANG, J.-R., KAO, H.-L. y LIN, S.-W. (2010). Pre-service teachers' initial conceptions about assessment of science learning: The coherence with their views of learning science. *Teaching and Teacher Education*, 26(3), pp. 522-529.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.06.014>

How do teachers in initial training use their didactic knowledge in the design of an experiential test to evaluate subcompetences of primary education students?

Carlos de Pro Chereguini, Antonio de Pro Bueno
Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.
cpro@um.es, nono@um.es

Francisca José Serrano Pastor
Dpto. Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Murcia.
fjserran@um.es

It is necessary to foster the ability to «control and evaluate the educational process and, in particular, the teaching-learning by mastering the necessary techniques and strategies» in the initial training of teachers.

Among the instruments of evaluation, we include the experiential tests. These make it possible to assess how students use their scientific knowledge and competences when they visualize a real or a filmed experience. For this reason, the experiential tests were included in their initial training. Once finished, we asked the following question:

How do teachers use their didactic knowledge, upon completing their initial training, when they have to design an experiential test on «mechanical devices and machines» to assess the acquisition of subcompetences by primary school students?

To provide answers to this question, we conducted a diagnostic study with 97 students who had finished their studies of Teacher (Primary Education speciality) in the University of Murcia. There were 82 women and 15 men; almost 20% were more than 30 years old. All had studied the subjects «Nature Science» and «Didactics of Nature Science». They had also done the Teaching Practices, provided in the Curriculum.

In the subjects of Didactics of Experimental Sciences, we had integrated scientific and didactic knowledge. With the entry into force of the LOE, some content related to competencies was added (Pro, Pro and Serrano, 2017). The subcompetences studied, on «knowledge and interaction with the physical world», were: realization of assemblies, description and interpretation of observation, measurement, tabulation and representation of data, realization and interpretation of prediction, establishment of conclusions and application to new situations.

Each student had to design an experiential test to assess the learning of the Primary School students on «Devices and mechanical machines» (two options were offered). They should scientifically describe the experience they would perform; explain the protocol to apply the test; specify the questions they would pose; and indicate the corresponding subcompetences. All the contents had been worked in class.

Regarding the results, we found:

- a) Only one third of the participants proposed a test to evaluate student learning. Most confused a test with a practical class. We think that our emphasis on the importance of experimental and experiential activities in Primary School has been able to justify the confusion.
- b) Analysing the issues and the associated subcompetences, without taking into account if the test was well proposed, we may claim that:
 - The successes and errors are worrisome. If we consider that the students were the ones who proposed the questions, this facilitates the identification of the corresponding subcompetence.
 - Most accurate questions were «realization of prediction», «interpretation of prediction», «application» and «interpretation of an observation». These subcompetences are suitable for Primary School.
 - Among the confusions, two are particularly relevant: those related to the type of observation (a «little error»); and the confusion between the competences of linguistic communication and those of knowledge and interaction with the physical world.
- c) As for conceptual errors, the most frequent ones have been: omission of the vector character of the forces; object-weight or mass-mass confusion; inappropriate use of the machine concept; confusion of mass-volume or weight-volume, etc. It is probable that these are due more to a linguistic oversight than to actually wrong conceptions.
- d) Finally, in the writing of the introductory text and, to a lesser extent, in the proposal of the questions, there are important gaps in communication with PE students.

Many times, emphasis is put on the deficiencies that students have in their scientific knowledge. It seems that, if these limitations were overcome, most of the teaching problems would be solved. We have shown other deficiencies that, from our perspective, have at least the same importance.