

Formación Inicial de Maestros: Conocimientos y Competencias en unas Actividades de Laboratorio

de Pro Chereguini, C.

Alumno de Doctorado del Dpto. de Didáctica Ciencias Experimentales. Universidad Murcia.
carlosdepro@hotmail.com

RESUMEN

Defendemos el carácter experimental de las ciencias como valor formativo que justifica la inclusión de esta materia en educación primaria. Pero nos preguntamos ¿cómo realizan las prácticas de laboratorio aquellos que deben enseñarlas? El objeto de este trabajo es estudiar cómo utilizan sus conocimientos y competencias unos maestros, al acabar su formación inicial; en concreto, cuando deben realizar unas prácticas sobre poleas y sobre la Ley de Hooke. Los resultados ponen de manifiesto logros y carencias del grupo estudiado.

Palabras clave

Formación inicial de maestros. Actividades laboratorio. Poleas. Ley de Hooke. Evaluación.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia, centrada en valorar la formación inicial de los maestros en sus estudios de Diplomatura, elemento clave si queremos analizar las repercusiones de los nuevos estudios de Grado.

La LOE establece que, en Educación Primaria, todas las materias –incluida Conocimiento del Medio- deben contribuir a la adquisición de las competencias básicas (Pro y Miralles, 2010). Y en la competencia conocimiento e interacción con el mundo físico (MEC, 2006) aparece “*acercarse a determinados rasgos del método con el que se construye el conocimiento científico: saber definir problemas, estimar soluciones posibles, elaborar estrategias, diseñar pequeñas investigaciones, analizar resultados y comunicarlos*”. Por ello, pensamos que el maestro debe dominar estos conocimientos si ha de ser capaz de enseñárselos a su alumnado.

El perfil de entrada de nuestros alumnos no siempre es el “deseado” (opción de Bachillerato de procedencia; experiencias desafortunadas; rechazos apriorísticos...) (Pro y Nortés, 2013). Pero, una vez que han cursado nuestras materias, ¿saben los futuros maestros realizar las actividades de laboratorio?; ¿qué dificultades tienen?; ¿qué conocimientos y habilidades son capaces de utilizar y transferir a su práctica profesional?... Son cuestiones que deberíamos ser capaces de responder los formadores de maestros –sea cual sea el marco curricular en el que estemos- si somos coherentes con lo que decimos y críticos con lo que hacemos.

En concreto, nos hemos planteado: *¿Cómo utilizan sus conocimientos unos maestros, al acabar su formación inicial, cuando se les plantea una actividad de laboratorio sobre las poleas y la Ley de Hooke?*

2. ANTECEDENTES

Compartimos con Pro (2009) que una cosa es defender el uso de las actividades de laboratorio en las clases de ciencias y otra la realidad de gran parte de las aulas. No hay muchos maestros que utilicen dichas actividades en las clases de Educación Primaria, a pesar de que hayan recibido una formación inicial en este sentido. No obstante, hemos encontrado aportaciones –

aunque escasas en número- que, en los últimos años, se han publicado sobre el uso de actividades prácticas en Educación Primaria en nuestro contexto educativo (por ejemplo, Cortés y Gándara, 2007; Fernández, Tuset, Pérez y Leyva, 2009; Pro y Rodríguez, 2010...).

Por otro lado, hay muchas clasificaciones de los trabajos prácticos (por ejemplo, Del Carmen, 2000; Caamaño, 2003; Leite y Figueiroa, 2004...) que muestran que no se puede hablar como si estas actividades sólo se pudieran planificar o realizar de una manera. Compartimos con Pro (2009) que se pueden categorizar en función de cuatro interrogantes: ¿Para qué se utilizan?; ¿Cuándo se utilizan?; ¿Quién las realiza?; y ¿Cómo se realizan? Dicho de otra manera, el maestro necesita conocer las múltiples posibilidades que ofrece este recurso, las ventajas e inconvenientes de las modalidades, los resultados obtenidos... pero también exige –como condición necesaria aunque no suficiente- que sea capaz de realizarlas.

En la formación inicial del profesorado, hemos encontrado aportaciones muy interesantes como las de Mellado y González, 2000; Valcárcel y Sánchez, 2000; Porlán y otros, 2010... En todas se incide en la importancia de este periodo formativo, en los diferentes enfoques que podemos adoptar, en las necesidades que hay que atender... Creemos que es preciso conocer cómo utilizan sus conocimientos científicos los futuros profesores de cara a valorar los programas de formación que han recibido.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Nuestra experiencia se realizó en la asignatura *Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza* de 3er. curso de la Diplomatura de Maestro en Educación Primaria (antes de la última reforma). A lo largo de seis sesiones de dos horas se desarrolló el tema de Máquinas y Aparatos. En éste, los alumnos revisaron los programas oficiales, actualizaron sus conocimientos científicos sobre el tema, identificaron las principales dificultades de aprendizaje para los estudiantes de Educación Primaria, analizaron y diseñaron actividades para estas etapas educativas... La descripción completa de la propuesta ha sido recogida en Banet, Jaén y Pro (2005).

En este contexto y una vez finalizada la materia (en el examen final de la misma), debían realizar una actividad de laboratorio (aquí sólo nos ocupamos de los resultados en las poleas y de la ley de Hooke). Aunque en el Anexo se recogen el planteamiento de dos de las pruebas, en las Tablas 1a (poleas) y 1b (Hooke) se reflejan las exigencias y los aspectos a analizar.

Pregunta	Exigencia cognitiva	Aspectos a considerar	
1. Representa y justifica las fuerzas que intervienen	- Dibujo del montaje - Identificación de fuerzas (F, R, P_{polea} y T_{clip}) y representación - Justificación de las interacciones en cada fuerza	- Dibuja F - Dibuja R - Dibuja P_{polea} - Dibuja T_{clip}	- Justifica F - Justifica R - Justifica P_{polea} - Justifica T_{clip} - Justifica equilibrio
2. Realiza una tabla con valores de R y F. Toma medidas con los valores indicados	- Uso de la regla y el dinamómetro - Medición de magnitudes (lectura y unidades) - Tabulación de datos	- Medición de F - Medición de R - Medición de R-F (polea fija) [(R/2) - F] (polea móvil) - Disposición de datos	- Unidades de F (N) - Unidades de R (N) - Unidades de R-F (N) en polea fija [(R/2) - F] (N) en polea móvil
3. Conclusiones que se pueden extraer de los datos	- Relaciones entre las variables - Contraste entre datos obtenidos y ley de la polea - Establecimiento conclusiones	- Relación entre los datos variables del problema - Relación entre R y F - Cumplimiento de la Ley de la Polea	

Tabla 1a. Propósitos de las preguntas de la prueba escrita del estudio (poleas).

Pregunta	Exigencia cognitiva	Aspectos a considerar	
1. Representa y justifica las fuerzas que intervienen	- Dibujo del montaje - Identificación de fuerzas (M, P y T_{clip}) y representación - Justificación de las interacciones en cada fuerza	- Dibuja M - Dibuja P - Dibuja T_{clip}	- Justifica M - Justifica P - Justifica T_{clip}
2. Realiza una tabla con valores de P, x y Δx . Toma medidas con los valores indicados	- Uso de la regla y el dinamómetro - Medición de magnitudes (lectura y unidades) - Tabulación de datos	- Medición de P - Medición de x - Medición de Δx - Disposición de datos	- Unidades de P (N) - Unidades de x (m) - Unidades de Δx (m)
3. Calcula el valor de la constante k del muelle	- Realización de cálculos - Establecimiento conclusiones	- Cálculos de k - Cálculo media de k	- Unidades en las medidas - Magnitud errores
4. Calcula Δx o la fuerza aplicada en función de la k calculada	- Realización de cálculos	- Cálculo de $P = k \cdot \Delta x$ - Unidades en las medidas	

Tabla 1b. Propósitos de las preguntas de la prueba escrita del estudio (Hooke).

En este trabajo, nos referiremos a los resultados de 31 alumnos (26 mujeres y 5 hombres); en concreto, las respuestas de los que aleatoriamente les tocó realizar una polea fija (6/31), una polea móvil (9/31) y la demostración de la Ley de Hooke (16/31). Presentamos los resultados en función de las preguntas planteadas.

Aunque una parte importante de nuestros estudiantes no habían cursado el Bachillerato de Ciencias, se trata de alumnos que ya habían tenido dos materias de Didáctica de las Ciencias en la titulación y muchos habían cursado otras materias optativas de carácter científico.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Montaje realizado y fuerzas que intervienen

Dividimos las respuestas a la primera cuestión en dos partes: la representación de las fuerzas que intervienen en un dibujo del montaje realizado y la justificación de las mismas. En la Tabla 2 se recogen los resultados de la representación de las fuerzas que intervienen.

Representación de las fuerzas (Polea)		f polea fija	f polea móvil	Global (%)
Dibuja la fuerza aplicada F	completa	5/6	7/9	12 (80%)
	sin flecha	1/6	2/9	3 (20%)
Dibuja la resistencia R	completa	6/6	7/9	13 (87%)
	sin flecha	-	2/9	2 (13%)
Dibuja la tensión del clip	completa	2/6	6/9	8 (53%)
	sin flecha	1/6	1/9	2 (13%)
Dibuja peso de la polea	completa	2/6	6/9	8 (53%)
	sin flecha	1/6	2/9	3 (20%)
Representación de las fuerzas (Hooke)		f Ley Hooke		%
Dibuja la fuerza elástica M	completa	13/16		81%
	sin flecha	2/16		13%
Dibuja la resistencia P	completa	15/16		94%
	sin flecha	1/16		6%
Dibuja la tensión del clip	completa	2/16		13%
	sin flecha	-		0%

Tabla 2. Frecuencias y porcentajes de las fuerzas que intervienen en el montaje.

En la Figura 1 hay ejemplos de respuestas correctas en relación con la identificación de las fuerzas; las ofrecen los alumnos A73 (polea fija), A49 (polea móvil) y A96 (Hooke).

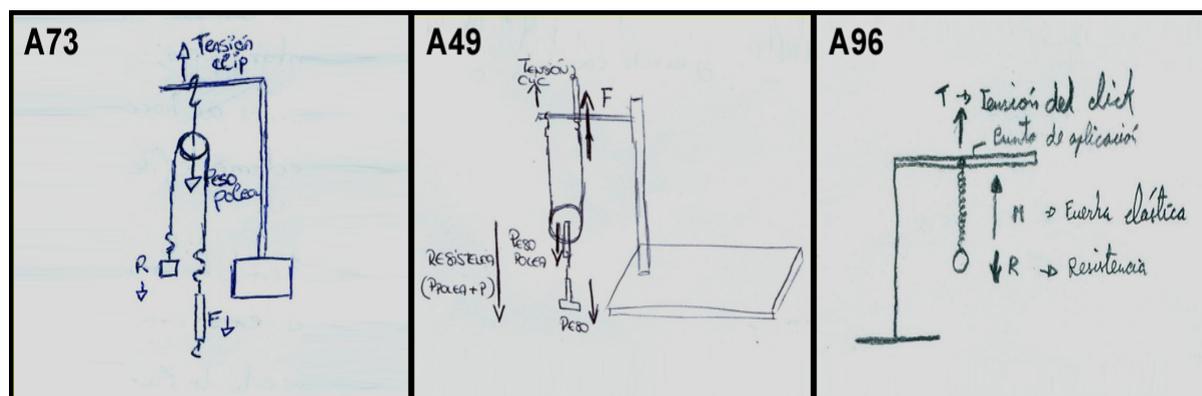


Figura 1. Ejemplos de respuesta correcta a la Pregunta 1 (1ª parte).

Poco más de la mitad del grupo de los que realizan las poleas dibujan correctamente las cuatro fuerzas que intervienen. Además, todos representan dos fuerzas (F y R), con o sin flecha. Los problemas más importantes aparecen con la omisión del peso de la polea (P_{polea}) –en una cuarta parte del grupo- y de la tensión del clip (T_{clip}) en una tercera parte de los alumnos.

Respecto a aquellos que realizan la prueba de Hooke, todos representan la fuerza P y sólo uno (A12) representa mal M , en sentido contrario. El problema principal detectado es que la inmensa mayoría olvida representar T_{clip} , tan sólo A12 y A96 la identifican correctamente.

En relación con las omisiones de las flechas –indicativo del carácter vectorial- en las fuerzas que intervienen pensamos que éstas se deben más a despistes que a desconocimientos.

En la Tabla 3 recogemos los resultados sobre la justificación de las fuerzas que intervienen.

Define o justifica las fuerzas (Polea)		f polea fija	f polea móvil	Global (%)
Justifica la fuerza aplicada F	completa	-	-	0 (0%)
	aporta ideas	3/6	8/9	11 (73%)
Justifica la resistencia R	completa	4/6	8/9	12 (80%)
	aporta ideas	-	-	0 (0%)
Justifica la tensión del clip	completa	3/6	6/9	9 (60%)
	aporta ideas	-	1/9	1 (7%)
Justifica peso de la polea	completa	3/6	6/9	9 (60%)
	aporta ideas	-	-	0 (0%)
Justifica equilibrio: $T_{clip} = R + P_{polea} + F$ (en polea fija) ó $T_{clip} = R + P_{polea} - F$ (en polea móvil)		-	-	0 (0%)
Define o justifica las fuerzas (Hooke)		f Ley Hooke		%
Justifica la fuerza elástica M	completa	6/16		38%
	parcialmente	7/16		44%
Justifica la resistencia P	completa	10/16		63%
	parcialmente	2/16		13%
Justifica la tensión del clip	completa	1/16		6%
	parcialmente	-		0%

Tabla 3. Frecuencias y porcentajes sobre la justificación de las fuerzas que intervienen.

Consideramos adecuadas, por ejemplo, las del alumno A52 (polea fija) y A53 (polea móvil):

*Fuerza aplicada (F): es la fuerza que representa la interacción del dinamómetro con la polea.
Resistencia (R): es la fuerza que representa la interacción de las pesas que cuelgan con el campo gravitatorio. Peso de la palanca (P_{polea}): es la fuerza que representa la interacción de la polea con el*

campo gravitatorio. Tensión del clip (T_{clip}): es la fuerza que representa la interacción de todas las fuerzas con el soporte (si no existiera se caería todo).

Y en relación con Hooke, tomamos como ejemplo correcto las dadas por A96:

Fuerza elástica (M): es la fuerza que representa la interacción del muelle con la resistencia. Resistencia (P): es la fuerza que representa la interacción de las pesas que cuelgan con el campo gravitatorio. Tensión del clip (T_{clip}): es la fuerza que representa la interacción de todas las fuerzas implicadas con el soporte.

Las frecuencias de respuestas adecuadas recogidas en la Tabla 3 son sensiblemente menores que las de la Tabla 2, porque la representación suele ser más sencilla que la justificación. Respecto a los que no justifican o lo hacen de forma inadecuada, destacaríamos negativamente a 3 alumnos –A106 (polea fija), A57 (polea móvil) y A27 (Hooke)- que no fueron capaces de explicar ninguna de las fuerzas.

Otros tuvieron errores o no justificaron algunas fuerzas. Así, en las poleas, cuatro no lo hicieron adecuadamente con P_{polea} (2/6 en polea fija y 2/9 en polea móvil), tres con T_{clip} (2/6 en polea fija y 1/9 en polea móvil) y uno justificó mal F en polea fija. En cuanto a Hooke, 2/16 no lo hicieron adecuadamente con M , 4/16 con P y, en consonancia con los datos de la Tabla 2, todos salvo dos alumnos no justificaron T_{clip} .

Además, llama la atención negativamente que ningún alumno justifique el equilibrio de todas las fuerzas que intervienen en el montaje, ni para la polea fija ni para la móvil.

4.2. Medición y tabulación de datos

Se pedía al futuro maestro que midiera y tabulara al menos tres medidas como mínimo de R y F -en poleas- y de la longitud (x) y alargamiento del muelle (Δx) en función del peso (P) para Hooke. En la Figura 2 vemos ejemplos de respuestas correctas de cada prueba; las ofrecen los alumnos A25 (polea fija) -aunque le faltan las unidades-, A49 (polea móvil) y A32 (Hooke).

A25				A49						A32		
Tabla de valores:				Polea	Peso (N)	Resistencia (N)	F (N)	R/2	F-R/2	P (N)	X (m)	ΔX (m)
Soporte + pesa grande	0,6	0,5	0,1	0,72N	0,7 N	1,42 N	0,78 N	0,74 N	0,07 N	0		
" + 1 pesa	0,7	0,58	0,12	0,72N	0,8 N	1,52 N	0,82 N	0,76 N	0,06 N	0,11m + 0,5N 0,9N	0,17m $0,17m - 0,11m = 0,06m$	
" + 2 pesas	0,8	0,68	0,12	0,72N	0,9 N	1,62 N	0,88 N	0,81 N	0,07 N	0,11m + 0,6N 1,1N	0,19m $0,19m - 0,11m = 0,08m$	
" + 3 pesas	0,9	0,78	0,12							0,14m + 0,8N 1,2N	0,2 m $0,2 m - 0,11m = 0,09m$	
" + 4 pesas	1	0,88	0,12									

Figura 2. Ejemplos de respuesta correcta a la Pregunta 2.

Aquí hemos diferenciado la lectura y las unidades. En la Tabla 4 se recogen los resultados relacionados con la medición y la tabulación de las variables para ambas pruebas: poleas (F , R y su diferencia en busca del equilibrio según el tipo) y Hooke (P , x y Δx).

Medidas realizadas (Polea)	f polea fija	f polea móvil	Global (%)
Medidas correctas de F	5/6	8/9	13 (87%)
Medidas correctas de R	5/6	8/9	13 (87%)
Medidas correctas de: R - F (en polea fija) ó [(R/2) - F] (en polea móvil)	4/6	8/9	12 (80%)
Valores ordenados en la Tabla	5/6	8/9	13 (87%)

Medidas realizadas (Hooke)	f Ley Hooke	%
Medidas correctas de P	13/16	81%
Medidas correctas de x	14/16	88%
Medidas correctas de Δx	14/16	88%
Valores ordenados en la Tabla	14/16	88%

Tabla 4. Frecuencias y porcentajes de las medidas de las variables F , R , $[R - F]$ ó $[(R/2) - F]$ para poleas y de las variables P , x , Δx para Ley de Hooke.

Pocos alumnos tienen problemas para medir las fuerzas en las actividades con poleas. A73 (polea fija) y A90 (polea móvil) miden algún valor impar de la fuerza F cuando el dinamómetro sólo aprecia pares (sus divisiones eran de 0.2 N). En cuanto a R , A107 (polea fija) y A90 (polea móvil) utilizan los datos incomprensiblemente en gramos.

En Hooke, si obviamos al alumno A69 que deja esta pregunta sin contestar, el problema con la fuerza es similar, pues A12 y A72 miden valores impares de P . Mención aparte merece el fallo garrafal que comete el alumno A65, el cual obtiene valores de longitud del muelle que decrecen conforme aumenta el peso que se cuelga.

Estos alumnos anteriores con los fallos más importantes en poleas y Hooke son los mismos que trasladan los datos a su tabla de valores de forma desordenada o errónea.

En la Tabla 5, se recoge la segunda parte de la cuestión: las unidades de todos los valores.

Unidades en las medidas (Polea)	f polea fija	f polea móvil	Global (%)
Pone correctamente unidades de F	3/6	7/9	10 (67%)
Pone correctamente unidades de R	2/6	6/9	8 (53%)
Pone correctamente unidades de: $R - F$ (en polea fija) ó $[(R/2) - F]$ (en polea móvil)	1/6	3/9	4 (27%)
Unidades en las medidas (Hooke)	f Ley Hooke	%	
Pone correctamente unidades de P	14/16	88%	
Pone correctamente unidades de x	13/16	81%	
Pone correctamente unidades de Δx	12/16	75%	

Tabla 5. Frecuencias y porcentajes de las unidades de las variables F , R , $[R - F]$ ó $[(R/2) - F]$ para poleas y de las variables P , x , Δx para Hooke.

A la vista de estos datos, podemos apreciar que menos de un tercio del grupo que realiza la prueba con poleas indica correctamente las unidades en *Newtons* (N) de todas las fuerzas, porcentaje excesivamente bajo en nuestra opinión.

Los resultados con Hooke son bastante más alentadores pues sólo un cuarto de los que realizan esta prueba no indican correctamente todas las medidas.

4.3. Establecimiento de conclusiones

En la Tabla 6 se recogen las conclusiones a las que han llegado coherentemente los futuros maestros. Respecto a los datos de las pruebas con Hooke, las dos últimas filas corresponden con los cálculos que se exigían en la cuarta pregunta de la prueba.

Conclusiones a las que llegan (Polea)	f polea fija	f polea móvil	Global (%)
Relación entre los datos variables del problema ($R \uparrow \Rightarrow F \uparrow$)	6/6	6/9	12 (80%)
Relación adecuada entre R y F	4/6	3/9	7 (47%)
Calcula adecuadamente: $R - F = \text{cte.}$ (en polea fija) ó $[(R/2) - F] = \text{cte.}$ (en polea móvil)	3/6	7/9	10 (67%)
Cumplimiento o no de la Ley de la polea	5 (0+5)/6	9 (0+9)/9	14 (93%)

Cálculos y conclusiones a las que llegan (Hooke)		f Ley Hooke	%
Calcula correctamente los valores de k		12/16	75%
Pone correctamente las unidades de k		10/16	63%
Calcula correctamente la media de k		10/16	63%
Error cometido (e)	adecuado ($0 < e < 0,5$)	4/16	25%
	aceptable ($0,5 < e < 1$)	4/16	25%
Calcula correctamente $P = k \cdot \Delta x$		13/16	81%
Pone correctamente las unidades		13/16	81%

Tabla 6. Frecuencias y porcentajes de las respuestas de los alumnos a la pregunta 3 (en poleas) y de las preguntas 3 y 4 (en Hooke).

Una respuesta adecuada de las conclusiones nos la ofrecen el alumno A52, en relación con la polea fija, y el alumno A53 con la polea móvil:

- a) al aumentar la resistencia R aumenta también la fuerza aplicada F .
- b) F es siempre menor que R .
- c) No se cumple la ley de la polea porque $F \neq R$ (polea fija) ó $F \neq (R/2)$ (polea móvil).

La mayoría establece una relación coherente con los resultados. Sólo 3/9 alumnos tienen problemas con la polea móvil. Más problemas hay con la relación de F y R , unas veces porque no mencionan si la hay o no, y otras porque no responden a sus datos. Sólo unos cuantos en la polea fija (4/6) y menos aún en polea móvil (3/9) responden de la forma deseada.

Si nos fijamos en las dos últimas filas de poleas, todos excepto A107 concluyen que la *Ley de la Polea* no se cumple, coherentemente con el cálculo realizado, y casi todos lo justifican por el rozamiento.

En la Ley de Hooke, la cuarta parte de los alumnos no calcula los valores de k o lo hace de manera incorrecta (A65) al trasladar errores de las medidas del apartado anterior. Además, algo más de un tercio del grupo olvida poner las unidades de k en N/m .

De entre los alumnos con problemas para obtener el valor medio de k , destacamos a dos con fallos importantes A17 –que utiliza un valor k_i igual a cero para obtener la media- y A87 –que suma pesos por un lado y alargamientos de muelle por otro para obtener la media -, el resto (4/16) no hacen ningún cálculo.

Sólo la mitad del grupo obtiene un valor medio de k con un error adecuado o aceptable. Y si nos fijamos en las dos últimas filas, correspondientes a la cuestión 4 de la prueba de Hooke, tan sólo 3/16 alumnos no realizan los cálculos u olvidan poner las medidas.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que estos futuros maestros parecen tener, en general, conocimientos y competencias para enseñar este tipo de contenidos. Dadas las características iniciales del grupo (Pro y Nortés, 2013), podemos decir que probablemente, detrás de estos datos satisfactorios esté un factor importante: la formación recibida.

No obstante, existen carencias importantes respecto a algunos de ellos. Sean cuales sean las condiciones de partida, nos preocupan porque, si es verdad que saber ciencias no implica saber enseñarla, también lo es que, si no se sabe ciencias, tampoco es factible hacerlo. Esperemos que los resultados de nuestros actuales estudiantes del Grado sean mejores. Pero eso será el objeto de otro trabajo.

Referencias bibliográficas

Banet, E., Jaén, M. y Pro, A. (2005). *Didáctica de las Ciencias Experimentales II*. Murcia: DM

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M. P. Jiménez (coord), *Enseñar Ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: Grao.

Cortés, A. y Gándara, M. (2007). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 435-449.

Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En J. Perales y P. Cañal (coord), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 267-288). Alcoy: Marfil.

Fernández, M.T., Tuset, A.M., Pérez, R. y Leyva, A. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 287-298.

Leite, L. y Figueiroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique*, 39, 20-30.

Mellado, V. y González, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias experimentales. En J.Perales y P.Cañal: *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.535-556). Alcoy: Ed. Marfil.

Porlán, R., Martín, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.

Pro, A. (2009). Actividades de laboratorio en el aprendizaje de la física: ¿un capricho o una necesidad? En F. López (coord): *Hacemos ciencia en la escuela* (pp. 13-24). Barcelona: Graó.

Pro, A. y Miralles, P. (2009). El currículum del conocimiento del medio Natural, Social y cultural en la Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, 27(1), 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). Gerona: Enseñanza de las Ciencias.

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), 385-406.

Valcárcel, M.V. y Sánchez, G. (2000). La formación del profesorado en ejercicio En J. Perales y P.Cañal: *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp.557-581). Alcoy: Ed. Marfil.

ANEXO: Ejemplos de prueba

Polea fija (A73)	<p>1. Monta una polea fija y mide la Fuerza aplicada para diferentes valores de la Resistencia</p> <p>Se pide: Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.</p> <p>Una tabla con los valores de R y F en cada caso. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas.</p> <p>Conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de estos datos.</p>
Ley de Hooke (A96)	<p>1. A partir de la Ley de Hooke</p> <p>Se pide: Un dibujo del montaje, representando y justificando las fuerzas que intervienen.</p> <p>Una tabla con las medidas de la longitud y del alargamiento del muelle cuando cuelgas cuerpos de pesos diferentes. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas</p> <p>El valor de la constante elástica del muelle que has usado.</p> <p>Una vez que has calculado la constante, ¿qué fuerza hace el muelle si éste se alarga 0.05 m?</p>