



# UNIVERSIDAD DE MURCIA

## FACULTAD DE EDUCACIÓN

Formación Inicial de Maestras: las Actividades  
Experimentales en la Enseñanza de las Ciencias.

¿Cómo Utilizan sus Conocimientos los  
Estudiantes de la Diplomatura de Maestro  
(Especialidad Educación Primaria)?

**D. Carlos de Pro Chereguini**

2015





# **UNIVERSIDAD DE MURCIA**

## **FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**Formación inicial de maestros: las actividades experimentales en la enseñanza de las Ciencias.  
¿Cómo utilizan sus conocimientos los estudiantes de la Diplomatura de Maestro (especialidad Educación Primaria)?**

**Carlos de Pro Chereguini**

Directores  
Antonio de Pro Bueno  
Francisca Serrano Pastor

2015



## AGRADECIMIENTOS

---

En primer lugar, y con especial cariño, a mis directores de Tesis Doctoral, el Dr. Antonio de Pro Bueno y la Dra. Francisca José Serrano Pastor, por acompañarme y guiarme en el largo camino que ha sido la consecución de esta Tesis. Y principalmente, por ayudarme en todo momento, por la paciencia que han tenido conmigo, por la motivación y el apoyo que me han brindado a lo largo de estos años, y sobre todo por su valiosísima dirección para llegar a la conclusión de este trabajo.

A mis compañeros del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Educación, con los que inicié mi interés por la docencia, con el extinto C.A.P. de Física y Química, y de los que continúo aprendiendo cada día.

A mis profesores del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria (en la especialidad de Tecnología) y del Máster de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Educación Primaria, por aportarme la formación que ha hecho posible la realización de estos estudios y por darme una visión de la Educación y sus necesidades, consiguiendo despertar en mí ese “gusanillo” por la enseñanza desde el primer momento.

A mis compañeros y buenos amigos que he cosechado en los citados másteres, los cuales me han ayudado siempre a mirar hacia delante con una sonrisa en la cara en los momentos que más han hecho falta.

A los alumnos de la Diplomatura de tercero de Maestro en la especialidad de Educación Primaria del curso 2009/2010 que han participado y han sido objeto de estudio en esta investigación.

A los miembros y compañeros del proyecto, al amparo del cual se ha desarrollado este trabajo, “Adquirir competencias profesionales para enseñar competencias básicas: investigando sobre la formación inicial de maestros para enseñar ciencias en la educación primaria.” (EDU2012-33210), financiado por el Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental en el marco del VI Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada. Con particular agradecimiento a M<sup>a</sup> José Moreno, por toda la ayuda que nos ha brindado en todo momento.

A mi familia y amigos, por ayudarme con sus ánimos a realizar el último sprint para llegar a la meta.

Y el agradecimiento más especial es para mis padres, mi mujer y mi hermana, por su comprensión, su paciencia conmigo y por su apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida... ¡gracias por soportarme!

A todos ellos, muchas gracias por todo.



## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1. Problemas de la investigación</b>	<b>7</b>
1.1. ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	9
1.2. ANTECEDENTES: TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PROPIOS	12
1.2.1. "Comunicaciones en el currículo oficial" (Pro y Pro Chereguini, 2010)	12
1.2.2. "¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de Tecnología en 3º ESO" (Pro y Pro Chereguini, 2011)	15
1.2.3. "La presión, una unidad didáctica para 4º de ESO" (Pro Chereguini, 2012a)	19
1.2.4. "¿Qué y cómo investigan los maestros sobre su práctica educativa?" (López y Pro Chereguini, 2012)	26
1.2.5. "Los conocimientos sobre energía en los currículos de Educación Primaria" (Pro, López y Pro Chereguini, 2014)	31
1.2.6. Otras aportaciones	32
1.3. ANTECEDENTES: ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO	33
1.3.1. En relación con la enseñanza de las Ciencias en EP	33
1.3.2. En relación con la formación inicial de los maestros para la enseñanza de las Ciencias	37
1.4. PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN	45
<b>CAPÍTULO 2. El Contexto Escolar</b>	<b>49</b>
2.1. ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM OFICIAL	51
2.1.1. Análisis del currículum oficial del MEC	51
2.1.2. Análisis del currículum oficial de la CARM	54
2.2. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN INICIAL	55
2.3. REVISIÓN DE LAS APORTACIONES	57
2.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	58
2.4.1. Muestra de Libros de texto	58
2.4.2. Protocolos de análisis	59
2.5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN INICIAL	64
2.5.1. Resultados del Subproblema Principal SP0.1.	64
2.5.2. Resultados del Subproblema Principal SP0.2.	69
2.5.3. Resultados del Subproblema Principal SP0.3.	82
2.5.4. Resultados del Subproblema Principal SP0.4.	87
2.6. CONCLUSIONES	95
<b>CAPÍTULO 3. Participantes y contexto</b>	<b>99</b>
3.1. PARTICIPANTES	101
3.1.1. Características de los participantes: historia académica personal	102
3.1.2. Características de los participantes: percepción sobre las aulas de EP	104
3.1.3. Características de los participantes: rendimiento académico	105
3.1.4. Características de los participantes: variables sociales	107
3.2. CONTEXTO	108
3.2.1. Contexto de la titulación	108
3.2.2. Contexto de la asignatura	110
3.2.3. Contexto del Bloque	113
3.2.4. Contexto del Tema "Estudio de las máquinas y aparatos"	114

<b>CAPÍTULO 4. Conocimientos científicos</b>	<b>133</b>
4.1. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	135
4.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	135
4.2.1. Participantes y Contexto	136
4.2.2. Instrumentos de recogida de información	137
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	144
4.3.1. Pruebas de las palancas	144
4.3.2. Pruebas de la rampa	152
4.3.3. Pruebas de poleas	157
4.3.4. Pruebas de la Ley de Hooke	161
4.4. CONCLUSIONES	164
<b>CAPÍTULO 5. Conocimientos didácticos</b>	<b>173</b>
5.1. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	175
5.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	176
5.2.1. Participantes y Contexto	176
5.2.2. Instrumentos de recogida de información	177
5.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	182
5.3.1. Subproblema Principal SP2.1.	183
5.3.2. Subproblema Principal SP2.2.	192
5.4. CONCLUSIONES	205
<b>CAPÍTULO 6. Conocimiento profesional</b>	<b>209</b>
6.1. PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN	211
6.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	212
6.2.1. Enfoque y diseño	212
6.2.2. Contexto y participantes	213
6.2.3. Estrategias para la presentación de la tarea: el guión de laboratorio	214
6.2.4. Recogida de información: instrumento y procedimiento	217
6.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS	219
6.3.1. Subproblema Principal SP3.1. Contextualización	219
6.3.2. Subproblema Principal SP3.2. Identificación	221
6.3.3. Subproblema Principal SP3.3. Investigación	225
6.3.4. Subproblema Principal SP3.4. Competencias	228
6.4. CONCLUSIONES	229
<b>CAPÍTULO 7. Conclusiones</b>	<b>233</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>249</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>A1</b>
ANEXO 1. Publicaciones del autor	A3
ANEXO 2. Ejemplo de análisis de libro de texto	A85
ANEXO 3. Propuesta de enseñanza de dispositivo y máquina	A97
ANEXO 4. Exámenes de prácticas	A117
ANEXO 5. Preguntas prueba final	A123
ANEXO 6. Ejemplos de guión de laboratorio	A131



# CAPÍTULO 1

## Problemas de la investigación

- ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO
- ANTECEDENTES: TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PROPIOS
- ANTECEDENTES: ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO
- PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN



## CAPÍTULO 1. PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

---

### 1.1. ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Cuando iniciamos este trabajo, en nuestro contexto educativo, habían coincidido en el tiempo dos reformas de muy distinta naturaleza: la del currículum de la Educación Primaria (EP) y la del plan de estudios de la titulación de Maestro: el Grado en Educación Primaria. En principio, esta coincidencia podría considerarse necesaria ya que, cuando se cambian elementos curriculares tan importantes como las finalidades, los contenidos, los enfoques metodológicos o los criterios de evaluación de la EP, parece razonable que se introduzcan modificaciones en la formación inicial del profesional que debe “gestionar” dichos cambios.

Sin embargo, no se hizo así. Tanto en las Comunidades Autónomas como en las Universidades, según el caso, los dos procesos se desarrollaron de forma independiente o, por lo menos, con una dependencia “muy matizada”. Así, los departamentos universitarios no intervinieron en los cambios curriculares de la EP y la presencia de los maestros –cuando se produjo- en la discusión del título de Grado en Educación Primaria fue tan interesante como limitada. Se ignoraron importantes aportaciones de la investigación a la hora de plantear el currículum de EP y, en algunos casos, no está muy claro si se estuvo más pendiente de “los créditos que me iban a tocar” que de “qué necesitaba el maestro que debíamos formar”.

Cualquier modificación curricular es siempre una tarea compleja. Debe ser comprendida, clarificada, discutida, y, en cierta medida, consensuada y aceptada, en una parte importante de su desarrollo, por aquellos que deben llevarla a la práctica. Si, como en nuestro caso, existe una simultaneidad de dos reformas, los problemas se multiplican. Por un lado, hay que “descodificar” qué cambios se han introducido en la EP, clarificar qué se debe mantener y qué se debe modificar de lo que se hacía en sus aulas, buscar qué nos aporta la investigación y la innovación sobre cómo hacerlo, pensar cómo se puede evaluar lo que hagamos para poder mejorarlo... Por otro, hay que hacer lo propio con la titulación de Maestro: identificar qué cambios se han introducido al ampliar la duración de estos estudios, reflexionar sobre qué se puede aprovechar de lo que hacíamos y qué es preciso ampliar o rectificar, analizar cómo hacerlo en el contexto del espacio europeo de educación superior (EEES), valorar la contribución al desarrollo profesional... Y, por último, hacer confluir dos procesos, institucionalmente autistas entre sí, y hacerlo, además, sin obviar cuestiones de “más calado”: ¿qué pretendemos conseguir en la educación obligatoria –en nuestro caso en la EP- de un ciudadano?; o ¿qué maestro queremos formar para ello? Muy complicado...

Paradójicamente ambas reformas han compartido un término: “competencia”. Este vocablo –más asentado hasta ahora en el mundo laboral que en el educativo- ha protagonizado muchas discusiones y valoraciones, pero a veces se ha obviado que su significado es diferente en el currículum de EP y en las directrices de la titulación universitaria. En efecto, no es lo mismo desarrollar las competencias básicas que necesita un ciudadano en su educación obligatoria, que atender las competencias que precisa un trabajador para desempeñar una profesión (en este caso, para ser maestro). La diferencia resulta palpable: ser ciudadano no es una profesión sino una condición.

En cualquier caso, también comparten algunos principios: el que aprende o el que se forma debe apreciar la utilidad de lo que debe aprender y ser capaz de utilizar los conocimientos –del tipo que sea-

en distintas situaciones; el término competencia tiene un carácter integrador de conocimientos, experiencias, creencias... no diferencia contenidos, la educación formal y la no formal o las viejas disciplinas ni tampoco la teoría y la práctica, los conocimientos científicos y los didácticos...; y sus aprendizajes no se acaba a lo largo de la vida, lo que lleva consigo que todas las competencias tienen diferentes grados de complejidad.

Creemos que, para llevar adelante una reforma, se hace imprescindible echar mano de la experiencia. Se deben tener datos, resultados y evidencias que nos puedan decir: qué ha funcionado de la anterior, qué no lo ha hecho, qué debemos mantener, qué hay que modificar, qué se debe incorporar... Sin embargo, si uno revisa la literatura especializada en el ámbito de la formación de los maestros para enseñar ciencias en dicha etapa educativa, se da cuenta que no hay estudios suficientes que nos permitan saber qué ha sucedido y, si se va a cambiar a toda costa, para conocer cuál era la situación problemática a la que se ha pretendido dar respuesta. Dicho de otra manera, es necesario que se haya investigado sobre qué necesidades formativas estábamos atendiendo, qué estaba aprendiendo el alumnado, cómo los estaban formando, cómo utilizaban los conocimientos en las clases de EP, cómo se pueden mejorar los resultados y la docencia...

Partir de unas directrices oficiales, una memoria verificada por la ANECA, unas fichas de materias y unas guías docentes de las asignaturas, todo ello bajo el referente organizativo del EEES, no es suficiente para garantizar que un maestro salga bien formado. Por mucho que la ANECA "bendiga" o no todos estos documentos, no podemos olvidar lo fundamental: a pesar de que existe un cierto "territorio acotado", los formadores de maestros toman decisiones, en primer lugar, sobre qué se debe enseñar, cómo hay que hacerlo, qué actividades se pueden realizar, cómo podemos evaluar lo que hacemos... Pero una cosa es lo que se planifica y otra bien distinta lo que uno realiza en el aula. Las tareas que realizan dependen de ellos y, para realizarlas con "ciertas garantías", deben disponer de información, conocimientos, orientaciones... que permitan una forma de ser y actuar reflexiva, fundamentada, no improvisada... ante los retos –ciertamente difíciles- que, de forma permanente, se le vayan planteando.

Romero (2005) señalaba algunos aspectos de los cambios educativos que deben de ser resaltados para entender la complejidad y dificultad de los mismos. Así, decía que:

- a) El cambio educativo debe de ser entendido como un proceso, y no únicamente como un acontecimiento.
- b) El cambio auténtico es el realizado por los profesionales en los centros educativos.
- c) El cambio, desde la perspectiva de los profesores, no se desarrolla de forma uniforme o unitaria.
- d) Unos elementos muy relevantes del cambio son los procesos de difusión y adopción de las propuestas.
- e) Cualquier decisión debe de ser tomada desde la observación de las necesidades individuales, antes que desde la contemplación de las necesidades estructurales o administrativas.

En efecto, compartimos con este autor que a menudo las reformas curriculares se presentan como una actuación institucional relativamente simple, que puede incorporarse a las aulas o a los centros al día siguiente de su publicación en el BOE y, por si no fuera suficientemente complejo, que se hace universalmente. Como si lo que pensara el legislador pudiera trasladarse automáticamente a la forma de creer, de pensar o de hacer de todo el profesorado. Y no necesitamos "evidencias" para saber que no es un proceso tan simple ni tan automático.

A diferencia de otras etapas educativas, no recordamos que el Ministerio o las Comunidades Autónomas hayan realizado materiales ejemplificadores de lo que se pretende en los nuevos títulos de Grado en Educación Primaria. Se ha ignorado institucionalmente que, si el cambio es profundo, precisa

de información, intercambios, debates, documentos... y tiempo; no sólo dar por hecho de que todos los formadores compartimos el significado y el alcance de los nuevos planes de estudios. Si a esto unimos la ausencia de una financiación específica para “trabajar con el estilo Bolonia”, vemos que resulta muy complicado ser coherentes con unos planteamientos que no se terminan de apoyar desde la Administración educativa, en general.

Por otro lado, existe una tendencia a considerar que el punto de partida es el mismo en todos los casos. Incluso admitiendo una cierta homogeneidad en el alumnado que accede a nuestra titulación, nuestra corta experiencia en el área nos lleva a pensar que existen unas concepciones muy diferentes –a veces, antagónicas- entre los formadores: algunos siguen pensando que “el que sabe, sabe enseñar”; otros que lo importante son los conocimientos psicopedagógicos; otros que las “prácticas” son las que realmente “hacen a los maestros”, etc. ¿Van a cambiar estas creencias porque una reforma introduzca competencias, títulos verificados o guías docentes?

El gran problema, desde una perspectiva investigadora, es que no disponemos de un referente fiable sobre cuál era el punto de partida. Como ya hemos señalado, necesitamos datos, resultados, estudios... que nos permitan contrastar “lo nuevo con lo viejo”, evaluar el verdadero alcance de los cambios, identificar los problemas no resueltos... Por ello, la finalidad de este y otro trabajo (Nortes, 2015) es tratar de encontrar respuestas a cuestiones que deberían haberse trabajado antes de promulgar la última reforma, tales como: ¿cuáles eran las necesidades formativas que tratábamos de atender, en relación con la enseñanza de las ciencias, con los estudios de la Diplomatura de Maestro Especialidad de Educación Primaria?; ¿cómo se articulaban las materias curriculares del mencionado título (sus contenidos, su metodología, las actividades realizadas, la forma de evaluarlas...)?; en aquel contexto de la Diplomatura, ¿cómo utilizaban los futuros maestros sus conocimientos, creencias, destrezas... cuando realizan acciones propias de la práctica profesional?; ¿qué aprovechamos y qué deberíamos adaptar o modificar de lo que hacíamos hasta ahora?... Pensamos que estos datos nos permitirán, en un tiempo relativamente cercano, comparar los resultados con los de los actuales alumnos del Grado en Educación Primaria.

Sin embargo, un solo trabajo no puede dar una respuesta completa a todos los interrogantes planteados. Por ello, vamos a tener dos hilos conductores.

a) Desde una perspectiva científica, nos centraremos en la temática de “*Dispositivos y máquinas mecánicas*”. Son contenidos singulares pero integradores. Los conceptos implicados son asequibles en la EP. Se recogen habitualmente en los programas oficiales. Pueden contemplar destrezas técnicas, básicas, investigadoras y comunicativas. Permiten adquirir actitudes científicas, apreciar la importancia de los descubrimientos de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana, valorar el trabajo de los científicos...

b) Desde una perspectiva didáctica, nos centraremos en el uso de actividades de laboratorio. Es “algo más que un recurso” en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias. Permiten plantear y realizar actividades, estrategias, dinámicas... características de estas materias, aunque no siempre estén presentes en las aulas. Muchos tópicos han aparecido en torno a las mismas en cuanto a posibles planteamientos metodológicos: experimentación, descubrimiento guiado, resolución de problemas, indagación... Nadie duda –por lo menos, teóricamente- del papel que ocupan en la DCE.

Por tanto, nuestro trabajo se sitúa en el ámbito de la formación inicial de maestros que cursaron la Diplomatura y, en concreto, en los conocimientos adquiridos en una temática científica (“Dispositivos y máquinas mecánicas”) y en un tópico didáctico (“Actividades de laboratorio”).

## 1.2. ANTECEDENTES: TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PROPIOS

A lo largo de mi formación en los estudios de postgrado, he ido realizando trabajos que, sin duda, constituyen un punto de partida para esta Tesis Doctoral. En este apartado, nos vamos a ocupar de hacer una síntesis de algunos de ellos. Los expondremos en orden de publicación.

### 1.2.1. “Comunicaciones en el currículo oficial” (Pro y Pro Chereguini, 2010)

Este trabajo se centraba en qué contenidos sobre el tema de las *Comunicaciones* se podían trabajar en enseñanza de las ciencias en las etapas no universitarias. Tras realizar un análisis de su presencia en el currículum oficial, nos centramos principalmente en la materia Ciencias para el Mundo Contemporáneo (Pro, 2008b). Se analizaron los libros de texto de nueve editoriales y se identifican posibles interrogantes a plantear en el aula: asociados a problemas de carácter técnico, de tipo terminológico, relacionados con las teorías de la información y la comunicación, y orientados al debate sobre las repercusiones sociales de las mismas. Vamos a señalar algunas de nuestras aportaciones.

- *¿Qué contenidos abordamos en el tema de las Comunicaciones?*

A la hora de seleccionar contenidos resaltábamos tres problemas bastante habituales:

- a) algunos compañeros defienden la idea -o, por lo menos actúan de forma coherente con ella- de que el contenido de la “ciencia escolar” es “casi inamovible”, que se secuencia siempre de la misma manera y que sólo se puede variar la “forma de enseñarlo”.
- b) hay otros que -ya sea por el crecimiento espectacular del conocimiento científico o por la encomiable necesidad de enseñar todo el programa- plantean temarios tan extensos que parecen querer agotar todas las aportaciones y retos existentes en un nivel, un ciclo o una etapa educativa.
- c) para concretar los contenidos a enseñar se ha partido de las contribuciones que se podían realizar desde “cada disciplina” (muchas veces, no se sabe muy bien a qué...) y se “ha dado por hecho” que el alumnado haría la integración de las aportaciones disciplinares para resolver los problemas que realmente se va a encontrar como ciudadano.

Entonces decíamos que ni los contenidos a enseñar son únicos ni se puede enseñar todo ni se debe exigir al estudiante una integración que no se la “ponemos fácil”. Y que, por todo ello, hay que elegir, considerando muchos aspectos: las finalidades educativas que se pretenden (¿atender necesidades ciudadanas, contribuir al desarrollo de unas competencias o unas capacidades, preparar a futuros científicos...?); los interrogantes clave que se quieran responder (la respuesta a estos determinará las estructuras conceptuales, destrezas, habilidades, procedimientos, formas de actuar... y, en definitiva, los contenidos a enseñar); las características de los que deben aprenderlos (lo que el estudiante sabe sobre el tema, lo que se puede usar para seguir aprendiendo...); la presencia de los contenidos en el contexto (en la prensa, en la TV, en la publicidad) y cómo puede condicionar -para bien o para mal- el aprendizaje del alumnado;... y un largo etcétera.

- *¿Cómo aparecen “las Comunicaciones” en el currículum y en los libros de texto?*

Decíamos que muchas veces se enseña este o aquel contenido sin saber muy bien por qué se hace. No era el caso. Estábamos ante un ámbito del conocimiento de gran actualidad y significación social, que todos podríamos convenir en que se debía tratar en la formación obligatoria de un ciudadano.

No obstante, estos contenidos no suelen aparecer en las asignaturas de “ciencias” de la Secundaria Obligatoria (algunas referencias al sonido en 2º curso y a las ondas en 4º); quizás, había una mayor

presencia en Tecnología. Pero, sobre todo, existía un Bloque “La aldea global” en la materia Ciencias en el Mundo Contemporáneo, una asignatura necesaria, innovadora, coherente con las tendencias actuales de la enseñanza de la Ciencia, útil para una formación ciudadana y que desgraciadamente se ha quitado en la última reforma curricular.

Dado el peso que tienen los libros de texto en nuestro contexto educativo, se analizaron nueve editoriales y pudimos distinguir cinco ámbitos: información analógica y digital, funcionamiento de los ordenadores, el mundo de internet, desarrollo tecnológico asociado a los ordenadores y problemas e implicaciones sociales derivadas de las comunicaciones. No en todas las editoriales se recogían los cinco ámbitos ni con la misma preocupación lo que ponía de manifiesto una vez más que ni los autores han entendido unánimemente cuál es el contenido objeto de enseñanza ni compartían probablemente las mismas finalidades educativas.

- *¿Qué interrogantes podemos abordar en el tema de las comunicaciones?*

Tras resaltar el interés de los contenidos y criticar la escasa dedicación horaria que tenía la asignatura en el currículum de muchas Comunidades Autónomas (dos horas semanales), distinguíamos tres tipos de interrogantes: los relacionados con la información y la comunicación, los referidos a las aportaciones de tipo tecnológico y las cuestiones de debate social. Desde luego, nuestra intención no era que se trabajaran todos sino hacer un menú de cuestiones que, en este momento, podemos afirmar que forman parte de las necesidades formativas de un ciudadano.

En relación con los conocimientos relacionados con la información, en la Figura 1.1 se recogen algunos de los posibles interrogantes que podría contemplar.

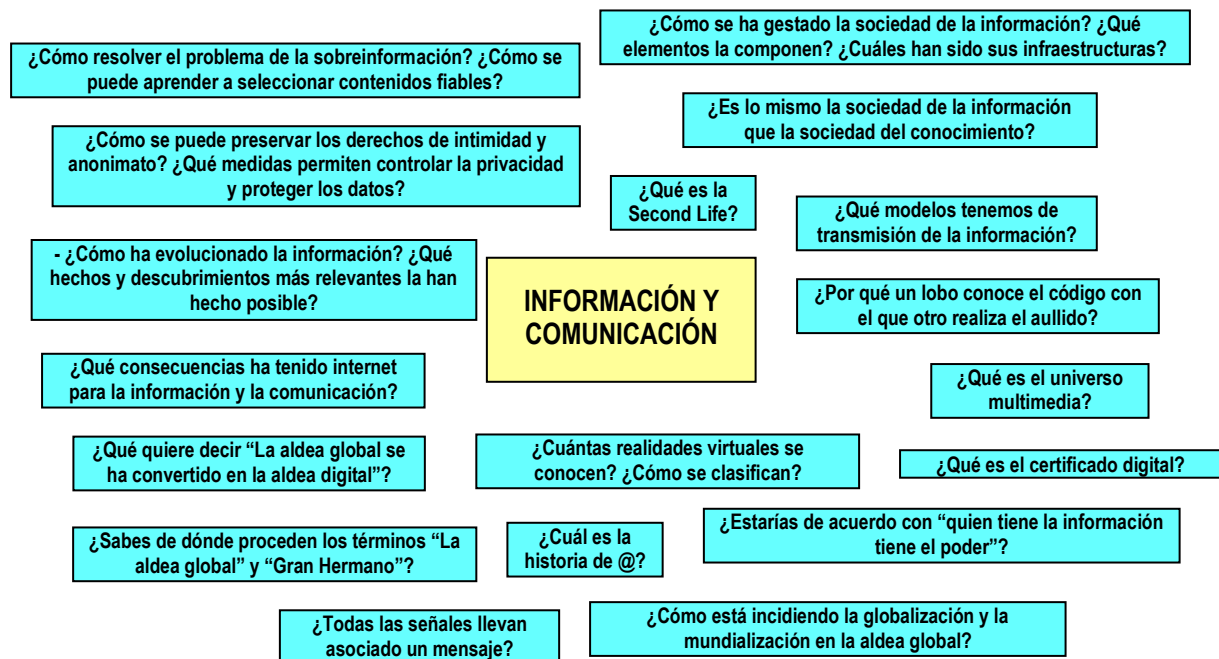


Figura 1.1. Contenidos sobre Información y Comunicación

Pro (2012) había defendido en numerosas ocasiones que las fronteras de la ciencia y de la tecnología cada vez eran más difusas y los interrogantes podían ser una prueba de dicha afirmación. Y hacíamos notar, además, que los conocimientos que estaban detrás de las respuestas a estas cuestiones no se

abordan probablemente en el periodo de formación científica universitaria lo que ponía en duda uno de los “dogmas” que ha hecho más daño a nuestro contexto educativo: “la formación científica del profesorado está garantizada en la universidad”.

Pensamos que las necesidades de un profesor de la educación obligatoria del siglo XXI tienen un carácter menos disciplinar, más interdisciplinar, que contemple las repercusiones sociales de las aportaciones de la ciencia, más dinámica porque el conocimiento avanza en todos los frentes y lo de hoy puede no ser útil en cinco años, más versátil porque los problemas ciudadanos cambian...

En la misma línea que el anterior, en la Figura 1.2, hemos recogido algunos interrogantes relacionados con el desarrollo tecnológico asociado a las comunicaciones.



Figura 1.2. Contenidos de las Aportaciones Tecnológicas de las Comunicaciones

Hicimos notar los problemas derivados de la terminología asociada a las comunicaciones. Muchos de los términos se construyen a partir de las siglas de palabras con raíces anglosajonas, otras surgen por la simplificación de otras más complejas, etc. Incluso, aportamos un listado de términos.

Por otro lado, hay muchas cuestiones que tradicionalmente se han aprendido fuera de las instituciones escolares. Curiosamente son cuestiones que motivan al alumnado, que están próximos a sus vidas cotidianas y que, sin embargo, se consideran ajenos a la escuela. ¿Es que sólo se trata de destrezas de carácter técnico? ¿No han cambiado estas aportaciones tecnológicas la forma de pensar, de razonar, de argumentar, de vivir, de comunicarse, de entender el ocio...? ¿Cómo hay que educar en las nuevas tecnologías?

Y, por último, en la Figura 1.3, hemos recogido interrogantes que guardan relación con las implicaciones, las repercusiones y los problemas sociales que se derivan de las comunicaciones.



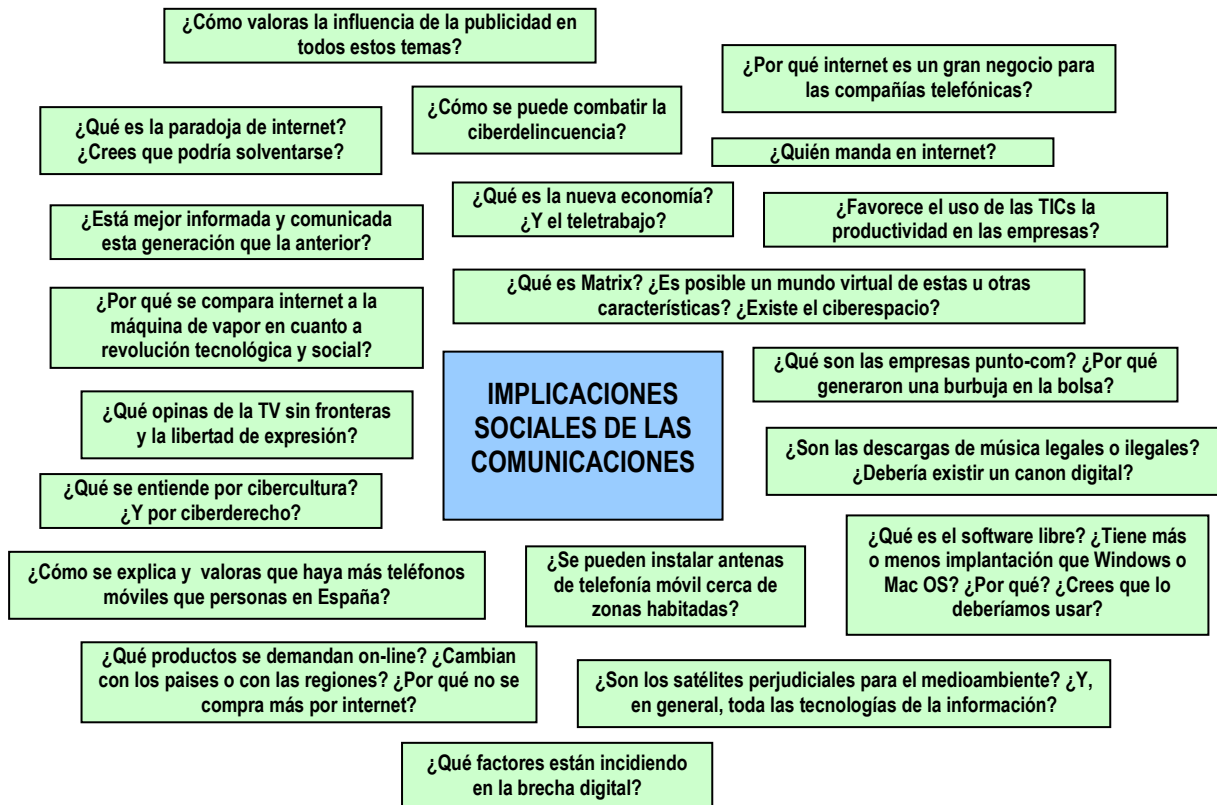


Figura 1.3. Contenidos sobre Problemas Sociales de las Comunicaciones

Algunas de estas cuestiones son probablemente más “próximas” a otras materias pero obviamente su ubicación más adecuada estará en función del tipo de respuestas que busquemos y es indudable que “algún conocimiento científico” puede estar detrás. Podríamos plantearnos: si estos conocimientos son necesarios para un ciudadano, ¿en qué materia se trabajan?; ¿qué es más necesario aportar respuestas a estos interrogantes o impartir los temas de siempre que abordamos tradicionalmente en las materias científicas?... Y, por qué no plantearlo: ¿está preparado científica y didácticamente el profesorado –de EP o de Secundaria- para impartirlos?

Concluíamos que obviamente resultaba imposible abordar todos los interrogantes, con independencia de su interés. Decíamos que era preciso seleccionar y, para ello, era necesario conocer los contenidos, los obstáculos que tienen para ser aprendidos, los objetivos de nuestra enseñanza, los planteamientos metodológicos que facilitan el aprendizaje, los materiales y recursos que tenemos a nuestro alcance... Por ello, nos planteamos: ¿Qué criterios les enseñamos a los futuros maestros para seleccionar los contenidos que deben enseñar o se deben resignar a impartir los que recoja el libro de texto?; si convenimos que estos temas interesan, ¿por qué no demandamos más tiempo en el horario?

### 1.2.2. “¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de Tecnología en 3º ESO” (Pro y Pro Chereguini, 2011)

Este artículo se basó en el Trabajo de Fin de Máster que realicé en el Máster de Formación del Profesorado de Secundaria.

- *Papel del libro de texto en nuestro contexto educativo*

Partíamos de que, en nuestro sistema educativo los libros de texto han jugado siempre un papel determinante en las aulas por muchos motivos:

- a menudo se confunde con el currículum oficial; de hecho, cuando algunos profesores hablan del programa de la asignatura, se refieren a los conocimientos que aparecen en este recurso didáctico y no tanto al documento legislativo aprobado por la Administración.

- según señalan Pro, Sánchez y Valcárcel (2008), han servido también para actualizar científicamente al profesorado. Muchas veces los contenidos que hay que trabajar en el aula son desconocidos por los docentes y, en estas circunstancias, no sólo son útiles para los estudiantes...

- permiten almacenar y transportar información dispersa, y hacerlo en un formato cómodo. Además, a diferencia de otros recursos -como Internet- se trata de una información "depurada", útil para el contexto donde se trabaja, pensada para los estudiantes a los que va dirigida...

- además dan seguridad. Las ciencias, en general, son difíciles de aprender. El libro cumple las funciones de explicar lo que no ha quedado claro en el aula, plantear actividades para aplicar conocimientos... y, sobre todo, ayuda a compatibilizar distintos ritmos de aprendizaje del alumnado.

- en nuestro sistema educativo, se suceden, con cierta cotidianidad, las reformas (LOGSE, LOCE, LOE...) y sus consiguientes concreciones por las Comunidades Autónomas. En esta situación de permanente transitoriedad, muchos profesores se quejan de que no saben o no comprenden qué novedades introduce la última modificación curricular. En este contexto de desorientación, los libros de texto pueden responder preguntas tan importantes como qué contenidos se deben impartir o, incluso, cómo se deben enseñar.

Recordábamos que muchos investigadores habían criticado el papel que juega el libro de texto en las aulas, la idoneidad de los contenidos, sus errores, sus limitaciones... (Jiménez, 2000; Del Carmen, 2001; Martínez y García, 2003; Calvo y Martín, 2005...) pero que, a pesar de las críticas, reconocíamos que había pocos profesores que no los utilizan. Por ello, dada su importancia e implantación, creemos necesario conocerlos mejor, identificar y analizar qué contenidos contemplan (y se están enseñando), estudiar su adecuación científica y didáctica, valorar su ajuste a los programas oficiales, etc.

- *Problemas de la investigación*

Nos planteamos tres problemas principales.

*Problema Principal Uno (PP1): ¿Qué características generales y estructura tienen los libros de texto para la enseñanza de la "Electricidad y electrónica" de Tecnologías de 3º de ESO?*

*Problema Principal Dos (PP2): ¿Qué contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) se contemplan en las unidades sobre "Electricidad y electrónica" en los libros de texto seleccionados? ¿Resultan coherentes con la estructura del mismo?*

*Problema Principal Tres (PP3): ¿Se ajustan estos contenidos a lo que contempla el currículum oficial de la Región de Murcia?*

Para buscar respuestas, en primer lugar, analizamos cómo se recogía la "Electricidad y electrónica" en el currículum de la CARM e identificamos los contenidos y los criterios de evaluación mínimos.

Luego revisamos las aportaciones, en cuanto al uso del libro de texto en el ámbito científico y tecnológico, realizadas a partir de 2007, fecha de publicación de la reforma LOE, en la Educación Secundaria (García, 2008; García y Criado, 2008; Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008; Caamaño, 2009; Navarro, 2009; Pérez, Álvarez y Serrallé, 2009; Pro, 2009a...). Había pocas y lo achacábamos a la proximidad de la Reforma LOE. También vimos de qué temáticas se habían ocupado: selección de contenidos, errores conceptuales, tipo de actividades, ilustraciones, uso de analogías, etc. Globalmente se repetían algunas consideraciones que apuntamos inicialmente: confusión con el currículum oficial, aspectos positivos y negativos que tiene su utilización, efectos orientadores para la práctica educativa del profesorado, factores ideológicos que condicionan la visión y el enfoque de los contenidos y la importancia que tiene el simultanear su uso con el de otros recursos educativos.

- *Metodología*

Se trataba de un diseño ex post facto en el que se seleccionaron una muestra de libros, se diseñan unos protocolos de análisis documental, los aplicamos y analizamos los resultados. Los seleccionados correspondían a seis editoriales muy utilizadas en la CARM: Mc Graw Hill (EDIT1), Edelvives (EDIT2), Anaya (EDIT3), SM (EDIT4), Edebé (EDIT5) y Oxford (EDIT6).

Únicamente EDIT6 conservaba la denominación del bloque del currículum y, además, ubicaba todos los contenidos en una sola lección. En el polo opuesto habría que situar EDIT5 con tres lecciones y la inclusión de algún título un tanto alejado del oficial. En EDIT1, EDIT2 y EDIT4, los contenidos de Electricidad y Electrónica se trabajaban en lecciones diferenciadas. En EDIT3 había “algún solapamiento”. En general, la idea de bloque no se interpretaba de forma integradora sino sumativa.

- *Conclusiones*

Siguiendo la estructura de los tres Problemas Principales, podemos decir:

*a) en relación con el PP1*

En las seis editoriales, los contenidos de Electricidad y Electrónica ocupaban un lugar importante en los manuales elaborados para la asignatura de Tecnologías de 3º de la ESO. A pesar de ello, en EDIT2, EDIT3 y EDIT5 la presencia era mayor que en los otros.

Casi todas las editoriales presentaban los contenidos en tres de las cuatro secciones estudiadas: iniciación (salvo en EDIT2), desarrollo (en EDIT1 la presencia es anecdótica) y aplicación. A diferencia de otros trabajos (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008), no incluía la sección de evaluación.

Había diferencias importantes en la denominación de los apartados. Proliferaban los nombres y la heterogeneidad de intenciones de sus autores. El “viejo estilo” de un texto acompañado de unas actividades había quedado obsoleto; en aquel momento, había “experiencias”, “actividades guiadas y sin guiar”, “ejercicios resueltos y sin resolver”, “búsqueda de información”, “proyecto guiado y sin guiar”, “tecnología paso a paso”... y un largo etcétera. Algo parecía haber cambiado... en la forma.

También vimos diferentes estilos en cuanto a la ubicación de las actividades en el texto o el número de las que se proponían. Dada la cantidad de las que aparecían en las seis, resultaba imposible hacerlas todas por todos en el aula, con la carga lectiva de la asignatura. ¿Enseñamos –en su formación inicial– qué criterios debe utilizar el profesor para seleccionar las más adecuadas? ¿Cuáles debe trabajar en el aula y cuáles fuera de ella? ¿Cómo controla un maestro las que el alumnado hace en su casa?...

La mayoría de las actividades eran cerradas, individuales, cuantitativas, y de aplicación directa de ejercicios, aunque había también diferencias entre las editoriales. También se encontraron aspectos innovadores: diferenciación entre actividades individuales y de grupo (EDIT1), alusión al desarrollo de competencias (EDIT3 y, en menor medida, EDIT5), información sobre el grado de dificultad (EDIT5)... ¿Cuándo se generalizarán las aportaciones de la investigación e innovación en la DCE?

*b) en relación con el PP2*

Los contenidos incluidos en los libros de texto siempre suelen ser numerosos y, aunque muchos son compartidos por las editoriales, también hay diferencias; en nuestro caso, ocurría lo previsto. Algunos - incluso compartidos- eran discutibles si hay que priorizar conocimientos. No debemos olvidar que existen unas características cognitivas en el alumnado que le impiden “aprender todo con sólo mostrarlo” y esto vale con independencia del tipo de contenidos.

Había problemas en los contenidos conceptuales: se diferenciaban poco de los que aparecían en los manuales de Física y Química, se ignoraban conocimientos como las repercusiones medioambientales o las normas de seguridad (García, 2008). Las lecciones aparecían cargadas de conocimientos, aunque supiéramos que incluir más información no quiere decir que el estudiante aprenda más y mejor. Mención especial hacíamos a la terminología empleada: se cuidaba poco el lenguaje, lo que podía favorecer la creación de errores conceptuales y procedimentales en el alumnado.

En cuanto a los procedimientos había una presencia importante de “realización de montajes”, análisis e interpretación de datos”, “análisis e interpretación de situaciones” y “representación simbólica”. Pero, también había ausencias que respondían a una visión determinada -y que no compartimos- de la materia. Existían discrepancias importantes entre los contenidos de las actividades de desarrollo y las de aplicación; este hecho ya había sido detectado en otros trabajos (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008). Se detectaron diferencias relevantes entre las editoriales; no sólo hay una forma de enseñar.

En cuanto a las actitudes, su ausencia resultaba clamorosa; este resultado, también lo encontró García (2008) en su revisión. Sólo tenía una presencia la “valoración de la importancia tecnológica y social de los conocimientos científicos”.

Todo esto nos lleva a plantear: ¿cuándo vamos a considerar los procedimientos y las actitudes como contenidos habituales en la enseñanza de estas materias?; ¿dónde queda el carácter experimental de las Ciencias?; ¿cómo formamos a los futuros profesores para cambiar la forma de trabajarlas en las aulas de la educación obligatoria?...

*c) en relación con el PP3*

Aunque los libros de texto han sido unas herramientas clave en los modelos transmisivos, no se puede olvidar que, como cualquier otro recurso didáctico, se pueden utilizar de diferentes maneras. Por tanto, hablar de ajuste o no al currículum oficial es siempre “delicado” si excluimos otras variables como: el profesor, la utilización de otros materiales de aprendizaje, el contexto en el que se utiliza...

Por otro lado, la distancia entre las intenciones de los diseñadores curriculares y los resultados de cómo se lleva al aula son a veces muy grandes. Como señalaba Duschl (1995) habría que distinguir entre el currículum prescrito, el impartido, y el aprendido. Con estos matices, llegábamos a que:

- los contenidos recogidos en los seis libros de texto –en las temáticas analizadas- se ajustaban bastante a lo establecido en el currículum oficial. Si “han pecado” de algo, es de incrementar significativamente la cantidad de contenidos y la profundidad en su tratamiento.

- en relación con los criterios de evaluación, se producían omisiones en dos editoriales, importantes pero localizadas; pero que también se ajustaban a lo prescrito institucionalmente.

- en cuanto a la adquisición de competencias, la del conocimiento e interacción con el mundo físico, la matemática y el tratamiento de la información y la digital son, en general, las más atendidas por los seis libros. Las demás, podrían haberse atendido mejor (sobre todo, en EDIT1, EDIT2 y EDIT6)

Por todo lo dicho, con o sin reforma, concluíamos que era necesaria una transformación profunda de este recurso didáctico que resulta determinante en nuestro sistema educativo (Del Carmen, 2001). Además, nos planteábamos: ¿formamos a los futuros profesores para usar adecuadamente este recurso didáctico?; ¿qué alternativas tiene el maestro en formación si no usa el libro de texto en cuanto a la selección de contenidos; ¿y sobre la forma de evaluar el aprendizaje o la adquisición de competencias o estándares?...

### 1.2.3. “La presión, una unidad didáctica para 4º de ESO” (Pro Chereguini, 2012a)

Este artículo se basaba en la Unidad Didáctica que tuve que diseñar en las Prácticas de Enseñanza que realicé en el Máster de Formación del Profesorado de Secundaria.

Partíamos de la creencia que el diseño de una UD debería ser un proceso de reflexión, investigación y toma de decisiones sobre una realidad y unos problemas educativos concretos. Las formulaciones que realizan el currículum estatal (MEC, 2007b) y el de nuestra Comunidad (CARM, 2007b) son ambiguas, por lo que exige reflexionar, analizar, recabar información y tomar decisiones.

Para realizar esta tarea utilizábamos el modelo de planificación de otros compañeros (Sánchez y Valcárcel, 1993; García, Saura y Pro, 1995; Pro, 2006, 2008a, 2009c, 2014; Pro y Saura, 2007...). Un esquema del modelo se ha recogido en la Figura 1.4. Consta de seis tareas y a ellas nos referimos en el trabajo.

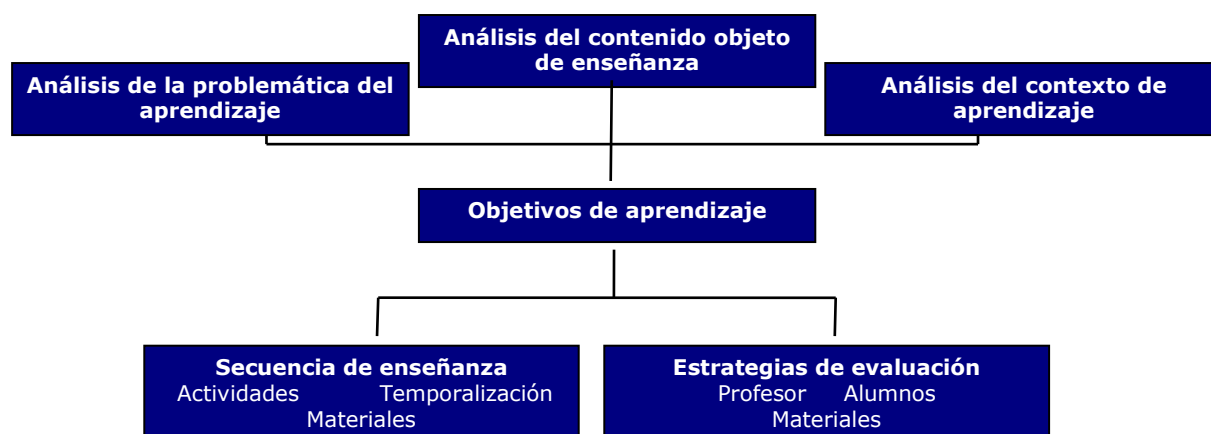


Figura 1.4. Modelo de planificación

• *Análisis científico del contenido*

Con este análisis pretendíamos identificar los posibles contenidos a enseñar. En la Figura 1.5 se representa la estructura del conocimiento que podríamos compartir con el alumnado.

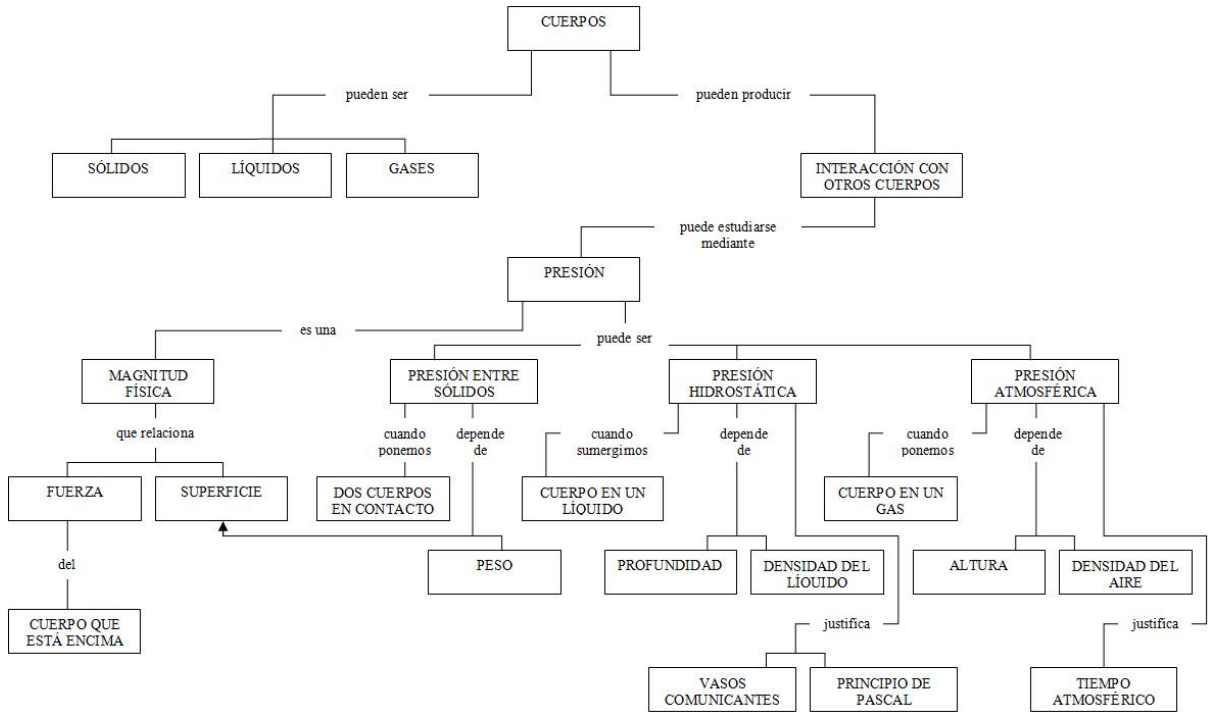


Figura 1.5. Análisis científico: mapa conceptual de conocimientos

Debíamos incluir los que eran necesarios para identificar los fenómenos que se debían estudiar, los que permiten interpretarlos y los que hacen posible la transferencia o aplicación a otras situaciones. Establecido el marco conceptual, era preciso identificar las afirmaciones de conocimiento que podíamos enseñar, contenidos de carácter declarativo, procedimientos y actitudes.

- Los cuerpos pueden interaccionar. Hay interacciones que se estudian mediante la presión.
- La presión es una magnitud física que relaciona fuerza del cuerpo con superficie de contacto.
- La presión entre sólidos se produce cuando un cuerpo sólido se apoya en otro. Su valor depende del peso y de la superficie.
- La presión hidrostática se produce cuando un cuerpo se sumerge en un líquido. Su valor depende de la profundidad y de la densidad del líquido.
- La presión hidrostática justifica los vasos comunicantes y el Principio de Pascal.
- La presión atmosférica se produce al introducir un objeto en un gas. Su valor depende de la altura y de la densidad del aire. La presión atmosférica justifica el tiempo atmosférico.

• *Análisis didáctico*

Con este análisis pretendíamos identificar las dificultades, conocimientos previos, logros... que tenía el alumnado sobre el tema objeto de estudio. La identificación de las dificultades no se realizaba para “evitar obstáculos” sino para buscar estrategias para superarlos (Saura y Pro, 2000). Una síntesis de los mismos nos permitió identificar las siguientes características:

- No han utilizado un dinamómetro en el ámbito escolar.
- Algunos confunden peso y masa; y fuerza y presión.
- Conocen expresiones de las áreas de superficies planas pero tienen dificultades en otras.
- Identifican relaciones entre presión, fuerza y superficie, por lo menos de forma cualitativa. Tienen más dificultades con las relaciones inversas que directas.
- No saben diseñar experiencias para mostrar la dependencia de la presión con la profundidad o la altura.
- No interpretan adecuadamente los mapas del tiempo.

Además, debemos considerar las exigencias cognitivas de estos conocimientos (Shayer y Adey, 1984). En base a lo anterior, las implicaciones que pueden derivarse para la enseñanza eran las siguientes:

- Es preciso diferenciar fuerza y presión, aunque sólo es posible si el pensamiento del alumnado ha superado las operaciones concretas.
- Se debe comenzar trabajando la presión en los sólidos (parece menos exigente cognitivamente), estableciendo la relación entre presión, peso y superficie.
- Se debe continuar con la presión en los líquidos (presión hidrostática) y la relación con la densidad del líquido y profundidad.
- Se debe finalizar con la presión en los gases (presión atmosférica) y la relación con la densidad del aire y altura.
- Se pueden y deben usar barómetros y manómetros.
- Se debe cuidar el tipo de relaciones porque las inversas pueden complicar el aprendizaje.

• *Análisis del contexto*

Identificábamos una serie de condiciones contextuales (por ejemplo, la disponibilidad de ordenadores con conexión a Internet, la dotación de material de laboratorio, el número de estudiantes...) que podían limitar la puesta en práctica de una propuesta. No obstante, también forman parte del contexto otros elementos (noticias, programas de televisión, direcciones de Internet, películas, etc.) que ofrecen oportunidades para la selección de lo que se va a enseñar y de cómo hacerlo.

Así, había una serie de direcciones de Internet (ver Cuadro 1.1) que podían resultar interesantes para lo que se pretende enseñar con esta unidad didáctica.

URL	Descripción
<a href="http://proyectos.cnice.mec.es/arquimedes2/fyq4_al.html">http://proyectos.cnice.mec.es/arquimedes2/fyq4_al.html</a> <a href="http://proyectos.cnice.mec.es/arquimedes2">http://proyectos.cnice.mec.es/arquimedes2</a> [+ Profesorado + 4º + Fuerzas y movimientos (III)]	Experiencias fundamentadas de aprendizaje para alumnos y profesores de ESO; en particular, los módulos de Hidrostática y Tiempo Atmosférico
<a href="http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion/index.html">http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion/index.html</a> <a href="http://newton.cnice.mec.es">http://newton.cnice.mec.es</a> [+ Profesores + Presión (II)]	Proyecto Newton desarrollado por el CNICE para la ESO; en particular, Presión (I)
<a href="http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion2/index.htm">http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion2/index.htm</a> <a href="http://newton.cnice.mec.es">http://newton.cnice.mec.es</a> [+ Profesores + Presión (I)]	Proyecto Newton desarrollado por el CNICE para la ESO; en particular, Presión (II)
<a href="http://www.ciencianet.com/archivo.html">http://www.ciencianet.com/archivo.html</a> <a href="http://www.ciencianet.com">http://www.ciencianet.com</a> [+ Archivo]	Web en la que se recogen preguntas y respuestas sobre temas científicos; en particular, con la presión.
<a href="http://www.ciencianet.com/experimentos.html">http://www.ciencianet.com/experimentos.html</a> <a href="http://www.ciencianet.com">http://www.ciencianet.com</a> [+ Experimentos]	Web en la que se recogen experimentos científicos; en particular, con la presión.

Cuadro 1.1. Direcciones de Internet para completar el análisis del contexto sobre presión

Otro aspecto interesante es la evolución histórica de los conocimientos o la historia de científicos que han contribuido de forma decisiva en esta evolución. En nuestro trabajo podríamos hacer referencia a las biografías de dos: Pascal y Torricelli; se puede extraer información del trabajo de Alfonseca (1996).

Otro de los recursos que también podemos utilizar en el desarrollo de esta unidad didáctica son videos que reproduzcan experiencias y fenómenos en los que estén implícitos los conocimientos mencionados. Actualmente podemos acceder a algunos a través de Internet que tienen calidad, son cortos y tienen un atractivo innegable. En el Cuadro 1.2 se muestran algunos de ellos.

Contenido	Dirección
Presión hidrostática	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=LBEFZsUM1Ts">http://www.youtube.com/watch?v=LBEFZsUM1Ts</a>
	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=hODxcpOtyrM">http://www.youtube.com/watch?v=hODxcpOtyrM</a>
	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=GdCsdUT-4Nk">http://www.youtube.com/watch?v=GdCsdUT-4Nk</a>
	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=GUFBhRUIZtA">http://www.youtube.com/watch?v=GUFBhRUIZtA</a>
Presión atmosférica	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=ONhFfIPkkaY">http://www.youtube.com/watch?v=ONhFfIPkkaY</a>
	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=TCC8y_uJuSc">http://www.youtube.com/watch?v=TCC8y_uJuSc</a>
	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=N_p7_QyK1hA">http://www.youtube.com/watch?v=N_p7_QyK1hA</a>
	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=nniD1qQyaKk">http://www.youtube.com/watch?v=nniD1qQyaKk</a>

Cuadro 1.2. Videos de Internet para completar el análisis del contexto sobre presión

A estos elementos que configuran el contexto de aprendizaje se podrían añadir noticias de prensa, programas de TV, películas, etc., que hicieran referencia al tema que nos ocupa en esta unidad de didáctica, con el fin de complementar los contenidos y como aspecto motivador para los alumnos.

- *Selección de objetivos*

La selección de objetivos de aprendizaje –ver Cuadro 1.3- debe integrar los tres procesos de análisis anteriores. Debe tener como criterios la lógica de la materia, las características del estudiante y su desarrollo personal, y la función social de la educación obligatoria.

Objetivos del tema	Contribuciones Obj. Generales
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar algunas interacciones que se dan en la Naturaleza entre sólidos, líquidos y gases.</li> <li>- Justificar la necesidad de usar el concepto de presión, diferenciándolo del de fuerza.</li> <li>- Conceptualizar la presión entre sólidos en contacto y estudiar su relación con el peso y superficie.</li> <li>- Aplicar la relación estudiada para la interpretación de hechos cotidianos (utilización de esquí en la nieve, estabilidad en función del tamaño de los zapatos, faquires...)</li> <li>- Conceptualizar la presión hidrostática y estudiar su relación con la densidad del líquido y la profundidad.</li> <li>- Conocer el principio de Pascal y el fundamento de los vasos comunicantes; valorar su importancia.</li> <li>- Aplicar la relación para la interpretación de hechos cotidianos (zumbido en el fondo de una piscina, presión en el interior de un submarino, nivel freático, prensa hidráulica, montaje de jeringuillas...)</li> <li>- Conceptualizar la presión atmosférica y estudiar la relación con la altura y densidad del aire.</li> <li>- Conocer la experiencia de Torricelli; valorar su importancia social.</li> <li>- Aplicar la relación estudiada para la interpretación de hechos cotidianos (interpretación de mapas del tiempo, fenómenos “el agua que no se cae” o “el agua que sube sola”, pequeñas explosiones...)</li> <li>- Realizar dispositivos con una función determinada, usando los conocimientos del tema.</li> <li>- Trabajar en grupos asumiendo las tareas que les corresponda, mostrando solidaridad con los compañeros y usando la argumentación y el razonamiento para defender sus opiniones.</li> <li>- Utilizar Internet de forma reflexiva y crítica (identificación, interpretación y aplicación de la información), para la búsqueda de información sobre el tema.</li> <li>- Plantearse preguntas, tener curiosidad y sentir la necesidad de seguir aprendiendo.</li> </ul>	<p>Objetivos principales sobre los que incide:</p> <p>1, 2, 3, 4, 5 y 8</p>

Cuadro 1.3. Selección de objetivos de aprendizaje del tema

- *Selección de secuencia de enseñanza: diseño de actividades*

La siguiente tarea debe incluir la relación de actividades, su temporalización y los materiales de aprendizaje, lógicamente coherentes con unos planteamientos metodológicos. Optamos por una secuencia de enseñanza con un enfoque constructivista, con las fases del proyecto CLIS: orientación,



explicitación, construcción de conocimientos, aplicación y revisión. En el Cuadro 1.4 se muestra la secuencia de actividades propuestas para esta UD, en principio, programada para ocho sesiones.

Fases	Descripción de la secuencia de actividades de la UD
ORIENTACIÓN	<b>A.1.</b> Justificación de la importancia del tema en la vida cotidiana. Relación de algunos interrogantes a los que se pretende dar respuesta en esta UD ( <b>ExpPro</b> ). Organización de cómo se va a trabajar durante el desarrollo del tema ( <b>ExpPro</b> ).
EXPLICITACIÓN DE IDEAS	<b>A.2.</b> Exploración de los conocimientos iniciales del alumnado: respuestas a un cuestionario sobre presión en sólidos, hidrostática y atmosférica ( <b>TraInd</b> ) Realización de un mural en pequeños grupos ( <b>TraGru</b> ); puesta en común en gran grupo ( <b>TGG</b> )
CONSTRUCCIÓN APRENDIZAJES	
Presión	<b>A.3.</b> Explicación del profesor sobre: los estados de agregación de los cuerpos, las posibilidades de interacción entre dos cuerpos, la insuficiencia del concepto de fuerza y la necesidad de introducir la presión ( <b>ExpPro</b> ). <b>A.4.</b> Búsqueda de expresiones, anuncios publicitarios. etc., que contengan el término presión y discusión del mal o buen uso del mismo ( <b>TraInd y TraGru</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ).
Presión entre sólidos	<b>A.5.</b> Explicación del profesor sobre: presión en los sólidos y la dependencia de la misma del peso y de la superficie ( <b>ExpPro</b> ). Realización de experiencia de cátedra para ilustrar algunos fenómenos ( <b>CatPro</b> ). <b>A.6.</b> Actividades en que se relacionen presión, peso y superficie; realización de hoja de trabajo ( <b>TraInd y TraGru</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ). <b>A.7.</b> Búsqueda de información en Internet sobre la presión entre sólidos; realización de hoja de trabajo ( <b>TraInd y TraGru</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ).
Presión hidrostática	<b>A.8.</b> Explicación del profesor sobre: presión en los líquidos (hidrostática) y la dependencia de la misma de la profundidad y de la densidad del líquido ( <b>ExpPro</b> ). Realización de experiencia de cátedra para ilustrar algunos fenómenos ( <b>CatPro</b> ). <b>A.9.</b> Actividades en que se relacionen presión, profundidad y densidad del líquido; realización de hoja de trabajo ( <b>TraInd y TraGru</b> ); puesta en común y clarificación ideas confusas ( <b>TGG</b> ). <b>A.10.</b> Explicación del profesor sobre: vasos comunicantes ( <b>ExpPro</b> ). Realización de experiencia de cátedra para ilustrar este fenómeno ( <b>CatPro</b> ). <b>A.11.</b> Actividades en las que se utilicen vasos comunicantes; realización de hoja de trabajo ( <b>TraInd y TraGru</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ). <b>A.12.</b> Explicación del profesor sobre: la vida de Pascal y principio de Pascal ( <b>ExpPro</b> ). Realización de experiencia de cátedra para ilustrar este fenómeno ( <b>CatPro</b> ). <b>A.13.</b> Actividades en las que se utilice el principio de Pascal; realización de hoja de trabajo ( <b>TraInd y TraGru</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ). <b>A.14.</b> Actividad de laboratorio en pequeños grupos; realización de guión de trabajo ( <b>LabAlu</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ). <b>A.15.</b> Búsqueda de información en Internet sobre la presión en líquidos; realización de hoja de trabajo ( <b>TraInd y TraGru</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ).
Presión atmosférica	<b>A.16.</b> Explicación del profesor sobre: la vida de Torricelli y la presión en los gases, presión atmosférica y la dependencia de la misma de la altura ( <b>ExpPro</b> ). Realización de experiencia de cátedra para ilustrar algunos fenómenos ( <b>CatPro</b> ). <b>A.17.</b> Actividades en las que se relacionen presión atmosférica y hechos cotidianos (videos) y su dependencia con la altura; realización de hoja de trabajo ( <b>TraInd y TraGru</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ). <b>A.18.</b> Actividad de laboratorio en pequeños grupos; realización de guión de trabajo ( <b>LabAlu</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ). <b>A.19.</b> Búsqueda de información en Internet sobre la presión en gases; realización de hoja de trabajo ( <b>TraInd y TraGru</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ).

Cuadro 1.4. Descripción de la secuencia de actividades de la UD (continúa)

Fases	Descripción de la secuencia de actividades de la UD
APLICACIÓN	<b>A.20.</b> Análisis de videos; realización de hojas de trabajo sobre el contenido de los videos ( <b>VidAlu</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ). <b>A.21.</b> Realización de un dispositivo que su funcionamiento se deba a la presión (atmosférica, hidrostática...) ( <b>TraInd ó TraGru</b> ); puesta en común y clarificación de ideas confusas ( <b>TGG</b> ).
REVISIÓN	<b>A.22.</b> Revisión crítica de las respuestas propias dadas en la fase de explicitación, identificando qué ideas se han modificado y por qué ( <b>TraInd</b> ). Identificación de qué han aprendido en esta parte del tema ( <b>TraInd</b> )

Cuadro 1.4 (continuación). Descripción de la secuencia de actividades de la UD

Incluso, en el artículo de referencia se incluyeron algunas de las actividades mencionadas. En las Figuras 1.6 y siguientes se recogen.

**Actividad 4**

El alumnado debe buscar información en Internet. Se le facilitaría además la siguiente hoja de trabajo:

Queremos saber el significado que le dan en el lenguaje cotidiano al término presión. Debes buscar tres expresiones, anuncios publicitarios, dichos populares... que contengan la palabra presión. Por ejemplo, en el fútbol se dice: "El Murcia está presionando al equipo contrario".

Una vez que tengas las tres afirmaciones completa el siguiente cuadro:

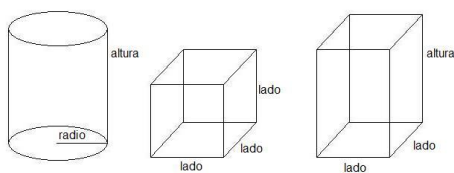
Frase	Sitio donde se dice	¿Es correcta la afirmación?

Figura 1.6. Ejemplo de actividad de la UD sobre presión

**Actividad 9**

Hoja de trabajo para el alumno:

1. Hemos llenado de agua los recipientes siguientes. ¿En cuál de ellos existe mayor presión en el fondo? (Responde primero de forma intuitiva y luego realiza los cálculos que necesites)



Radio: 5 cm Lado: 5 cm Altura: 8 cm

2. ¿Qué altura debe tener una columna de alcohol para que ejerza la misma presión que una de mercurio de 25 cm de altura? (densidad del alcohol: 810 kg/m<sup>3</sup>; densidad del mercurio: 13600 kg/m<sup>3</sup>)

3. El petrolero Prestige se hundió en el mar a 133 millas del cabo Finisterre hasta una profundidad de 3600 m, llevando en sus tanques 65000 toneladas de fuel. Calcula la presión que soportan los tanques de combustibles a dicha profundidad. ¿Qué peligro puede ocasionar esta elevada presión?

4. ¿Por qué razón no se puede salir de un coche sumergido debajo de agua? ¿Cómo se te ocurre que podrías salir de la mejor forma posible?

5. ¿Por qué zumban los oídos al sumergirnos al fondo de una piscina, si ésta es profunda? ¿Qué presión soportarías si la piscina tiene 5 metros de fondo?

Figura 1.7. Ejemplo de actividad de la UD sobre presión

**Actividad 11**

Hoja de trabajo para el alumno:

1. ¿Cómo explicas que a pocos metros de la orilla de una playa, si escarbamos un poco, encontramos agua? ¿Es dulce o salada?
2. Tenemos dos vasos comunicantes en los que vertimos agua y aceite. Sabemos que se trata de dos líquidos inmiscibles (es decir que no se pueden mezclar) por lo que ambos quedan a diferente altura (ver la figura). ¿Cómo podríamos conocer la densidad del aceite?
3. ¿Qué es el nivel freático del Río Segura? ¿Qué consecuencias ha tenido cuando ha bajado por la sequía?
4. ¿Cómo podrías clavar dos clavos a la misma altura usando unos vasos comunicantes?

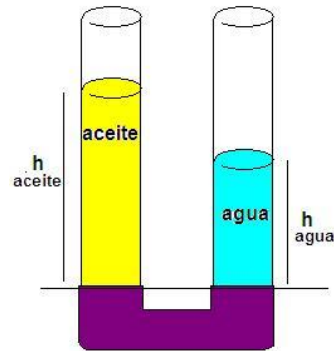


Figura 1.8. Ejemplo de actividad de la UD sobre presión

**Actividad 14**

Actividad de laboratorio del alumnado. Construcción de un diablillo de Descartes



Además de las instrucciones para realizar el montaje se incluirían preguntas de observación, interpretación, predicción y aplicación.

- Describe cómo has realizado el montaje.
- Describe cómo funciona el diablillo.
- Justifica, desde una perspectiva científica por qué ha ocurrido tal como has descrito.
- ¿Qué pasaría si aprieto más fuerte o más flojo el recipiente?; ¿qué ocurriría si fuera de plástico más duro la botella?; ¿qué pasaría si la botella fuera más profunda?
- ¿Cómo piensas que se puede aprovechar este invento en la vida cotidiana?

Figura 1.9. Ejemplo de actividad de la UD sobre presión

**Actividad 15**

Búsqueda de información en Internet:

Vamos a aclarar algunos aspectos relacionados con la explicación dada en la sesión de hoy. Para ello debes de realizar una ficha en una cara de un folio como máximo con la información que encuentres en Internet explicada con tus palabras (**no me vale que copies la información tal cual está y no la entiendas**). La ficha debe contener las respuestas a las siguientes cuestiones:

- Debes acceder a <http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion/mayorabajo.htm?2&1> y realizar la experiencia del “Mayor cuanto más abajo”. Explica lo que sucede.
- Debes acceder a <http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion/manometros.htm> y realizar la experiencia del “Manómetro”. Explica lo que sucede.
- Escribe dos ejemplos que encuentres sobre la presión hidrostática y explica en qué consisten muy brevemente (puedes usar dibujos).

Pista: <http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion/index.html>

Una vez que hayas terminado de “jugar” con estas simulaciones, completa este cuadro:

Objetivo de la experiencia	Descripción de lo que has realizado	Conclusiones a las que has llegado

Figura 1.10. Ejemplo de actividad de la UD sobre presión

- *Selección de estrategias de evaluación*

Por último, las estrategias de evaluación deben ser coherentes con las finalidades educativas y el proceso de enseñanza. Por un lado, resulta fundamental el trabajo desarrollado por el alumnado a lo largo de la unidad didáctica en la construcción de lo que aprende. Con todas estas actividades se pueden ir mostrando los aprendizajes que se van generando en el proceso y, sobre todo, conocer qué funciona y qué no funciona de nuestra propuesta.

No obstante, aunque los alumnos trabajen de forma cooperativa, tienen que existir trabajos concretos en los que individualmente muestren sus conocimientos personales y, por tanto, el grado de adquisición de los mismos. Los criterios de evaluación del currículum oficial deben servir de guía para establecer el tipo de preguntas de una posible prueba escrita.

Al hilo de este trabajo, se nos plantean unas cuestiones: ¿integra este modelo de planificación elementos como los conocimientos científicos y didácticos, la experiencias profesionales, las creencias y concepciones ideológicas,...?; ¿cómo podríamos utilizar nuestra UD en la Educación Primaria?; ¿es necesario formar al maestro en su formación inicial en el uso de un modelo de planificación?...

**1.2.4. “¿Qué y cómo investigan los maestros sobre su práctica educativa?” (López y Pro Chereguini, 2012)**

Pretendíamos analizar unos Trabajos Fin de Máster (TFM) sobre la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria, realizados en el Máster de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Educación Primaria de la Universidad de Murcia. En la línea de otros análisis con finalidades

semejantes, tratamos de responder a cuestiones como: qué se ha investigado, cómo se ha realizado y a qué conclusiones se ha llegado.

- *Problemas de Investigación*

Decíamos que la DCE había tenido un gran desarrollo en los últimos años. En relación con la etapa de EP encontrábamos un déficit importante en el número de aportaciones. No obstante, a pesar de la escasez, había contribuciones muy interesantes en libros (por ejemplo, las que se recogen en Pro, y Rosaleni, 2008; Pro, 2010c...) o en artículos de revistas periódicas más especializadas en esta etapa educativa (por ejemplo, en Aula. Revista de Innovación Educativa de la Editorial Graó).

Pero, además del número, detectábamos otra limitación preocupante: el escaso número de maestros que investigan sobre lo que realizan en su aula. Este problema había sido destacado por algunos autores (Barberá, 2002; Benarroch, 2010; Pro y Rodríguez, 2011...). Por ello, creemos que, para mejorar lo que estamos realizando, debemos aportar respuestas a tres interrogantes básicos: qué están investigando los maestros, cómo lo están haciendo y a qué conclusiones están llegando.

Otras revisiones se habían ocupado en las comunicaciones presentadas a congresos del área (Pro, 2009b; Benarroch, 2010); otros sobre los trabajos publicados en revistas especializadas (García, 2008; Pro, 2010a); e, incluso, se han realizado estudios evolutivos (Pro, 2010b)... Pero, para tener una visión más completa de la situación de la DCE, es preciso “sumar” nuevos análisis pero ¿dónde podemos encontrar uno que aglutine investigaciones sobre la enseñanza de las Ciencias en EP?

- *Metodología : base documental y protocolo de análisis*

Desde hace unos años se realizaba el Máster de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Primaria en la Universidad de Murcia. En esta titulación de carácter oficial, los estudiantes –muchos de ellos, maestros en ejercicio- deben cursar unos créditos de formación y realizar un TFM con una carga de trabajo de 24 créditos (normalmente con calificaciones superiores a 5).

Además, se organizan unas Jornadas donde se presentan y se publican parcialmente los TFM. Era una buena base documental para nuestros propósitos ya que la extensión de los mismos –unas 25 páginas- permitía tener una descripción detallada, aunque fuera de un fragmento. Analizamos el contenido de los trabajos presentados y seleccionamos los 9 que se referían a la enseñanza y el aprendizaje de temáticas de carácter científico en Educación Primaria.

Para nuestro protocolo de este análisis documental, tuvimos presente los trabajos de Pro (2009b, 2010a, 2010b; Pro y Rodríguez (2011). Los elementos a considerar se recogen en el Cuadro 1.5.

Interrogantes principales	Elementos a considerar
¿Qué características definen el trabajo?	- Características profesionales del autor - Descriptores generales del trabajo
¿Qué están investigando?	- Problemas de investigación - Referentes fundamentales del marco teórico
¿Cómo lo están haciendo?	- Tipo de diseño de investigación - Participantes y contextos - Descripción de propuesta ensayada (cuando se ha hecho) - Instrumentos de recogida de información
¿A qué conclusiones llegan?	- Resultados obtenidos - Conclusiones explícitas de los problemas planteados

Cuadro 1.5. Protocolo de análisis documental

- *Resultados*

*a) En relación con las características generales de los trabajos*

La mayor parte de los autores (6/9) eran profesores en ejercicio y gran parte de ellos (5/9) realizaron la investigación en su aula. En sus trabajos manifestaban preocupaciones variadas pero la más compartida era la necesidad de mejorar aspectos de la docencia: cómo enseñar de manera que sus alumnos aprendan de otra manera o cómo integrar algunos recursos (actividades de laboratorio, TICs, salidas fuera del aula, comics...).

Casi todos los trabajos eran empíricos. El objetivo principal de muchos (6/9) era el diseño y aplicación de una propuesta de enseñanza innovadora en un aula (como veremos de temáticas diferentes); una sólo presenta los fundamentos de la propuesta, aunque parece que también se valoró en el TFM completo; los dos restantes, que no eran maestros, realizaron estudios diagnósticos sobre características del alumnado, quizás por las dificultades para disponer de un aula propia.

*b) En relación con el qué están investigando*

Entre los que se centraban en el ensayo de una propuesta hubo tres que articulaban su investigación en torno a tres problemas principales: ¿cuáles eran los conocimientos iniciales del alumnado respecto a la temática objeto de la propuesta? (PP1); ¿cómo se desarrolló la propuesta en el aula? (PP2); y ¿qué efectos produjo en el aprendizaje del alumnado? (PP3). No todos los plantean con esta “claridad”.

Los otros cuatro se centraban en valorar la puesta en práctica; es decir, una combinación de PP2 y PP3 pero con matices. Así, una estudiaba la incidencia de tres tipos de texto (un comic, un cuento y un guión de laboratorio en la comprensión lectora de los niños) frente a los otros que sólo se ocupaban de los efectos inmediatos en el aprendizaje científico (sin entrar en las competencias).

La que no describe los resultados daba la impresión de que también había valorado las repercusiones en el desarrollo de algunas competencias pero no aportaba los datos.

Las dos estudios diagnósticos planteaban al alumnado diferentes situaciones: en uno, para que usaran sus conocimientos sobre la energía ante unas experiencias, una noticia de prensa y el video de una campaña publicitaria; en el otro, para conocer las actitudes de los niños en sus diferentes acepciones (conocimiento de las aportaciones, percepciones de la ciencia y del trabajo de los científicos, posiciones ante dicotomías de los efectos de los descubrimientos científicos, valoración de la ciencia escolar y extraescolar...)

A pesar de que las finalidades y temáticas estudiadas eran variadas, se detectaron referentes comunes en los antecedentes. El más común era la referencia al currículum oficial (8/9), probablemente por la proximidad de la última reforma. Pero también se aludían a otros tópicos: las ideas iniciales o los obstáculos de aprendizaje del alumnado desde una perspectiva constructivista (6/9), el desarrollo de competencias (4/9), el uso de un modelo de planificación (4/9), las investigaciones o innovaciones realizadas sobre el ámbito de las propuestas ensayadas (3/9)...

*c) En relación con cómo lo han realizado*

Los diseños de investigación simultaneaban enfoques cuantitativos (fundamentalmente descriptivos) y cualitativos. Dos utilizaban un pretest-seguimiento-postest. Cuatro realizaban un seguimiento (uno de

ellos contrasta los resultados con tres recursos diferentes). Dos eran estudios ex post facto. El otro trabajo sólo se ocupaba de profundizar en los fundamentos de la unidad didáctica planificada.

Los participantes correspondían a tercer ciclo (4/9) y al primero (3/9); había uno del segundo ciclo y otro de Educación Infantil. No describían con minuciosidad las aulas y centros a los que pertenecían. Había “quejas” con la comprensión lectora y expresión escrita; menos alusiones a las matemáticas.

Las experiencias de puesta en práctica de una propuesta se desarrollaron en un aula (6/9) con una ratio variable (alrededor de 20), mientras que los estudios diagnósticos emplean más de un centenar de alumnos. Las ocho temáticas trabajadas –una se ocupaba de las actitudes- son variadas: el estudio de los circuitos y de la corriente eléctrica (2/9), el agua (2/9), la huerta de Murcia, de dónde procedemos, los animales del entorno y los recursos energéticos.

Casi la mitad compartían un modelo de planificación basado en la realización de unas tareas: presencia del tema en el contexto, análisis del contenido científico implicado (con esquemas y mapas conceptuales, relación de posibles procedimientos y actitudes...), problemas del aprendizaje de los mismos, delimitación de objetivos concretos de aprendizaje, secuencia de enseñanza y estrategias de evaluación. Las secuencias de enseñanza seguían un enfoque constructivista: iniciación-desarrollo-aplicación u orientación-explicitación-construcción-aplicación-revisión.

Entre los que investigaban sobre una propuesta, había un interés especial de los autores por detallar las actividades realizadas. Se aportaban ejemplos, distribución temporal, finalidad de cada fase... En todos los casos se simultaneaba el uso de diferentes recursos: experimentos realizados por el alumnado o por el maestro, trabajos individuales y en grupo sobre documentos escritos (comics, cuentos, mapas...), realización de proyectos, lecturas colectivas, proyección de películas y videos (algunos con pizarra digital), cuidado de seres vivos, actividades en las que participan los padres... Más o menos explícitamente se señalaban los contenidos de las explicaciones del profesor –normalmente con presentaciones de Power Point- y la forma de organizar la dinámica de las clases.

Los instrumentos de recogida de información para el pretest (o el postest) o el diagnóstico eran cuestionarios (de ideas previas, de actitudes, de utilización de conocimientos ante una experiencia, de preguntas sobre una noticia de prensa o sobre un video de una campaña publicitaria, de satisfacción del alumnado...). Para el seguimiento se utilizaban los diarios del profesor (incluimos los protocolos de observación del alumnado en el aula) y algunas producciones escritas (respuestas en los guiones de laboratorio, en fichas, en las hojas de trabajo, murales elaborados en grupo, puestas en común...); había también entrevistas y grabaciones pero no aparecían transcripciones amplias por falta de espacio.

#### *d) En relación a las conclusiones a las que estamos llegando*

Se describían el desarrollo de las experiencias (obviamente cuando las había) e incluso las incidencias. Los resultados se presentaban en formatos variados y combinando varios: por unidades de análisis, por competencias, por los aspectos positivos y negativos según el maestro, a partir de los protocolos de observación, de las valoraciones realizadas por los propios alumnos...

Predominaban los relatos descriptivos –normalmente en términos de frecuencia o frecuencia relativa- pero también había interpretaciones, juicios de valor, discusiones... Eran escasos los tratamientos estadísticos (mención a diferencias o relaciones entre variables)... pero tampoco eran necesarios.

En cuanto a las conclusiones eran coherentes con los datos y resultados que se aportaban. En el Cuadro 1.6, como ejemplo, recogemos extractadas las conclusiones de algunos

<p>Maestro 1</p> <p>a) En relación con el PP1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los conocimientos previos que tenían los alumnos eran limitados pero han servido para construir nuevos conocimientos.</li> <li>- En muchos casos no utilizaban un modelo de corriente en sus razonamientos.</li> </ul> <p>b) En relación con el PP2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El desarrollo de las actividades previstas y el ambiente de aula fue bueno y se opina que disfrutaron aprendiendo.</li> <li>- Se encuentran algunas dificultades que, por ejemplo, siguen aflorando modelos alternativos, por lo que precisan del tratamiento del tema en sucesivas etapas educativas.</li> </ul> <p>c) En relación con el PP3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se aprecia una mejora clara en los resultados del postest respecto al pretest.</li> <li>- Para el alumnado la experiencia ha sido muy positiva a pesar del trabajo y el esfuerzo que conlleva.</li> <li>- Creemos honestamente que hemos favorecido aprendizajes cooperativos y duraderos</li> </ul>
<p>Maestra 3</p> <p>PP1: se puede construir una propuesta que tenga en cuenta el cambio curricular, el significado y alcance de algunas competencias, los problemas de dificultad lectora, el uso de recursos próximos al alumnado y la incidencia de estos en el aprendizaje de variables como identificación de ideas en un material, interpretación e inferencia. Es preciso desechar materiales convencionales, que no contribuyen ni a la comprensión lectora ni a la animación a la lectura. Como alternativa se proponen otros textos, próximos a la realidad del alumnado (cómic, cuentos, experiencias de laboratorio...). Aprovechar la forma habitual de trabajo del alumnado y la puesta en práctica en el aula de la maestra habitual facilita que el periodo de adaptación de los niños a los nuevos planteamientos.</p> <p>PP2: las preguntas de identificación de ideas han obtenido mejores resultados globalmente e individualmente en 3/6 cómic, 1/4 cuentos y 1/2 guiones. Las respuestas de inferencia fueron globalmente mejores que las de significado de términos y expresiones. Se han obtenido mejores resultados en el "significado de expresiones" que en el "significado de términos".</p> <p>PP3: No se puede hablar de tipos de destrezas comunicativas sino que éstas dependen del recurso en el que se plantee; en nuestro caso, de que sea un cómic, un cuento o un guión. Parece que globalmente los mejores resultados se han obtenido en los cómic y en los cuentos; podría justificarse por el hecho de que son más parecidos a los habituales.</p>
<p>Profesora de la Facultad de Educación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los resultados, que, en muchos casos, no han sido positivos, no han contradicho lo esperado según la literatura consultada (algunos problemas para identificar los productos de la ciencia, opinión positiva respecto a la presencia curricular de las ciencias, planteamientos metodológicos inadecuados en la educación formal, escasa incidencia de la educación no-formal en la educación científica...).</li> <li>- Han habido "sorpresas positivas" (visión aceptable de los científicos y su trabajo, valoración positiva de las aportaciones de la ciencia, apoyo social a la labor de los científicos...). Desde luego, parece que el currículum oficial no se ha llevado a las aulas.</li> <li>- También esperábamos más diferencias respecto al género y, no digamos, respecto al tipo de centro. Desde luego, con los resultados obtenidos, no podemos compartir las conclusiones obtenidas en otros trabajos respecto a la dependencia con estas variables.</li> <li>- La inclusión de las actitudes, con actividades concretas e intencionadas, puede mejorar la alfabetización científica de los ciudadanos, quedan muchas cosas por hacer, dentro y fuera de la escuela.</li> </ul>

Cuadro 1.6. Resultados en función de los problemas planteados

Con las limitaciones derivadas del escaso número de TFM con nuestras características, podemos decir que el maestro suele elegir temáticas que están próximas a su trabajo diario (¿son estos los problemas que realmente les preocupan de la investigación en DCE?); que tiene unos conocimientos profesionales muy amplios (¿cómo podríamos incorporarlos al proceso de formación de los futuros maestros?); que aportan aspectos insustituibles desde la investigación acción (¿hasta cuándo vamos a esperar para escuchar lo que se hace, por qué se hace y cómo podemos mejorarlo?); que son capaces de incidir en variables y aspectos complejos con "más facilidad" de la esperada (¿y más utilidad?) y que mantienen unas cualidades deseables en cualquier investigador porque, en ningún momento, deja de ser un docente (¿se puede investigar uno a sí mismo? ¿cómo se hace? ¿es útil para el que lo hace?).



### 1.2.5. "Los conocimientos sobre energía en los currículos de Educación Primaria" (Pro, López y Pro Chereguini, 2014)

- *Planteamiento del trabajo*

Decíamos que no era fácil "fijar" cuál era el marco oficial por dos motivos: la transitoriedad que tienen los currículos (cada cambio político parece llevar consigo una modificación curricular) y la diversidad que conlleva que cada Comunidad Autónoma (CCAA) tenga el suyo (muchas veces sin respetar los Reales Decretos que establecían un marco de referencia compartido, en nuestro caso, para la Educación Primaria). En esta situación, nos planteamos: ¿cuál es el marco oficial para la enseñanza de las ciencias en el alumnado de Educación Primaria?; ¿cómo ha quedado el currículum tras "pasar" por las CCAA?; ¿se puede hablar de que, en España, tenemos los mismos programas?; ¿son muy diferentes las necesidades formativas de un niño catalán, un extremeño o un castellano leonés?

En este trabajo queríamos estudiar la presencia de un tema en los currículos oficiales de EP de las diferentes Comunidades Autónomas. Elegimos el tópico de la energía por diferentes motivos: importancia curricular, presencia en la vida cotidiana y en los medios de comunicación, relevancia social, interés personal... En cualquier caso, otros también podrían cumplir los criterios mencionados.

- *Análisis del currículum oficial*

Pro y Miralles (2009) defendían que la mayor novedad de la última reforma curricular en esta etapa era la presencia del término competencia. Por lo tanto, los currículos de las diferentes CCAA debían contemplar la adquisición de las competencias y subcompetencias señaladas.

También se habían fijado unos Contenidos y unos Criterios de evaluación en los que pudimos apreciar la presencia bastante relevante de la temática de la energía: desde una perspectiva física, tecnológica, ambiental y de las repercusiones sociales de su producción, utilización y consecuencias en nuestro estilo de vida.

En otros trabajos (por ejemplo, Cañas, Martín y Niedo, 2007; Pro y Miralles, 2009; Banet, 2010), se habían analizado los contenidos, competencias y criterios de evaluación de la materia, en general. En éste se trataba de un análisis documental que tenía como informantes todos los currículos oficiales (el del estado y el de las Comunidades Autónomas).

- *Conclusiones*

Analizados el currículum oficial y el de las CCAA, podemos decir que hay diferencias en la relación de contenidos a trabajar en las diferentes CCAA; quizás, los programas "más singulares" respecto a las demás sean los de Andalucía y Galicia. Al hilo de las diferencias, nos preguntamos: ¿qué fuentes utilizan los diseñadores curriculares para plantear documentos tan distintos?

Por otro lado, en la mayoría de las CCAA, se recogen todos los contenidos conceptuales del currículum estatal. Había algunas ausencias en las actitudes; pero donde más diferencias se detectaban era en los procedimientos. Probablemente por ello, había una mayor homogeneidad en los conceptos que en los otros contenidos. Pero, además, a la vista del contenido curricular analizado, añadíamos que:

- los conceptos compartidos por más CCAA (más de dos tercios de ellas) son: Energía y cambios, Tipos de energía (incluido por todas), Transformación de la energía, Fuentes de energía, Fuentes de energía renovables y no renovables, Impacto ambiental, Consumo energético y medidas, Ahorro

energético y medidas, Energía y electricidad doméstica y El desarrollo energético, sostenible y equitativo.

- los procedimientos compartidos por más CCAA (más de dos tercios) son: Identificación de fuentes de energía de máquinas y aparatos del entorno, Observación de transformación de energía en la vida cotidiana, Clasificación de las fuentes de energía, Realización de experiencias de cambios energéticos, Predicción de efectos de transformaciones energéticas y Diseño de experiencia de cambios energéticos

- las actitudes compartidas por más CCAA (más de dos tercios) son: Desarrollo de actitudes frente a problemas medioambientales; Desarrollo de actitudes y adopción de comportamientos de ahorro energético; Reconocimiento del papel de la energía en la calidad de vida o en la vida cotidiana; y Valoración del uso responsable de la energía

- en el Primer ciclo, parece que se deberían identificar qué energía necesitan o utilizan diversos aparatos y máquinas del entorno; pero, sobre todo, se tendría que trabajar la creación de hábitos para el ahorro o para un consumo razonable de energía.

- entre Segundo y Tercer ciclo, se debería iniciar el estudio de dos temáticas: por un lado, las fuentes de energía, su clasificación en renovables y no renovables, los beneficios y riesgos, el impacto de cada una de ellas...; y, por otro, el consumo y el ahorro energético. En ambos casos, se profundiza en los hábitos deseables, tanto personales como del aula o del centro, de su casa, de su entorno... y del planeta.

Sin embargo, a pesar del énfasis con el que solemos discutir los nuevos programas, no estaba muy clara la incidencia de los mismos en el aprendizaje del alumnado. Así, las Comunidades Autónomas de Castilla y León y Murcia tienen prácticamente los mismos programas oficiales y, sin embargo, ni en las evaluaciones institucionales (MEC, 2010) ni en otro tipo de estudios demoscópicos (Pérez, 2005) obtienen los mismos resultados. Por eso, nos preguntamos: ¿cuál es la verdadera incidencia del currículum oficial?; ¿por qué no conoce el profesorado los programas oficiales?; ¿qué cambian realmente las reformas en nuestro contexto educativo?

### 1.2.6. Otras aportaciones

Durante este periodo formativo hemos realizado dos trabajos en los que se recogen resultados de esta Tesis Doctoral. Se trata de:

Pro Chereguini, C. (2012b): "CDC en la formación inicial de maestros: actividades de laboratorio". XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Santiago: Servicio de publicaciones de la Universidad

Pro Chereguini, C. (2014): "Formación Inicial de Maestros: Conocimientos y Competencias en unas Actividades de Laboratorio". XXVI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad

No obstante, no vamos a describirlos porque sus resultados, como veremos, forman una parte de este trabajo de Tesis Doctoral.

### 1.3. ANTECEDENTES: ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

Nuestro estudio se apoya en dos realidades concretas (la EP y la titulación universitaria ocupada en la formación inicial de maestros). De ahí que nuestra mirada se dirija a las contribuciones realizadas en ambos campos en nuestro contexto. Vamos a comentar brevemente algunas que inciden en el desarrollo de este trabajo.

#### 1.3.1. En relación con la enseñanza de las Ciencias en EP

Como hemos dicho, una de las señas de identidad de la última reforma curricular en esta etapa educativa (MEC, 2006) fue la presencia del término competencia. No entramos en el debate sobre su significado, los planteamientos ideológicos que las respaldan o su oportunidad; ya lo han hecho implícita y explícitamente muchos autores; (por ejemplo, Seminario Primavera, 2006; Cañas, Martín y Nieda, 2007; Sanmartí, 2008; AA.VV., 2009a, Pedrinaci y otros, 2012...) y, en nuestro grupo, también nos hemos posicionado al respecto (Pro, 2007a, 2007b, 2011; Pro y Miralles, 2009).

Una de la definiciones que más compartimos es la de WCEFA (1990) que se refiere a las competencias básicas para la ciudadanía como “conocimientos, destrezas, valores, actitudes, etc. que necesitan los seres humanos para sobrevivir, desarrollar sus capacidades, vivir y trabajar con dignidad, participar plenamente en el desarrollo, mejorar su calidad de vida, tomar decisiones debidamente informados y continuar aprendiendo”.

Pero, a pesar de las evidentes discrepancias surgidas con su inclusión, parece que existe consenso para aceptar los siguientes principios en relación con este tema (Pro y Rodríguez, 2010a):

- el que aprende debe utilizar y apreciar la utilidad del conocimiento que debe aprender;
- la aproximación de la educación formal y no formal ya no es una opción sino una necesidad;
- es preciso una visión más integrada de los contenidos pero sin olvidar que los procedimientos, las actitudes, los hábitos... hay que enseñarlos si queremos que se aprendan;
- la “ciencia de los científicos” se ha construido a partir de problemas e interrogantes; la “ciencia escolar” hay que construirla a partir de problemas contextualizados.
- no se trata de cambiar unas disciplinas aisladas por unas competencias independientes; todas las materias deben contribuir -en diferente grado- a la adquisición de todas las competencias.
- la adquisición de una competencia no acaba con la educación obligatoria; hay que clarificar hasta dónde vamos a llegar, por lo menos, en cada etapa educativa;
- no se puede evaluar la adquisición de competencias con los mismos instrumentos y de la misma forma con los que se evalúa en contextos con otras finalidades educativas;
- la finalidad de la educación de un ciudadano no se limita sólo a saber sino que incluye también el saber hacer, el saber ser y estar, el saber hacer con otros...

Más fácil resulta su formulación que su concreción: ¿cómo hacemos ver la utilidad de lo que debe aprender, al niño que debe hacerlo?; ¿cómo hacemos que lo que hay fuera de las aulas entre en las aulas?; ¿cómo enseñamos de forma integrada el saber hacer, el saber ser y estar, el saber hacer con

otros... en las materias de ciencias?; ¿qué cuestiones de carácter científico preocupan o deberían preocupar a los niños de estas edades?; ¿hasta dónde llegamos en el aprendizaje de cada competencia?; ¿cómo valoramos su grado de adquisición?...

Como hemos dicho, en España, los diseñadores curriculares han optado por un currículum basado en la adquisición de unas competencias básicas y han establecido qué contribución deben realizar las diferentes materias a las mismas. Así, en el caso de las ciencias –que forman parte del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural- deben:

- respecto a la *competencia social y ciudadana*: desarrollar actitudes de diálogo, de resolución de conflictos... de responsabilidad para facilitar la buena comunicación y el buen estar del grupo; asentar las bases de una futura ciudadanía mundial, solidaria, curiosa e informada, participativa y democrata; comprender los cambios que se han producido en el tiempo y de este modo adquirir pautas para ir acercándose a las raíces históricas de las sociedades actuales.

- respecto a la *competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico*: apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico; 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.

- respecto a la *competencia tratamiento de la información y competencia digital*: comprender información que se presenta en diferentes códigos, formatos y lenguajes (leer un mapa, interpretar un gráfico, observar un fenómeno o utilizar una fuente histórica); utilizar el ordenador, un procesador de textos y la búsqueda guiada en Internet.

- respecto a la *competencia en comunicación lingüística*: aumentar la riqueza en el vocabulario específico; favorecer la claridad en la exposición, el rigor en el uso de los términos, la estructuración del discurso... en los intercambios comunicativos; acercarse a textos informativos, explicativos y argumentativos.

- respecto a la *competencia para aprender a aprender*: desarrollar técnicas para aprender, para organizar, memorizar y recuperar la información, tales como resúmenes, esquemas o mapas mentales; reflexionar sobre qué se ha aprendido, cómo se ha hecho y el esfuerzo por contarlos, oral y por escrito.

- respecto a la *competencia artística y cultural*: conocer las manifestaciones culturales, valorar su diversidad y reconocer aquellas que forman parte del patrimonio cultural (incluye el patrimonio natural).

- respecto a la *autonomía e iniciativa personal*: tomar decisiones desde el conocimiento de uno mismo en el ámbito escolar y en la planificación de forma autónoma y creativa de actividades de ocio.

- respecto a la *competencia matemática*: utilizar herramientas matemáticas en contextos significativos de uso, tales como medidas, escalas, tablas o representaciones gráficas.

Aunque los primeros pasos de la puesta en marcha del currículum basado en competencias hayan sido un poco confusos, se han realizado importantes aportaciones en cuanto a cómo llevarlo a las aulas (por ejemplo, las realizadas por Cañas, Martín y Nieda, 2007; Pro y Rosaleni, 2008; AA.VV., 2009a;

Jiménez, 2010; Pro, 2010c; Banet y López, 2010; Sánchez y Valcárcel, 2011; Pedrinaci y otros, 2012; García, Criado y Cañal, 2014; Criado et al, 2014...) No obstante, hay muchas otras que es preciso identificar, analizar, difundir entre los maestros y, sobre todo, estudiar qué implicaciones se derivan para la formación inicial de maestros.

Interpretamos que los formadores de estos profesionales deben incluir conocimientos, destrezas, orientaciones, reflexiones... en las materias del título para que el futuro maestro sea capaz de crear situaciones en las que su alumnado de EP, por ejemplo, conozca y utilice procesos con los que la ciencia construye su conocimiento, trabaje con textos informativos o argumentativos de carácter científico, reflexione sobre qué han aprendido y cómo lo han hecho, o tome decisiones desde el conocimiento de uno mismo.

Es cierto que muchas de las “nuevas competencias” no son tan “nuevas” (aunque nunca está de más revisar cómo las atendemos). Pero también lo es que puede haber otras que no habíamos contemplado. Y no se debe olvidar que no se pueden hacer cambios en la práctica docente si no se reflexiona sobre lo que se hace, no se siente insatisfacción con lo que se hace y, por supuesto, no se conoce una alternativa clara para hacer otra cosa.

Hay otras muchas cuestiones pendientes que nos gustaría responder: ¿cómo secuenciamos la adquisición de las competencias y subcompetencias mencionadas en los diferentes ciclos de la EP?; ¿han interpretado los maestros de forma adecuada el tema de la adquisición de competencias básicas para la ciudadanía?; ¿hemos formado profesionales –cuando los estudios eran de Diplomatura– capaces de comprender, poner en práctica y valorar estos planteamientos u otros que puedan surgir más adelante?; ¿qué se debe modificar, adaptar y conservar de lo que se hacía, con y sin reforma, en las aulas de EP para enseñar ciencias?; ¿cómo hemos contribuido desde nuestras materias –en este caso, “Ciencias de la Naturaleza y su didáctica” y “Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza”- a la formación inicial de los profesores que deben gestionar todos estos cambios?...

En una situación con tantas expectativas como incertidumbres, nos interesa conocer qué nos dice la investigación y la innovación sobre la enseñanza de las Ciencias en la EP. Por ello, hemos buscado aportaciones que se hayan realizado, en los últimos años, en publicaciones conocidas del área y hemos encontrado las recogidas en el Cuadro 1.7; también señalamos el tipo de trabajo.

Autor	Año	Temática	Tipo de trabajo
Acosta y otros	2011	Taller de Ciencias para investigar sobre las plantas	DP
Banet	2010	Análisis del currículum de enseñanza de las ciencias en EP	RT
Banet y López	2010	Experiencia para mejorar el desayuno de los niños de EP	DP
Bermúdez, García y Martínez	2014	Estudio de la retención y de las emociones de alumnos de EP sobre la fuerza y el movimiento	IP
Bermúdez y Martínez	2013	Diseño y aplicación de una UD sobre la enseñanza de las fuerzas en EP. Evaluación adquisición de conocimientos y dificultades en niños de 2º ciclo.	IP
Botella, Hurtado y Cantó	2013	Competencias básicas a través del huerto escolar	DP
Conde y Sánchez	2013	Análisis de la experiencia “Ecocentros” en centros de EP	IP
De las Heras y Jiménez	2011	Experiencias investigadoras para el estudio de los seres vivos	IP
De las Heras, Wamba y Jiménez	2014	Percepción de los futuros maestros de la enseñanza del Conocimiento del Medio en EP durante sus prácticas de Enseñanza	DP
<b>CA: concepciones y opiniones de alumnos    DP: descripción de propuesta    IP: investigación de propuesta</b> <b>LT: Análisis de libros de texto o materiales    RT: reflexión teórica</b>			

Cuadro 1.7. Aportaciones sobre la enseñanza de las ciencias en EP (continúa)

Autor	Año	Temática	Tipo de trabajo
Del Carmen	2010a	Características de las actividades prácticas en contextos multiculturales	RT
García y Criado	2013	Propuesta de tres niveles para la introducción progresiva de diversos conceptos relacionados con la energía en las máquinas	DP
Gil y otros	2011	Experiencia sobre construcción y uso de modelos: animales extraordinarios	IP
Jiménez y Guirao	2007	Concepciones sobre la posición de alumnos de 11 a 16 años	CA
Jiménez y Márquez	2010	Diseño de una UD para transmitir los conceptos básicos de la energía, a partir de la complejidad y diversidad	DP
López y Jiménez	2007	Experiencia sobre argumentaciones a la pregunta “¿Podemos cazar ranas?”	IP
Lorca, Vázquez y Wamba	2012	Conocimiento del Medio en las redes sociales	RT
Marbá y Márquez	2010	Opinión de los estudiantes de las clases de ciencias de 6º de EP a 4º de ESO	CA
Maguregui	2012	Propuesta para la enseñanza de la germinación en EP	DP
Maguregui	2013	Propuesta para la enseñanza de los seres vivos en EP	DP
Martínez, García y Garrido	2008	Análisis de las actividades de enseñanza que se utilizan para estudiar los seres vivos	LT
Nortes y Pro	2010	Actitudes y valores hacia las ciencias en niños y adolescentes	CA
Pro	2011	Guión de laboratorio para enseñar competencias: propuesta para EP y ESO	DP
Pro y Pérez	2014	Actitudes hacia las ciencias en alumnos de EP y Secundaria	CA
Pro y Rodríguez	2008a	Diseño de una UD sobre la enseñanza de los circuitos eléctricos en EP	DP
Pro y Rodríguez	2010a	Investigación de una UD sobre circuitos eléctricos: adquisición competencias	IP
Pro y Rodríguez	2010b	Diseño de una UD sobre la enseñanza del consumo y ahorro energético en 3er. ciclo de EP	DP
Pro y Rodríguez	2012	Diseño, aplicación y evaluación de una actividad sobre “Ecoauditoría” para 3er. ciclo de EP	IP
Pro y Rodríguez	2013	Diseño, aplicación y evaluación de una actividad experimental sobre un coche que funciona con energía solar	IP
Pro y Rodríguez	2014a	Adquisición de competencias con una propuesta sobre Fuentes de energía	IP
Pro y Rodríguez	2014b	Adquisición de competencias con una propuesta sobre ahorro de energía	IP
Pro y Rodríguez	2014c	Desarrollo de la propuesta “Si se necesita más energía que no se hagan más centrales”	IP
Pujol, Bonil y Márquez	2008	Experiencia sobre el cuerpo humano desde el paradigma de la complejidad	IP
Ramos	2008	Experiencia de trabajo por Proyectos para la adquisición de competencias	IP
Romero, Rodríguez y De las Heras	2013	Análisis del pensamiento de los maestros y del contenido de los libros de texto desde la perspectiva de las competencias	LT
Sánchez y Valcárcel	2009	Secuenciación de contenidos sobre el estudio de los materiales	DP
Travé et al.	2013	Análisis de materiales utilizados en el Conocimiento del Medio en EP	LT
Travé y Soto	2014	Análisis de la enseñanza bilingüe en la asignatura Conocimiento del Medio	IP
<b>CA: concepciones y opiniones de alumnos    DP: descripción de propuesta    IP: investigación de propuesta</b> <b>LT: Análisis de libros de texto o materiales    RT: reflexión teórica</b>			

Cuadro 1.7. Aportaciones sobre la enseñanza de las ciencias en EP

Algunos autores -por ejemplo, Barberá (2002), García (2008) o Benarroch (2010)- ya habían señalado que la producción investigadora en esta etapa era limitada. Pro analizó las contribuciones presentadas en el VIII Simposium Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias y en las últimas ediciones de los Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) y también llegó a conclusiones muy similares (Pro, 2009b, 2010a; Pro y Rodríguez, 2011). Estas carencias llaman más la atención cuando pensamos que el principal cometido de los departamentos de DCE era, hasta hace poco, la formación inicial de maestros. Si la docencia universitaria en muchas disciplinas se apoya o debe apoyarse en sus trabajos de investigación, ¿en qué se apoyan en este ámbito?

Es cierto que encontramos otras contribuciones muy interesantes en las webs de grupos de maestros y de centros de EP, en el desarrollo de algunos cursos y seminarios, o en libros y revistas con una cierta

difusión. Pero también lo es que el número de investigaciones es escaso... y, las pocas que hay, no tienen como finalidad el desarrollo de las competencias básicas que, en estos momentos, hay que atender. En este contexto, resulta difícil conocer qué distancia hay entre los perfiles de innovación y de uso de la reforma, qué contenidos hay que seleccionar y qué actividades se pueden realizar en este nuevo enfoque o qué efectos tiene el nuevo marco curricular en la alfabetización científica de la población infantil. Y estos y otros datos resultan esenciales para abordar, con seriedad y rigor, los programas y actividades de formación que necesita nuestro profesorado.

Entre los posibles motivos del escaso número de investigaciones de los maestros sobre su acción educativa podría estar: su situación laboral (horario lectivo, tiempo de preparación de las clases, atención a la diversidad...), la percepción social de su labor (trato recibido por algunos padres, remuneración económica, crítica permanente a los “tres meses de vacaciones”...) o el comportamiento de la propia Administración (titulación universitaria de “segunda”, formación fuera del horario de trabajo, promoción a profesores de IES...). ¿Es esta situación una de las causas de la escasa repercusión de la investigación en las aulas?

### **1.3.2. En relación con la formación inicial de los maestros para la enseñanza de las Ciencias**

Como hemos dicho, también las competencias han llegado a los títulos universitarios y, en este ámbito, han proliferado las adjetivaciones (competencias transversales de la universidad, generales del título, específicas de las materias, específicas de las menciones...). Desde luego, el nuevo contexto ha “obligado” a sentarse a las áreas implicadas en la impartición de los títulos –en nuestro caso, el de Grado de Maestro de Educación Primaria- para reflexionar, analizar y tomar decisiones colectivas en temas de indudable trascendencia, lo que, en sí, consideramos positivo; otra cosa bien distinta es la rentabilidad de los acalorados debates y enconadas discusiones, ya que pensamos que todavía no ha transcurrido el tiempo necesario para valorarla.

Respecto a la materia “Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales” hay que señalar que tiene una presencia significativa -18 créditos- en el Grado de Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Murcia. Para no alargar nuestra descripción, diremos que las competencias que deben trabajarse, según la ficha técnica aprobada por la ANECA (Facultad de Educación, 2009) son:

- Comprender los principios básicos y las leyes fundamentales de las ciencias experimentales (Física, Química, Biología y Geología).
- Conocer y valorar el currículo escolar de ciencias experimentales, así como su contribución a las finalidades de la EP.
- Plantear y resolver problemas cercanos a la vida cotidiana asociados con las ciencias.
- Valorar las ciencias como un hecho cultural.
- Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible.
- Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados y promover la adquisición de competencias básicas en los estudiantes.
- Conocer las orientaciones básicas de la didáctica de las ciencias experimentales para adecuar las propuestas de enseñanza a la EP y promover el desarrollo personal de los estudiantes y la sostenibilidad del planeta Tierra, así como la igualdad de género, la equidad y el respeto de los derechos humanos.
- Planificar propuestas de enseñanza innovadoras sobre contenidos de ciencias en EP, que promuevan el desarrollo del pensamiento y conocimiento científico, de la actitud crítica y de la autonomía.

Todas las competencias de la materia se concretaron en unos resultados de aprendizaje y se especificaron cómo contribuían a las competencias transversales y generales; por razones de espacio, omitimos ambas informaciones.

El término competencia profesional tiene sus exigencias, consecuencias y connotaciones. Así podemos hablar de que la formación de los futuros maestros les debe capacitar para saber, saber hacer, saber ser, saber hacer con otros, saber cuándo hacerlo, saber cómo valorar para mejorar... y todo ello obviamente desde nuestro ámbito de actuación: la materia “Enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Experimentales”.

No obstante, no hay muchas contribuciones para conocer cómo se ha interpretado la adquisición de unas competencias profesionales determinadas (quizás, sólo sea un problema del escaso tiempo transcurrido) y, mucho menos, cómo se ha plasmado en actividades, programas y planes de formación inicial de maestros (FIM). Aunque se ha planteado el debate (Cañal, 2008; García, 2008) y se han realizado discusiones vehementes (por ejemplo, el acontecido en la Mesa Redonda “Las competencias en la formación del profesorado de Ciencias” en el VIII Congreso Internacional de Investigación en la Didáctica de las Ciencias), no se ha alcanzado una “unanimitad interpretativa”; y no nos consuela que tampoco haya ocurrido en otros ámbitos (AA.VV., 2004; AA.VV., 2006; AA.VV., 2010; Romero, 2005)...

En cualquier caso, parece que el nuevo marco exige “otra cosa”. Ahora bien, ¿todo lo hacíamos mal?; ¿qué debemos conservar de lo que hacíamos en las materias de DCE en la Diplomatura?; ¿qué estaba funcionando?; ¿qué debía modificarse o sustituirse?... Y, sobre todo, ¿qué datos tenemos de todo lo que hacíamos hace relativamente poco tiempo?

El tema de la formación del profesorado tiene una dilatada trayectoria en la investigación en la DCE (Mellado y González, 2000; Valcárcel y Sánchez, 2000; Mellado, 2003; Porlán y Martín, 2006; Porlán et al., 2010, 2011...). Precisamente por ello ni podemos ni debemos hacer una “tabla rasa” e ignorar qué habíamos realizado, cómo lo habíamos hecho y a dónde habíamos llegado.

También en este caso nos interesa qué dice la investigación en este campo. Por ello, hemos revisado las aportaciones realizadas en los últimos años en publicaciones conocidas del área (las mismas del Cuadro 1.7) en nuestro contexto educativo. En el Cuadro 1.8, aparecen la mayor parte de ellas.

Autor/Autores	Año	Temática	Tipo de trabajo
Acebal y Brero	2010	Responsabilidad ambiental de los futuros formadores de Andalucía y predisposición al uso de unos determinados instrumentos de actuación	CC
Acevedo	2009	Reflexión sobre el CDC sobre naturaleza de la ciencia en formación del profesorado	RT
Acevedo	2010	Reflexión sobre la naturaleza de la ciencia en la formación del profesorado	RT
Álvarez et al.	2012	Experiencia para el desarrollo de competencias mediante el método de proyectos	PC
Aragón, Jiménez y Oliva	2014	Evaluando una experiencia de formación inicial con maestros sobre el sistema Sol-Tierra desde la óptica de la modelización	IPC
Aragüés	2012	Grado de adquisición de competencias profesionales para aplicar una metodología por indagación.	CD
<b>CC: concepciones científicas      CD: concepciones didácticas      IPC: investigación propuesta científica</b> <b>IPD: investigación propuesta didáctica      O: Otros      PC: descripción de propuesta científica</b> <b>PD: descripción de propuesta didáctica      RT: reflexión teórica</b>			

Cuadro 1.8. Aportaciones de la investigación en la formación inicial de maestros en el ámbito de las ciencias (continúa)



Autor/Autores	Año	Temática	Tipo de trabajo
Aragüés, Gil y De la Gándara	2013	Estudio de una práctica sobre indagación durante la realización de las Prácticas enseñanza.	CD
Aragüés y Sáez	2014	Propuesta de enseñanza de la reacción química y ósmosis en FIM	PC
Arias, Álvarez y Álvarez	2013	Concepciones de maestros en FIM sobre los roles del profesorado y alumnado en las clases de ciencias	CD
Azcárate, Solís y Hamed	2014	Evaluación de una actividad formativa por maestros en FIM	IPD
Aznar y Puig	2014a	Propuesta para Educación para la Salud a partir del contexto en FIM	PC
Bonil et al.	2008	Descripción de un proyecto interdisciplinar en la FIM	PD
Bonil y Márquez	2009	Identificar aspectos que hay que introducir en la FIM (actitudes, vivencias...) y obtención de tipologías.	CD
Bonil y Pujol	2008a	Reflexión y fundamentación del paradigma de la complejidad en la FIM	RT
Bonil y Pujol	2008b	Descripción y resultados de una propuesta sobre los seres vivos en FIM	IPC
Bugallo, Rivadulla y González	2013	Concepciones didácticas de los futuros maestros en FIM	CD
Burgos y Ezquerria	2014	Estrategias de profesores y maestros en la elaboración de audiovisuales	CD
Cantó, Hurtado y Vilchez	2013	Propuesta de actividades para fuera del aula sobre la sostenibilidad en la formación inicial de maestros	PC
Calvo, A.	2011	Uso del teatro como recurso didáctico en diversos niveles de la enseñanza	RT
Canelo, Junyent y Bonil	2014	Caracterización funcional de las ideas de alto nivel en un modelo formativo de ambientalización curricular, aplicado en la FIM	CD
Cañal	2009	Experiencia sobre concepciones de estudiantes sobre el activismo con entrevistas simuladas	CD
Cañal et. al.	2008	Inventario de obstáculos de aprendizaje (conceptuales, metodológicos y de actitudes) de los futuros maestros en EP	RT
Cañal et al.	2013	Concepciones sobre la práctica de profesores en FIM y de maestros en ejercicio.	CD
Catret et al.	2013	Reflexión sobre la importancia de la contextualización en la enseñanza de las ciencias y propuesta de algunas actividades	PC
Ceballos, Escobar y Vilchez	2014	Valoración del uso del huerto escolar por los maestros en FIM	CD
Ceballos, Vilchez y Escobar	2013	Valoración de proyectos ambientales por maestros en formación en una actividad de aula basada en la iniciativa BBC WORLD CHALLENGE	CC
Cebrián y Junyent	2010	Construcción de un marco de Educación Social por los futuros maestros de EP y elaboración de un instrumento evaluativo	CD
Cebrián y Junyent	2014	Visión de futuros maestros de educación primaria sobre la Educación para la Sostenibilidad desde un punto de vista competencial	CD
Charro y Gómez	2013	Utilización de método delphy para valorar la importancia de una adecuada educación para la salud	CC
Charro, Charro y Gómez	2013	Propuesta de E/A por indagación de Educación para la salud para futuros maestros de EP	PC
Cid y Bravo	2012	Conocimientos científicos del alumnado que accede a la FIM	CC
Costillo et al.	2014	Valoración de las salidas por profesores y maestros en formación inicial	CD
Cortes et al.	2012	Concepciones de los futuros maestros sobre las ciencias y su enseñanza	CD
Couto, Martínez y García	2013	Análisis de las actividades que se plantean en la FIM	IPD
Criado y García	2011	Descripción de experiencias prácticas en el Taller de Ciencia Recreativa en la FIM	PC
De la Gándara et al.	2012	Aspectos que valoran los futuros maestros de enseñanza por indagación	CD
<b>CC: concepciones científicas      CD: concepciones didácticas      IPC: investigación propuesta científica</b> <b>IPD: investigación propuesta didáctica      O: Otros      PC: descripción de propuesta científica</b> <b>PD: descripción de propuesta didáctica      RT: reflexión teórica</b>			

Cuadro 1.8 (continuación). Aportaciones de la investigación en la formación inicial de maestros en el ámbito de las ciencias (continúa)

Autor/Autores	Año	Temática	Tipo de trabajo
De la Gándara y Cortés	2008	Propuesta para introducir la enseñanza por indagación en la FIM	PC
De las Heras, Wamba y Jiménez	2014	Percepción de los futuros maestros de la enseñanza del Conocimiento del Medio en EP durante sus prácticas de Enseñanza	CD
Del Carmen	2010b	Reflexión sobre la formación de maestros competentes	RT
Del Carmen	2010c	Descripción del proyecto TRAMA para FIM y maestros en ejercicio	PD
Díez et al.	2013	Propuesta sobre el estado de los ríos para la FIM	PC
Echevarría et al.	2010	Resultados de una experiencia realizada en un contexto no formal con alumnos en FIM	IPD
Enrique y Cabo	2010	Diagnóstico sobre la existencia de una brecha digital de género en la FIM	CC
Escobar, Ceballos y Vilchez	2013	Identificación de contenidos de ciencias de EP que tienen dificultades para los futuros maestros.	CC
Escobar y Vilchez	2008	Percepción de los estudiantes de Maestro de las aulas que habían tenido durante el Prácticum	CD
Escobar, Vilchez y Ceballos	2012	Relación entre carga de trabajo autónomo y rendimiento académico	O
España, Blanco y Brero	2014	Reflexión sobre la práctica en la formación inicial del profesorado de ciencias/tecnología en el Máster y en la FIM.	O
Esteve, González y Jaén	2012	Comprensión de un problema ambiental real y medidas que proponen para su resolución de maestros en FIM	CC
Esteve, Jaén y López	2013	Uso de una propuesta de resolución de problemas en la FIM	IPC
Esteve, Jaén y López	2014	Cómo enseñar los invertebrados en EP según los maestros en FIM	CD
Fernández et al.	2013	Investigación sobre una metodología activa para la enseñanza de la dinámica terrestre	IPC
Fernández y Conde	2009	Reflexión sobre la ecopedagogía en la FIM	RT
Fernández, Escrivá y López	2014	Valoración de los maestros en FIM de una enseñanza mediante investigación escolar	CD
Fernández, Solano y Jiménez	2007	Concepciones de los estudiantes sobre volumen en la FIM	CC
Furió y Furió	2013	Propuesta de enseñanza por indagación sobre la energía y el calor en FIM	PC
García et al.	2012	Reflexión sobre el marco teórico a utilizar en el diseño de una propuesta de enseñanza sobre la energía	PC
García, Bugallos y Fuentes	2013	Evolución de las ideas científicas sobre EdC y conocimientos que debería adquirir para enseñar ciencias	IPC
García, González y Fernández	2014	Concepciones científicas y didácticas de alumnos en FIM sobre la erosión y la energía	CC y CD
García, Guzmán y Criado	2014	Análisis de las emociones y de la estimación de la adquisición de formación científica en la FIM	CC
García y Martínez	2011	Valoración de profesores en formación y ejercicio de una propuesta sobre reproducción	CD
García y Martínez	2014	Valoración de profesores de secundaria y primaria, en ejercicio y en formación, de las habilidades lingüística en el estudio de Astronomía	CC y CD
García, Sánchez y Mateos	2012	Recursos didácticos para la enseñanza de la física y química a los futuros maestros	PC
Garrido y Couso	2014	Diseño y evaluación de una propuesta PreSEES para FIM respecto a SSI	IPC
Gil et al.	2010	Aspectos que tienen presentes los maestros al preparar las clases de Conocimiento del Medio y dificultades que encuentran	CD
Gil y Martínez	2014	Propuesta para enseñanza de la gestión fluvial en FIM	PC
González, Martínez y García	2013	Análisis de propuestas de enseñanza elaboradas por los FIM	CD
Grau, Martí y Amat	2013	Propuesta para la enseñanza de la óptica en la FIM	PC

**CC: concepciones científicas      CD: concepciones didácticas      IPC: investigación propuesta científica**  
**IPD: investigación propuesta didáctica      O: Otros      PC: descripción de propuesta científica**  
**PD: descripción de propuesta didáctica      RT: reflexión teórica**

Cuadro 1.8 (continuación). Aportaciones de la investigación en la formación inicial de maestros en el ámbito de las ciencias (continúa)

Autor/Autores	Año	Temática	Tipo de trabajo
Hamed	2013	Ideas de los futuros profesores sobre el qué, el cómo enseñar y cómo evaluar al finalizar el curso	CD
Hamed, Rodríguez y Ezquerro	2014	Cambios en el conocimiento profesional de los maestros en FIM tras la realización de un curso sobre investigación escolar	IPD
Hernández	2013	Propuesta para la enseñanza de la energía en la FIM	PC
Herrera, Olmos y Mohamed	2013	Análisis de la asignatura E/A de las Ciencias Experimentales del Grado de EP en diferentes universidades	O
Jiménez et al.	2012	Percepciones de los futuros maestros sobre el uso de recursos analógicos	IPC
Jorquera	2010	Ideas de los estudiantes sobre música, sonido, ruido en la FIM	CC
Junyent y Ochoa	2008	Propuesta de un taller de ciencias (proyecto POLEN) para FIM	PP
Konstantinidou, Cerveró y Castells	2010	Argumentaciones de estudiantes de Magisterio sobre flotabilidad (también de Bachillerato)	CC
López, Esteve y González	2013	Concepciones de los futuros maestros sobre la clasificación de los sistemas materiales	CC
López, Esteve y Pro	2013	Concepciones de los futuros maestros sobre hechos de la vida cotidiana	CC
López y Jiménez	2009	Propuesta para la enseñanza del Sol y la Luna en la FIM	PC
López y Pro	2012	Qué están investigando, cómo lo están haciendo y a qué conclusiones llegan un grupo de maestros en formación (no en FIM)	O
Lucha et al.	2014	Concepciones alumnos de Magisterio sobre el sistema Sol-Tierra	CC
Marín y Benarroch	2009	Validación de un cuestionario sobre las visiones del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia	CC
Martí	2013	Desarrollo del modelo ACE y evaluación de cambios y continuidades	IPC
Martín et al.	2012	Recursos didácticos en las asignaturas del Grado en Educación Primaria	PD
Martín y Juanas	2012	Nuevo currículum y adquisición de competencias profesionales	PD
Martín, Porlán y Rivero	2008	Concepciones y obstáculos de maestros en FIM sobre la presentación de los contenidos.	CD
Martínez y Jiménez	2014	Visión de los formadores de maestros sobre la indagación en la FIM	CD
Martínez, Jiménez y López	2014	Evaluación de la eficacia de las propuestas de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) para la FIM	O
Martínez, López y Jiménez	2013	Propuesta para enseñar el modelo Sol-Tierra en la FIM	PC
Martínez, Rivadulla y Fuentes	2014	Concepciones sobre energía de los maestros en FIM	CC
Martínez y Varela	2009	Resultados experiencia sobre resolución de problemas de energía en FIM	IPC
Morentín	2013	Propuesta para usar las visitas a museo MYCC en la FIM	PC
Morentín y Guisasola	2008	Interpretaciones de los futuros maestros de las interacciones y las fuerzas	CC
Muñoz et al.	2012	Nociones del alumnado y concepciones de los maestros en FIM sobre los problemas ambientales	CC
Núñez et al.	2013	Concepciones de futuros maestros sobre ecología y sucesión ecológica	CC
Ocaña, Quijano y Toribio	2013	Diseño y aplicación instrumento para medir la motivación del alumnado hacia las ciencias	CC
Pérez y Valera	2008	Propuesta para la asignatura E/A de las Ciencias en la FIM	RT
Porlán et al.	2010	Reflexión sobre el modelo de profesor investigador de su práctica en la FIM	RT
Pujol	2008	Reflexiones sobre la EP para la elaboración de propuestas para DCE en la FIM	RT
Rico	2014	Investigación sobre una propuesta sobre la energía con trabajo cooperativo	IPC
Rico y Díaz	2014	Diseño y evaluación de unas prácticas de microbiología en la FIM	IPC
Rivadulla, Martínez y Fuentes	2014	Contenidos y habilidades priorizadas por los maestros en FIM al diseñar cuestiones de evaluación sobre alimentación en EP.	CD

**CC: concepciones científicas      CD: concepciones didácticas      IPC: investigación propuesta científica**  
**IPD: investigación propuesta didáctica      O: Otros      PC: descripción de propuesta científica**  
**PD: descripción de propuesta didáctica      RT: reflexión teórica**

Cuadro 1.8 (continuación). Aportaciones de la investigación en la formación inicial de maestros en el ámbito de las ciencias (continúa)

Autor/Autores	Año	Temática	Tipo de trabajo
Rivero et al.	2013	Reflexiones sobre el qué y el cómo del Modelo FOPIP	PD
Rivero, Solís y Martín	2014	Análisis de sus propuestas didácticas por los maestros en FIM	CD
Rodríguez y García	2011	Conocimientos de alumnos FIM sobre el concepto de energía	CC
Ruiz et al.	2012	Representación de la sección transversal humana de los maestros en FIM	CC
Sáez y Cortés	2012	Aportaciones a la formación científica de las actividades prácticas en FIM	IPC
Sáez y Cortés	2014	Dificultades que encuentran los futuros maestros y profesores en las actividades del trabajo de campo	CD
Sánchez et al.	2014	El uso de dilemas morales en la EA en la FIM	IPC
Sánchez, Conde y González	2014	Concepciones sobre la Dehesa de maestros en FIM	CC
Solís	2014	Cambio de ideas de maestros en FIM en un proceso de investigación	CC
Solís y López	2014	Progresión del conocimiento sobre el qué enseñar en ciencias de los futuros maestros: avance de un estudio longitudinal	CD
Ull et al.	2014	Concepciones y actitudes del profesorado de Magisterio ante el desarrollo sostenible	CC
Uskola	2013	Dificultades de los alumnos en FIM sobre las fases de la Luna	CC
Uskola y Mendiburu	2008	Percepción de sobre el Paradigma Ambiental y el Ecológico en la FIM	CD
Valdés y Espinet	2014	Experiencia para introducir el inglés en la FIM de ciencias.	PC
Vallés y López	2013	Resultados de la evaluación formativa en una propuesta interdisciplinar en la FIM	IPC
Varela et al.	2013	Propuesta sobre EA con una metodología basada en la resolución de problemas en la FIM	PC
Varela et al.	2013	Evolución de las concepción sobre Astronomía en la FIM	IPC
Vázquez, Jiménez y Mellado	2007	Reflexión sobre el desarrollo profesional del profesorado de ciencias desde la hipótesis de la complejidad	RT
Vila et al.	2013	Análisis del uso de la VLE Moodle en la FIM	CC
Vilchez y Bravo	2014	Conocimientos didácticos sobre la indagación en maestros en FIM	CD
Vilchez y Casas	2012	Aprendizaje científico en la Diplomatura de Magisterio	CC
<b>CC: concepciones científicas      CD: concepciones didácticas      IPC: investigación propuesta científica</b> <b>IPD: investigación propuesta didáctica      O: Otros      PC: descripción de propuesta científica</b> <b>PD: descripción de propuesta didáctica      RT: reflexión teórica</b>			

Cuadro 1.8 (continuación). Aportaciones de la investigación en la formación inicial de maestros en el ámbito de las ciencias

Muchas de estas aportaciones se han defendido y debatido en los últimos Congresos más relevantes para el área (Jiménez, 2008; AA.VV., 2009b; Abril y Quesada, 2010; Domínguez, 2012; Bonil, 2013...). Se han realizado reflexiones teóricas muy interesantes, se han identificado conocimientos científicos y didácticos de los maestros en formación, se han ejemplificado actividades de formación, se ha investigado los efectos de algunas... pero, aún así, resultan insuficientes y, desde luego, parecen no haberse realizado en el contexto curricular actual.

Obviamente, si somos coherentes con la creencia de que es preciso construir los conocimientos profesionales a partir de los que tiene inicialmente el profesorado en formación, debemos seguir indagando en sus conocimientos, creencias, experiencias, destrezas profesionales... En este sentido, se han realizado algunas contribuciones en nuestro grupo (Jaén y Palop, 2011; Pro Chereguini, 2012; Esteve, Jaén y López, 2013; López, Esteve y González, 2013; López, Esteve y Pro, 2013; Nortes y Pro, 2013; Pro, López y Pro Chereguini, 2014; Pro Chereguini, 2014...), en el campo de la formación inicial de maestros. Si queremos compatibilizar esta idea con la de la adquisición de competencias, además de conocer los conocimientos, creencias, experiencias, destrezas..., tenemos que saber cómo los utiliza en el contexto de acciones propias de la labor docente.

Pero, además, en las revisiones de nuestro grupo de investigación sobre los trabajos de FIM presentados en los eventos mencionados (Pro, 2009b, 2010a, 2010b; Pro y Rodríguez, 2011...), se señalaron lo que, desde nuestra perspectiva, habría que revisar, replantear o reorientar.

En primer lugar, se detecta un gran número de trabajos que se centran en el ensayo de propuestas orientadas al conocimiento científico del futuro profesor. Desde luego, compartimos que lo que el profesorado "sabe de ciencia" incide en lo que enseña y en su forma de hacerlo. Que hay temáticas novedosas en las que el maestro debe actualizarse. Que si se aprende de otra forma, se puede favorecer que se enseñe de otra manera... Pero nos da la impresión de que muchas veces estos no son los marcos referenciales de algunos autores. Se investigan propuestas más propias de otros niveles educativos –que, sin duda, pueden solventar carencias- pero que no tienen que ver con el conocimiento didáctico del contenido. Las necesidades formativas de un docente no son las del alumnado de secundaria y, por ello, las propuestas de formación de unos y las de enseñanza de los otros no pueden ser iguales o del "mismo estilo". Saber ciencias es necesario pero no suficiente para el profesor que pensamos que precisa la educación del siglo XXI.

En segundo lugar, persisten los estudios descriptivos y exploratorios sobre las características de los futuros maestros pero no se ocupan de las competencias profesionales, antes o después de una intervención. Parecería justificado por el escaso tiempo transcurrido desde la "aparición" del término. Pero lo que no lo es tanto es que exista un déficit en cuanto a trabajos que se ocupen de investigar cómo utilizan sus creencias, concepciones, posicionamientos, ideas... a la hora de elegir un contenido, de diseñar una actividad de enseñanza, de gestionar una clase o de evaluar el aprendizaje de su alumnado. En definitiva, sabemos mucho de lo que saben (desde una perspectiva científica); empiezan a explorarse los conocimientos didácticos (lo que, para nosotros, supone un avance muy interesante); y también hay contribuciones sobre lo que opinan nuestros maestros en formación pero menos de lo que realmente piensan, sienten y, sobre todo, qué harían.

Por último, hay una desproporción entre las investigaciones de tipo diagnóstico y las que se ocupan de diseñar, aplicar y evaluar actividades y propuestas de formación. En este momento, se echan en falta investigaciones en nuestra línea de trabajo (excepto algunas realizadas en la Universidad de Granada o en la Universidad Autónoma de Barcelona) ya que sus resultados y conclusiones nos podrían haber ayudado a hacer frente a los retos y problemas que una reforma plantea. Creemos que se ha avanzado en el saber del futuro maestro, menos en el saber hacer... pero ¿y en el saber ser, en el saber hacer con otros, en el saber cuándo hacerlo, o en el saber cómo valorar para mejorar? En definitiva, ¿cuál es la repercusión en el desarrollo profesional de un maestro de las actividades y programas de formación que planificamos y ponemos en práctica en este nuevo contexto?

Esta Tesis Doctoral forma parte del Proyecto "ADQUIRIR COMPETENCIAS PROFESIONALES PARA ENSEÑAR COMPETENCIAS BÁSICAS: INVESTIGANDO SOBRE LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS PARA ENSEÑAR CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA". En éste, tenemos una serie de hipótesis de partida que proceden del cuerpo de conocimientos existente, de la experiencia práctica de los participantes, de los hallazgos de sus investigaciones y, se quiera o no, de componentes ideológicos y afectivos que siempre están presentes en lo que planificamos, en lo que hacemos y en lo que investigamos. Estas podrían ser algunas de ellas:

- los cambios en la educación deben ir acompañados de cambios en la formación de los que deben gestionarla; pero, cuando cambia la formación del profesorado, también cambian las aulas y los centros, con o sin reforma;

- las reformas no resuelven los problemas de la EP ni de la formación inicial de los maestros pero pueden facilitar o entorpecer su resolución;
- siempre hay diferencias entre el perfil de innovación de una reforma y el perfil de uso de la misma; lo cierto es que las reformas terminan siendo lo que piensan, sienten y hacen los profesores o los formadores en su aula;
- la construcción del aprendizaje se apoya en los conocimientos y experiencias previas del que aprende; para aprender, el que aprende debe utilizar el conocimiento y valorar su utilidad al usarlo;
- es preciso incorporar lo hay fuera del aula al aula, si forma parte de las necesidades formativas de un ciudadano, y lo que hay en las aulas de EP al proceso de formación, si se trata de la FIM;
- el profesor y el formador son más importantes que los recursos que utilizan; una etiqueta no es suficiente para conocer qué piensa, qué piensa hacer, por qué lo va a hacer, qué ha hecho, qué hará después... un profesor o un formador de profesores;
- los cambios que afectan a las aulas precisan de un tiempo de adaptación para el que los introduce y para aquellos a los que se dirigen;
- cuando la planificación no es una mera exigencia administrativa, el maestro o el formador deben integrar sus conocimientos científicos y didácticos, su experiencia profesional, sus concepciones (sobre la educación, la ciencia, la ciudadanía...) y las exigencias curriculares;
- la planificación de la enseñanza debe considerar: el contenido objeto de enseñanza, la presencia del tema en el contexto, los logros y dificultades del que aprende, la coherencia de los objetivos con los análisis anteriores, las contribuciones de estos al desarrollo del currículum oficial, una secuencia de enseñanza coherente con las tendencias de la DCE, actividades y materiales plurales y variadas, y estrategias de evaluación que permitan reflexionar y tomar decisiones en y sobre la práctica educativa;
- detrás de la forma de valorar los efectos de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias o de la FIM en la DCE hay unas prioridades educativas para el que lo hace; y, detrás de la elección de un problema de investigación, de la forma de abordarlo, o de las estrategias e instrumentos de recogida de información utilizados, hay también unas prioridades educativas para el que investiga;
- la ciencia que debe enseñarse en la educación obligatoria no coincide con la "ciencia de los científicos"; no es lo mismo formar a futuros científicos que formar a ciudadanos;
- la formación de un profesor de ciencias debe atender las necesidades profesionales de los mismos; una propuesta de FIM no puede ser similar a la que se podría proponer para otros niveles de enseñanza porque responden a diferentes intenciones educativas;
- la formación de un profesor le debe capacitar para saber, saber hacer, saber ser, saber hacer con otros, saber valorar para mejorar lo que hace...; la formación inicial es el primer paso de su desarrollo profesional.

En cualquier caso, para poder valorar las propuestas formativas realizadas en el Grado de Educación Primaria, es preciso tener datos y resultados de la Diplomatura de Maestro (Especialidad de Educación Primaria). Este es el objetivo último de esta Tesis Doctoral.

## 1.4. PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

Como hemos podido apreciar en los apartados precedentes son muchos los interrogantes que nos preocupan en torno a la FIM; en particular en el ámbito de la DCE. No obstante, no podemos abordarlos todos en un solo trabajo de investigación. Es preciso seleccionar y hacerlo dentro de los objetivos del Proyecto en el que participamos.

Como en el caso de la Tesis de Nortes (2015), nuestra investigación tiene la finalidad de describir y analizar las respuestas de un grupo de futuros maestros al acabar sus estudios de Diplomatura (es decir, del plan de estudios de la titulación equivalente al actual Grado de Educación Primaria, según la nueva catalogación de títulos MECES).

Lógicamente habíamos escuchado una serie de opiniones (más o menos fundamentadas) y de intuiciones basadas en la experiencia de algunos miembros del equipo, pero nuestro objetivo era recoger información sobre distintos tópicos y en diferentes situaciones para indagar en las características de nuestros alumnos y en sus capacidades para utilizar lo que habían aprendido científica y didácticamente. En definitiva, queríamos aportar respuestas a una cuestión central: **¿Cómo eran nuestros alumnos de Diplomatura al terminar sus estudios de formación inicial de maestros (FIM)?**

De acuerdo con McMillan y Schumacher (2010) las características exigibles a un trabajo de investigación educativa podían ser: interés y preocupación de los autores, oportunidad o actualidad de los problemas, posibilidad de indagación empírica, capacidad de los investigadores para realizarlo; repercusiones en el cuerpo de conocimientos, etc. Como hemos dicho, nuestra Tesis Doctoral trata de dar respuesta a tres interrogantes.

Todos ellos nos preocupan como profesor de Tecnología en Educación Secundaria que me ha permitido acceder a conocimientos de DCE que no sospechaba que fueran tan interesantes, útiles y sugerentes para la labor docente que realizo; nos parecen oportunos por la proximidad a los dos procesos de reformas curriculares que, aún, no están suficientemente aclarados; tienen un alto grado de incertidumbre ya que plantean problemas que no tienen “soluciones evidentes”; surgen en el contexto de una preocupación compartida por los miembros de un equipo de investigación; pensamos honestamente que podemos aportar respuestas –desde luego, no soluciones- a cuestiones que tiene planteada la investigación en los ámbitos del proyecto.

Por ello, lo primero que haremos será describir, en el **Capítulo 2**, el contexto educativo del que derivan las necesidades formativas de la FIM. Para ello, no sólo analizaremos la presencia del tema “*Dispositivos y máquinas mecánicas*” en el currículum oficial de la materia Conocimiento del Medio Natural de EP, sino que estudiaremos cómo se recogía en los libros de texto que se utilizaban en esta etapa educativa. Lo hemos denominado Problema de Investigación Inicial o Cero que formularíamos:

**Problema Principal PP0: ¿Qué necesidades formativas tiene que atender la formación inicial de maestros respecto al tema “Dispositivos y máquinas mecánicas”?**

Para abordar este Problema Principal, hemos debido encontrar respuestas a varios Subproblemas que, a su vez, se pueden desdoblar en otros:

- SP01: ¿Qué estructura tienen los libros de texto para la enseñanza de “Dispositivos y máquinas mecánicas” del área de Conocimiento del Medio en EP?

Para clarificar y organizar nuestro estudio hemos desdoblado este SP01 en dos subproblemas:

- SP01.1. ¿Cuáles son las características generales que definen los libros estudiados?
- SP01.2. ¿Qué estructura tienen los libros de texto estudiados?
- SP02: ¿Qué contenidos se contemplan en las unidades sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros de texto seleccionados?

En este caso, hemos distinguido tres subproblemas para dar respuestas al interrogante planteado:

- SP02.1. ¿Qué contenidos conceptuales aparecen en los textos seleccionados?
- SP02.2. ¿Qué contenidos procedimentales aparecen en los textos seleccionados? ¿Resultan coherentes en la estructura del mismo?
- SP02.3. ¿Qué contenidos actitudinales aparecen en los textos seleccionados? ¿Resultan coherentes en la estructura del mismo?
- SP03: ¿Se ajustan estos contenidos al currículum oficial?

También aquí hemos distinguido tres subproblemas:

- SP03.1. ¿Se ajustan a lo establecido en los Bloques de Contenidos?
- SP03.2. ¿Se ajustan a los Criterios de Evaluación?
- SP03.3. ¿Cómo contribuyen al desarrollo de las Competencias Básicas?
- SP04: ¿Cómo se plantean las prácticas de laboratorio sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros de texto seleccionados?

Aquí hemos distinguido cuatro subproblemas:

- SP04.1. ¿Cuáles son las preguntas de la investigación?
- SP04.2. ¿Cuáles son los hechos y acontecimientos que utilizan?
- SP04.3. ¿Qué marcos teóricos utilizan?
- SP04.4. ¿Qué marcos metodológicos utilizan?

De esta forma fijaremos algunos de los retos que teníamos planteados para la formación inicial de un maestro de la titulación de la Diplomatura en Maestro (Especialidad Educación Primaria), lo atenderíamos o no.

Luego, en el **Capítulo 3**, describiremos algunas características de los participantes, de los estudiantes que habían cursado 3er. curso de la Diplomatura en la asignatura “Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza”. En relación con el contexto, indagaremos en el plan de estudios correspondientes, incidiendo especialmente en las materias de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Además, describiremos detalladamente los contenidos formativos que se relacionan con la temática “Dispositivos y máquinas mecánicas” y especialmente con las actividades de laboratorio.

Posteriormente trataremos de dar respuestas a los tres problemas principales (PP) de la investigación que, como hemos dicho, tiene la finalidad de conocer qué habían aprendido los estudiantes de la Diplomatura, punto de partida para que, en otras investigaciones, podamos contrastar los resultados con los de las nuevas titulaciones (duración más larga de los estudios, proceso de Bolonia, nuevos programas...).



Así, en el **Capítulo 4**, abordaremos el PP1.

**Problema Principal PP1. ¿Cómo utilizan sus conocimientos científicos sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando realizan una actividad de laboratorio?**

Para clarificar y organizar nuestro estudio hemos creído conveniente desdoblarse este PP1 en cuatro subproblemas:

- SP1.1. ¿Cómo identifican los elementos de la máquina?
- SP1.2. ¿Cómo realizan el montaje de la experiencia e identifican las fuerzas?
- SP1.3. ¿Cómo realizan las mediciones y las tabulan?
- SP1.4. ¿Cómo establecen las conclusiones? ¿Cumplen las leyes de las máquinas?

Como veremos, son cuestiones clave en la realización de una práctica de laboratorio sobre las máquinas simples que se suelen trabajar en la Educación Primaria.

En el **Capítulo 5**, abordaremos el PP2.

**Problema Principal PP2. ¿Cómo utilizaban sus conocimientos didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando les planteaban el diseño de una actividad de enseñanza o una prueba de evaluación de subcompetencias?**

Para clarificar y organizar nuestro estudio hemos creído conveniente desdoblarse este PP2 en dos subproblemas, uno para cada instrumento de recogida de información:

- SP2.1. ¿Cómo utilizaban sus conocimientos didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando planteaban una actividad de enseñanza de subcompetencias, utilizando un comic?

Hemos desdoblado este subproblema principal, a su vez, en cuatro subproblemas:

- SP2.1.1. ¿Se ajustaban las propuestas de los futuros maestros a los requisitos planteados en la actividad?
- SP2.1.2. ¿Qué aciertos tuvieron a la hora de identificar subcompetencias?
- SP2.1.3. ¿Qué dificultades tenían a la hora de utilizar subcompetencias?
- SP2.1.4. ¿Qué errores conceptuales han tenido en el desarrollo de la actividad de enseñanza?
- SP2.2. ¿Cómo utilizaban sus conocimientos didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando planteaban una actividad de evaluación de subcompetencias, utilizando una prueba experiencial?

Hemos desdoblado este subproblema principal, a su vez, en cuatro subproblemas:

- SP2.2.1. ¿Se ajustaban las propuestas de los futuros maestros a los requisitos planteados en la actividad?
- SP2.2.2. ¿Qué aciertos tuvieron a la hora de identificar subcompetencias?
- SP2.2.3. ¿Qué dificultades tenían a la hora de utilizar subcompetencias?
- SP2.2.4. ¿Qué errores conceptuales han tenido en el desarrollo de la actividad de enseñanza?

La actividad de enseñanza y la de evaluación debían ser realizadas a partir de unos condicionantes, por lo que lo primero que debíamos constatar era si sus propuestas se ajustaban o no a las reglas y pautas que se habían incluido en los enunciados. Luego tratamos de identificar los aciertos y los planteamientos adecuados en ambas actividades. Por último, localizamos los errores y las dificultades a la hora de plantear las cuestiones para enseñar o evaluar subcompetencias.

En el **Capítulo 6**, abordaremos el PP3.

**Problema Principal (PP3). ¿Cómo utilizaban sus conocimientos científicos y didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando deben diseñar un guión de laboratorio para trabajar en un aula de EP?**

En particular, nos centramos en los alumnos que eligieron como guión “el estudio de la rampa”. Los subproblemas a trabajar o cuestiones que nos planteamos se articulan en torno a estos interrogantes:

- SP3.1. ¿Cómo contextualizan las propuestas didácticas los alumnos?
- SP3.2. ¿Cómo delimitan semánticamente la rampa? ¿Cuáles son las prácticas de montaje de la rampa que se aportan?
- SP3.3. ¿Qué actividades de investigación de la rampa se definen y cuáles son los aspectos didácticos y científicos que están presentes?
- SP3.4. ¿Se torna la rampa en un contenido que propicia la enseñanza y el aprendizaje de las competencias básicas y sus subcompetencias?

Obviamente en el **Capítulo 7**, realizamos una síntesis del trabajo realizado y establecemos las Conclusiones de la investigación.

Nos ha parecido más cómoda la organización en Capítulos que hemos comentado, dado que la naturaleza de los temas y problemas tratados, podría “liar” al lector en su lectura del trabajo. En cualquier caso, en los Capítulos de Resultados volveremos a recordar los PP y describiremos los elementos de la metodología (participantes, instrumentos de recogida de la información, tratamiento de la misma...) con la que han sido tratados.

Por último quisiéramos decir que hemos conocido numerosos trabajos que han indagado en los conocimientos, creencias, concepciones... del profesorado. Sin embargo, muchas veces hemos tenido la impresión de que lo que algunos maestros o maestros en formación inicial opinaban no coincidía con lo que pensaban y, mucho menos, con lo que hacían. En esta ocasión, apremiados además por la necesidad de conocer más el “cómo lo utiliza” que “el qué sabe, cree o piensa”, pretendemos utilizar una estrategia de investigación que no es novedosa para nosotros: recoger producciones de algunos maestros en formación que, en el desarrollo de una prueba final, realizan unas prácticas, diseñan unas actividades de enseñanza o diseñan un guión de laboratorio (Sánchez y Valcárcel, 1998; Pro, 1998, 1999b; Sánchez et al., 1999; Pro y Saura, 2000; Pro, Saura y Sánchez, 2000; Sánchez y Valcárcel, 2000; Pro y Romero, 2002; Pro, 2006b, 2007c; Romero y Pro, 2009...); en este caso, no perderemos de vista la finalidad de adquirir y enseñar algunas competencias.

## CAPÍTULO 2

### El Contexto Escolar

- ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM OFICIAL
- PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN INICIAL
- REVISIÓN DE LAS APORTACIONES
- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
- RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN INICIAL
- CONCLUSIONES



## CAPÍTULO 2. EL CONTEXTO ESCOLAR

---

Una vez establecidos los problemas de nuestra investigación, vamos a describir las necesidades formativas que debían atenderse cuando la titulación de formación inicial era la de Diplomatura en Maestro (Especialidad Educación Primaria). En este sentido, creemos conveniente analizar, en primer lugar, la presencia de los contenidos en el currículum oficial del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural de Educación Primaria del momento. No obstante, la ambigüedad de las normas legales exige profundizar en otro tipo de documentos. En nuestro sistema educativo, son los libros de texto los que realmente marcan los programas a impartir y trataremos de inferir las necesidades desde estos.

### 2.1. ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM OFICIAL

En nuestro sistema educativo existen dos documentos que describen el currículum oficial de cualquier materia o asignatura. En primer lugar, el Ministerio de Educación fija uno que define lo que es común en todo el estado. Así aparece en el preámbulo:

*En virtud de las competencias atribuidas a las administraciones educativas corresponde a éstas establecer el currículo de la Educación primaria del que formarán parte las enseñanzas mínimas fijadas en este real decreto que requerirán, con carácter general, el 65 por ciento de los horarios escolares y el 55 por ciento para las comunidades autónomas que tengan lengua cooficial. (MEC, 2006; p.43053)*

Este marco de referencia debe ser asumido y completado en las diferentes Comunidades Autónomas ampliando, en su caso, los objetivos, los contenidos y los criterios de evaluación. Es este “currículum completado” el marco oficial de referencia de cada una de ellas. Por ello, vamos a analizar los dos programas: las enseñanzas mínimas establecidas por el MEC y el completado en la Región de Murcia.

#### 2.1.1. Análisis del currículum oficial del MEC

El Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, establecía las enseñanzas mínimas de la Educación primaria. Para el legislador:

*La finalidad de las enseñanzas mínimas es asegurar una formación común a todos los alumnos y alumnas dentro del sistema educativo español y garantizar la validez de los títulos correspondientes, como indica el artículo 6.2 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Dicha formación facilitará la continuidad, progresión y coherencia del aprendizaje en caso de movilidad geográfica del alumnado. (MEC, 2006; p.43053)*

Casi todas las reformas tratan de incorporar “alguna seña de identidad” que, de alguna forma, justifique la necesidad de cambiar puesta de manifiesto “con excesiva frecuencia” en nuestro sistema educativo. En este caso, el término novedoso fueron “las competencias básicas”.

*En la regulación de las enseñanzas mínimas tiene especial relevancia la definición de las competencias básicas que el alumnado deberá desarrollar en la Educación primaria y alcanzar en la Educación secundaria obligatoria. Las competencias básicas, que se incorporan por primera vez a las enseñanzas mínimas, permiten identificar aquellos aprendizajes que se consideran imprescindibles desde un planteamiento integrador y orientado a la aplicación de los saberes adquiridos. Su logro deberá capacitar a los alumnos y alumnas para su realización personal, el ejercicio de la ciudadanía activa, la incorporación a la vida adulta de manera satisfactoria y el desarrollo de un aprendizaje permanente a lo largo de la vida. (MEC, 2006; p.43053)*

Pero nuestra intención no es detallar y analizar esta nueva propuesta curricular sino identificar las alusiones que se realizaban en este documento al tema objeto de nuestro estudio: “Dispositivos y máquinas mecánicas”. Por ello, dejando a un lado el articulado del RD, nos ocupamos del Anexo II en el que se recogía el programa del Área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural. Comentamos brevemente las alusiones que estamos buscando.

En la parte introductoria, no había consideraciones específicas pero encontramos algunas más generales en las que puede reconocerse:

*La noción de medio a que se refiere el área, alude no sólo al conjunto de fenómenos que constituyen el escenario de la existencia humana, sino también a la interacción de los seres humanos con ese conjunto de fenómenos. El medio se ha de entender como el conjunto de elementos, sucesos, factores y procesos diversos que tienen lugar en el entorno de las personas y donde, a su vez, su vida y actuación adquieren significado. El entorno se refiere a aquello que el niño o la niña puede conocer mejor porque es fruto de sus experiencias sensoriales, directas o indirectas, porque le es familiar y porque está próximo en el tiempo o en el espacio, si bien el uso de las tecnologías de la información y la comunicación hace que esta proximidad dependa cada vez menos de la distancia física. (MEC, 2006; p.43063).*

*La selección de los contenidos responde, por tanto, a consideraciones de diversa índole. En primer lugar, se han priorizado los contenidos que contribuyen a la consecución de los objetivos generales de la educación primaria y al desarrollo de las competencias básicas, cobrando especial relevancia aspectos como [...] el desarrollo de las capacidades de indagación, de exploración y la búsqueda de soluciones a problemas relacionados con la experiencia Cotidiana o la adquisición de actitudes y valores para un desarrollo personal equilibrado y solidario. (MEC, 2006; p.43063).*

*[...] El currículo del área favorece que los estudiantes de estas edades encuentren respuestas válidas a las cuestiones que se formulan, sin olvidar que dichas respuestas han de ser coherentes con criterios científicos actualizados, superando posibles concepciones previas de escasa base científica pero con gran peso experiencial, familiarizándose así con la forma en que se construye el conocimiento científico. (MEC, 2006; p.43063).*

*[...] Los procedimientos en los aprendizajes propios de esta área se vinculan a la observación, a la búsqueda, recogida y organización de la información, a la elaboración y comunicación de dicha información y a la reflexión sobre el proceso de aprendizaje, como base del método científico. Por su parte, las actitudes se vertebran en torno a la identidad personal, la socialización y la convivencia, la salud y el medio ambiente. (MEC, 2006; p.43063).*

En el apartado *Contribución del área al desarrollo de las competencias básicas* se decía:

*El área contribuye de forma sustancial a la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico ya que muchos de los aprendizajes que integra están totalmente centrados en la interacción del ser humano con el mundo que le rodea. La competencia se va construyendo a través [...] del acercamiento 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. (MEC, 2006; p.43064).*

En el apartado *Objetivos* el que más directamente se relacionaba con la temática objeto de nuestro estudio era:

*9. Planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos con una finalidad previamente establecida, utilizando el conocimiento de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos.*

Como puede verse, en estos primeros apartados, se intuye no sólo la presencia de una serie de conocimientos sino el enfoque con el que deben ser abordados, en el que predominen las experiencias, el trabajo práctico, la experimentación, la indagación, la resolución de problemas de carácter técnico... Quizás, sean más directas las alusiones a lo que se debía enseñar con los Contenidos y los Criterios de evaluación.

En el apartado *Contenidos* se recogían los que aparecen en la Tabla 2.1.

Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo
<p><b>Bloque 6. Materia y energía</b> - [...] Observación de los efectos de la aplicación de una fuerza. Fuerzas en la misma dirección. Fuerzas de contacto y a distancia. [...]</p> <p><b>Bloque 7. Objetos, máquinas y tecnologías</b> - Identificación de la diversidad de máquinas en el entorno. - Montaje y desmontaje de objetos simples. - Observación y análisis del funcionamiento de objetos y máquinas. Identificación de elementos que pueden generar riesgo. - Uso cuidadoso de materiales, sustancias y herramientas. [...]</p>	<p><b>Bloque 6. Materia y energía</b> - [...] Identificación de fuerzas conocidas que hacen que los objetos se muevan o se deformen. Fuerzas de atracción o repulsión. [...]</p> <p><b>Bloque 7. Objetos, máquinas y tecnologías</b> - [...] Identificación de las fuentes de energía con las que funcionan las máquinas. - Planificación y realización de algún objeto o máquina de construcción sencilla. - Conocimiento de algunos operadores mecánicos (eje, rueda, polea, plano inclinado, engranaje, freno, etc.) y de la función que realizan independientemente de la máquina en que se encuentren. - [...] Relevancia de algunos de los grandes inventos y valoración de su contribución a la mejora de las condiciones de vida.</p>	<p><b>Bloque 6. Materia y energía</b> - [...] Predicción de cambios [...] en la forma [...] de los cuerpos por efecto de las fuerzas [...]</p> <p><b>Bloque 7. Objetos, máquinas y tecnologías</b> - [...] Conocimiento de las aplicaciones de los objetos y las máquinas, y de su utilidad para facilitar las actividades humanas. - Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas. [...]</p>

Tabla 2.1. Contenidos del MEC sobre tema “Dispositivos y máquinas mecánicas”

En el apartado *Criterios de evaluación* había varios que podrían aplicarse a este y otros temas. No obstante, los que eran específicos de nuestra temática se recogen en la Tabla 2.2.

<b>1er. ciclo</b>	<p>9. Montar y desmontar objetos y aparatos simples y describir su funcionamiento y la forma de utilizarlos con precaución.</p> <p>Este criterio evalúa si han desarrollado habilidades manuales para montar y desmontar máquinas y objetos simples (balanza, bicicleta, tijeras...), explicar cómo funcionan, para qué sirve cada parte y qué medidas de seguridad se deben tomar para no correr riesgos tanto en el uso como en el montaje y desmontaje.</p>
<b>2º ciclo</b>	<p>9. Analizar las partes principales de objetos y máquinas, las funciones de cada una de ellas y planificar y realizar un proceso sencillo de construcción de algún objeto mostrando actitudes de cooperación en el trabajo en equipo y el cuidado por la seguridad.</p> <p>Este criterio evalúa si conocen y saben explicar las partes de una máquina (poleas, palancas, ruedas y ejes, engranajes...) y cuál es su función. Así mismo se valorará si saben aplicar esos conocimientos a la construcción de algún objeto o aparato, por ejemplo un coche que rueda, aplicando correctamente las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo, y las tecnológicas: unir, cortar, decorar, etc., sabiendo relacionar los efectos con las causas. Es básico valorar el trabajo cooperativo y su desenvoltura manual, apreciando el cuidado por la seguridad propia y de sus compañeros, el cuidado de las herramientas y el uso ajustado de los materiales.</p>
<b>3er. ciclo</b>	<p>9. Planificar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual necesaria, combinando el trabajo individual y en equipo.</p> <p>Este criterio pretende evaluar la capacidad para planificar y realizar proyectos de construcción de algún objeto o aparato. Se evaluará el conocimiento sobre las diferentes fuentes energéticas así como la capacidad para seleccionar una de ellas por su idoneidad para el funcionamiento de un aparato. Se valorará también el conocimiento de los distintos operadores (rueda, freno, interruptor, biela, engranaje, muelle, polea, etc.), así como si se muestra una actitud cooperativa e igualitaria en el trabajo en equipo, apreciando el cuidado por la seguridad propia y la de los demás.</p>

Tabla 2.2. Criterios de evaluación del MEC sobre el tema “Dispositivos y máquinas mecánicas”

### 2.1.2. Análisis del currículum oficial de la CARM

El currículum oficial de la Región de Murcia aparece recogido en el Decreto 286/2007, de 7 de Septiembre (BORM de 12 de Septiembre de 2007) (CARM, 2007a). Para los propósitos de nuestra investigación, hemos analizado el Anexo I.

Esta vez en el apartado *Introducción* encontramos alusiones directas e indirectas a nuestro tema.

*[...] entendemos el medio como el conjunto de elementos, sucesos, factores y procesos diversos que tienen lugar en el entorno de las personas y donde, a su vez, su vida y actuación adquieren significado. El entorno se refiere a aquello que el niño puede conocer mejor porque es fruto de sus experiencias sensoriales directas o indirectas, porque le es familiar y porque está próximo en el tiempo o en el espacio. (CARM, 2007a, p.26392).*

*Es también necesario, que los alumnos adquieran sólidos fundamentos de una cultura científica, que les permitan conocer y comprender el papel de la ciencia y de los conocimientos científicos en el progreso de la humanidad. En esta etapa educativa debe introducirse el estudio de los métodos propios de la ciencia, aprovechando la curiosidad propia de estas edades por conocer el medio que les rodea y el interés por explorarlo. Es por ello, por lo que sus aportaciones caminan en varias direcciones, permitiendo conocer al alumnado [...] las máquinas y aparatos construidos por el hombre [...]. (CARM, 2007a, p.26392).*

El apartado *Contribución de la materia a la adquisición de las competencias básicas* era mucho más difuso que el documento estatal. Si en aquél las alusiones tenían una cierta distancia con nuestro tema, en el documento autonómico, sencillamente no existían.

Entre los *Objetivos* uno aludía a nuestra temática (coincide con el 9 del documento del MEC). Era:

*12. Planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos con una finalidad previamente establecida, utilizando el conocimiento de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos.*

En el apartado *Contenidos* muchos coincidían con el estatal (no podía ser de otra manera). En la Tabla 2.3 se recogen.

Primer ciclo	Segundo ciclo	Tercer ciclo
<p><b>Bloque 6. Materia y energía</b> - [...] <i>Iniciación práctica a la ciencia. Aproximación experimental a algunas cuestiones elementales (fuerzas...).</i> [...]</p> <p><b>Bloque 7. Objetos, máquinas y nuevas tecnologías</b> - <i>Máquinas y aparatos. Observación de máquinas y aparatos y de su funcionamiento. Montaje y desmontaje de objetos simples.</i> - <i>Uso adecuado y cuidadoso de materiales, sustancias y herramientas. Seguridad personal.</i> - <i>Importantes descubrimientos e inventos tecnológicos que facilitan la vida diaria de las personas.</i> [...]</p>	<p><b>Bloque 6. Materia y energía</b> - [...] <i>Identificación de fuerzas conocidas que hacen que los objetos se muevan o se deformen. Fuerzas de atracción o repulsión.</i> [...]</p> <p><b>Bloque 7. Objetos, máquinas y nuevas tecnologías</b> - [...] <i>Máquinas y aparatos. Conocimiento de operadores mecánicos (eje, rueda, polea, plano inclinado, engranaje, freno, etc.) y de la función que realizan.</i> - <i>La palanca: funcionamiento, tipos de palancas y sus diferentes usos y aplicaciones más frecuentes.</i> - <i>Planificación y realización de algún objeto o máquina de construcción sencilla.</i> [...]</p>	<p><b>Bloque 6. Materia y energía</b> - [...] <i>Predicción de cambios en el movimiento o en la forma de los cuerpos por efecto de las fuerzas.</i> [...]</p> <p><b>Bloque 7. Objetos, máquinas y tecnologías</b> - <i>Máquinas y aparatos. Tipos de máquinas en la vida cotidiana y su utilidad. Análisis de operadores y utilización en la construcción de un aparato. Beneficios y riesgos de las nuevas tecnologías y productos. Medidas de prevención. Primeros auxilios.</i> - <i>Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas (puente, tobogán, escalera, etc.).</i> [...] - <i>Importantes descubrimientos e inventos que han hecho avanzar a la humanidad. Grandes investigadores, inventores y científicos.</i> [...]</p>

Tabla 2.3. Contenidos de la CARM sobre tema "Dispositivos y máquinas mecánicas"



Llama la atención de que existiera una disminución en el número de contenidos respecto al documento estatal. Esto contradecía la legislación vigente: ni se mantenían los contenidos establecidos por el MEC ni se completaba con otros que cubrieran el 35% pendiente.

En el apartado *Criterios de evaluación* había varios que podrían aplicarse a este y otros temas. No obstante, los que eran específicos de nuestra temática se recogen en la Tabla 2.4.

<b>1er. ciclo</b>	9. Montar y desmontar objetos y aparatos simples y describir su funcionamiento y la forma de utilizarlos con precaución. 12. Enumerar inventos que hayan contribuido decisivamente a la mejora de la calidad de vida actual en relación con generaciones anteriores (en el hogar, en el transporte y las comunicaciones, en el ocio).
<b>2º ciclo</b>	14. Identificar fuentes de energía comunes y procedimientos y máquinas para obtenerla [...]. 15. Señalar las partes principales de objetos y máquinas indicando las funciones de cada una de ellas y planificar y realizar un proceso sencillo de construcción de algún objeto, mostrando actitudes de cooperación en el trabajo en equipo y el cuidado por la seguridad.
<b>3er. ciclo</b>	11. Planificar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual necesaria, combinando el trabajo individual y en equipo.

Tabla 2.4. Criterios de evaluación de la CARM sobre el tema “Dispositivos y máquinas mecánicas”

Como puede verse, se cambia el estilo del documento estatal en el que cada criterio era aclarado con un breve comentario. Pero, en general, se mantiene la misma redacción del MEC. Además, podrían añadirse algunos de carácter más genérico.

- 13. Elaborar informes siguiendo un guión establecido que suponga la búsqueda, selección y organización de la información de textos de carácter científico, geográfico o histórico.
- 14. Señalar la aportación de algunos avances de la ciencia y la investigación de la sociedad (...).

Globalmente podemos apreciar, como en la mayoría de los currículum oficiales, presentaba un alto grado de ambigüedad. Por ello, si queremos indagar en cuáles eran las necesidades formativas derivadas de los programas oficiales, el primer ámbito de nuestro trabajo de investigación es el de los libros de texto, en muchos casos, el auténtico currículum oficial de nuestro sistema educativo. En este Capítulo, analizamos algunos de los materiales más utilizados en nuestra Comunidad Autónoma, nos detendremos en la estructura de las prácticas de laboratorio que se plantean y, sobre todo, sacaremos implicaciones de cara a la formación inicial de maestros.

## 2.2. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN INICIAL

Nuestro Problema de Investigación Inicial (PP0) sería:

**Problema Principal PP0: ¿Qué necesidades formativas tiene que atender la formación inicial de maestros respecto al tema “Dispositivos y máquinas mecánicas”?**

Ahora bien, como hemos comentado, estas necesidades las vamos a inferir a partir del análisis del contenido de unos libros de texto que marcan el qué y el cómo enseñar (¿y el qué evaluar?).

Parece innecesario justificar que, en un trabajo de estas características, no se pueden abordar todas las facetas y ángulos desde los que se podrían analizar estos materiales de aprendizaje, todos los temas y todas las editoriales. Por lo tanto, no pretendemos generalizar los resultados ni mucho menos “agotar” el tema. Es una incursión en este ámbito con una finalidad determinada y, como tal, pretendemos abordarla. Nos hemos centrado en el tema “Dispositivos y máquinas mecánicas” del Área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural de Educación Primaria (EP); en particular, nos ocupamos del segundo y tercer ciclo, puesto que en primero los contenidos están más globalizados.

Para abordar el PP0 buscamos respuestas a cuatro Subproblemas que, a su vez, se pueden desdoblar:

- SP01: ¿Qué estructura tienen los libros de texto para la enseñanza de “Dispositivos y máquinas mecánicas” del área de Conocimiento del Medio en EP?

Para clarificar y organizar nuestro estudio hemos desdoblado este SP01 en dos subproblemas:

- SP01.1. ¿Cuáles son las características generales que definen los libros estudiados?
- SP01.2. ¿Qué estructura tienen los libros de texto estudiados?

Cuando hablamos de características generales, nos referimos a los autores, al número de lecciones y páginas que se ocupan del tema, al peso relativo en el conjunto de la obra... Al hablar de estructura nos referimos a las partes de la lección (iniciación, desarrollo, aplicación, evaluación...), a la denominación de las actividades que aparecen, al número de actividades que plantea en cada parte...

- SP02: ¿Qué contenidos se contemplan en las unidades sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros de texto seleccionados?

En este caso, hemos distinguido tres subproblemas:

- SP02.1. ¿Qué contenidos conceptuales aparecen en los textos seleccionados?
- SP02.2. ¿Qué contenidos procedimentales aparecen en los textos seleccionados? ¿Resultan coherentes en la estructura del mismo?
- SP02.3. ¿Qué contenidos actitudinales aparecen en los textos seleccionados? ¿Resultan coherentes en la estructura del mismo?

Hemos identificado los contenidos presentes en el texto principal y en cada una de las actividades de las lecciones. Se ha mantenido la diferenciación en conceptos, procedimientos y actitudes para facilitar el estudio. También hemos valorado la coherencia en relación con la presencia de estos contenidos dentro de las lecciones (sobre todo, entre la parte de desarrollo, y la de aplicación y competencias).

- SP03: ¿Se ajustan estos contenidos al currículum oficial?

También aquí hemos distinguido tres subproblemas:

- SP03.1. ¿Se ajustan a lo establecido en los Bloques de Contenidos?
- SP03.2. ¿Se ajustan a los Criterios de Evaluación?
- SP03.3. ¿Cómo contribuyen al desarrollo de las Competencias Básicas?

Parece “casi obligado” que valoremos si los textos analizados se ajustan o no al currículum en vigor. Nos ocupamos de los contenidos, los criterios de evaluación y las competencias.

- SP04: ¿Cómo se plantean las prácticas de laboratorio sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros de texto seleccionados?

Aquí hemos distinguido cuatro subproblemas:

- SP04.1. ¿Cuáles son las preguntas de la investigación?
- SP04.2. ¿Cuáles son los hechos y acontecimientos que utilizan?

- SP04.3. ¿Qué marcos teóricos utilizan?
- SP04.4. ¿Qué marcos metodológicos utilizan?

Dado que el objeto central de este trabajo son las prácticas de laboratorio, hemos de detenernos en las que plantean las editoriales.

De esta forma fijaremos algunos de los retos que teníamos planteados para la formación inicial de un maestro de la Diplomatura en Maestro (Especialidad Educación Primaria), lo atenderíamos o no.

### 2.3. REVISIÓN DE LAS APORTACIONES

Como en cualquier otro ámbito de la investigación, es preciso revisar las contribuciones realizadas en el mismo. Los hemos recogido en la Tabla 2.5.

Autores	Año	Temática investigada
García	2008	Análisis de libros de texto de 3º de la ESO de Tecnología relacionados con la electrónica, desde una perspectiva CTS.
García y Criado	2008	Tratamiento CTS de la energía nuclear en libros de Física y Química de la ESO.
Pro, Sánchez y Valcárcel	2008	Análisis de los contenidos y actividades de los libros de texto de Física y Química en la implantación de la reforma LOGSE, en relación con la Electricidad y Magnetismo.
Caamaño	2009	Presencia de los conocimientos sobre materiales en los libros de texto de secundaria.
Navarro	2009	Diseño y aplicación de un modelo para analizar las actividades de los libros de texto.
Pérez, Álvarez y Serrallé	2009	Identificación de errores en los libros de texto de 1º de la ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del Universo.
Pro	2009a	Análisis de las actividades planteadas en el estudio de los materiales en los libros de texto de ciencias para el mundo contemporáneo (CMC).
Del Carmen y Jiménez	2010	Papel de los libros de texto en las clases de Ciencias
Pro y Pro	2010	Identificación de contenidos sobre Comunicaciones en los libros de texto de CMC.
Pro y Pro	2011	Análisis de los libros de texto de Tecnología sobre la electricidad y la electrónica
Cid y Dasilva	2012	Análisis de libros de texto de Secundaria sobre los modelos atómicos
Perales y Vilchez	2012	Papel de los libros de texto en las clases de Ciencias
Martín, Prieto y Jiménez	2013	Análisis de libros de texto de Educación Secundaria sobre el problema de la producción y el consumo de energía
Urones, Escobar y Vacas	2013	Análisis de libros de texto de 2º ciclo de Educación Primaria sobre las plantas
Aznar y Puig	2014	Análisis de libros de texto de Biología y Geología sobre las enfermedades infecciosas
Bermúdez, Díaz y Gavidia	2014	Análisis de libros de texto de Educación Secundaria sobre la diversidad biológica
Fernández y Torres	2014	Análisis de libros de Física y Química sobre los dispositivos tecnológicos cotidianos
López y Postigo	2014	Análisis de imágenes del cuerpo humano en los libros de texto de Educación Primaria
Montañés y Jaén	2015	Análisis de libros de texto los contenidos relacionados con los problemas ambientales
Perales y Vilchez	2015	Análisis de ilustraciones en los libros de texto de Secundaria
Puig y Jiménez	2015	Análisis de libros de texto de Biología sobre los genes y el determinismo

Tabla 2.5. Trabajos de investigación sobre libros de texto

Se han realizado desde perspectivas diferentes (selección de contenidos, errores conceptuales, tipo de actividades, ilustraciones, uso de analogías, etc.). Probablemente por el encadenamiento de reformas, tan habituales en nuestro sistema educativo, no hay muchos trabajos que se hayan ocupado de estos materiales elaborados a partir de la reforma LOE. Hemos realizado algunas contribuciones en este ámbito. Por su influencia en este trabajo, queremos resaltar el que realizamos en otro tema y etapa educativa (Pro y Pro Chereguini, 2011).

En relación con las demás, se sigue insistiendo en que es el material curricular más utilizado. Hay más trabajos sobre Educación Secundaria que sobre Primaria. También se repiten consideraciones que ya habíamos apuntado: confusión con el currículum oficial, aspectos positivos y otros no tanto que tiene su utilización en las aulas, efectos orientadores para la práctica educativa del profesorado, factores ideológicos que condicionan la visión y el enfoque de los contenidos... y, sobre todo, la importancia que tiene el simultanear su uso con el de otros recursos.

## 2.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Hemos estudiado diversos aspectos de las lecciones sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros de texto seleccionados de segundo y tercer ciclo de Primaria. Se trata de un diseño ex post facto.

### 2.4.1. Muestra de Libros de texto

Elegimos una muestra de cuatro editoriales de Conocimiento del Medio de Educación Primaria. Eran materiales habituales en nuestra Comunidad Autónoma pero no hemos podido constatar su grado de representatividad en los centros de nuestra Región. En la Tabla 2.6, se recogen la editorial y sus autores, la nomenclatura empleada en el trabajo y los títulos de las unidades objeto de estudio.

Editorial y Autores	Nombre	Curso y Título de las Unidades e Índice de Contenidos			
<b>SM (2008)</b> Del Burgo (4) Oro Cáliz Fraile (5) Pallol (5) San Andrés (5) Pérez (5)	EDIT1	4º	<b>8) Las fuerzas, las máquinas y los inventos</b> - Las fuerzas - La palanca, el plano inclinado y la polea - Los inventos	5º	<b>7) Las máquinas.</b> - Las máquinas - Máquinas simples - Máquinas compuestas <b>8) Los avances técnicos</b> - Los avances a lo largo de la historia - Los avances en nuestras vidas - Los avances en las comunicaciones - La informática
<b>Santillana (2008)</b> Etxebarria Medina Moral	EDIT2	3º	<b>6) Las máquinas</b> - Las máquinas - El interior de las máquinas	5º	<b>7) Las fuerzas y el movimiento (epígrafe)</b> - Las máquinas simples
<b>Anaya (2008)</b> Gómez Valbuena Brotons (5)	EDIT3	3º	<b>12) Utilizamos los inventos</b> - Herramientas, instrumentos, máquinas... - Utensilios para trabajar (I) - Utensilios para trabajar (II) - Utensilios para la comunicación y para el ocio	5º	<b>7) La materia y sus propiedades (epígrafe)</b> - Las fuerzas y los cambios en la materia
		4º	<b>14) Las máquinas y la tecnología</b> - Las máquinas más sencillas - Los motores - Máquinas del presente y del futuro - Máquinas que revolucionaron el mundo		

Tabla 2.6. Índice de contenidos de los libros de texto utilizados en la investigación (continúa)

Editorial/ Autores	Nombre	Curso y Título de las Unidades e Índice de Contenidos	
Vicens Vives (2008) Casajuana García (4) Gatell (4) Martínez Cruells (6)	EDIT4	4º	<p><b>9) Las máquinas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de máquinas: las máquinas simples</li> <li>- Tipos de máquinas: las máquinas compuestas</li> <li>- Usamos las máquinas</li> </ul>
		6º	<p><b>14) Máquinas y estructuras (epígrafes)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Máquinas simples y compuestas</li> <li>- Utilidad de las herramientas y las máquinas</li> </ul>

Tabla 2.6 (continuación). Índice de contenidos de los libros de texto utilizados en la investigación

El número de autores suele ser engañoso porque no todos participan en todas las unidades del libro; en nuestro caso, la presencia de conocimientos tan heterogéneos (relacionados con la Geografía, la Historia, los seres vivos, la energía, las máquinas, las tecnologías...) puede haber influido.

Ninguna de las editoriales conservaba la denominación del bloque de contenidos del currículum ni en segundo ni en tercer ciclo. Además, todas ellas trataban los contenidos en ambos ciclos. Los contenidos se ubicaban en una lección por curso, salvo EDIT1 que destina dos en 5º curso. Dos editoriales –EDIT1 y EDIT4- dedicaban al tema sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” dos cursos en Primaria y las otras -EDIT2 y EDIT3- lo hacía parcialmente en un curso más.

### 2.4.2. Protocolos de análisis

Vamos a describir los instrumentos de recogida de información utilizados en cada subproblema.

#### a) En relación con SP01

Según sus objetivos, había que definir las características generales de los textos. Nos centramos en el número de lecciones, de páginas, y el peso ponderado que suponen respecto al total de cada obra.

También debíamos diferenciar las partes de las lecciones. Tal como han realizado García (2008) o Pro, Sánchez y Valcárcel (2008), distinguimos entre:

- a) *actividades de iniciación*: aquellas que se encuentran al inicio de la lección y que pretenden motivar al alumno, planteándole cuestiones que, tras el desarrollo del tema, deben ser capaces de responder de forma científica.
- b) *actividades de desarrollo*: aquellas que aparecen incluidas en el texto principal, integradas en el mismo o en sus márgenes.
- c) *actividades de aplicación*: aquellas que se plantean tras el desarrollo del texto principal, y sirven para que los alumnos apliquen lo que ha aprendido en la lección.
- d) *actividades de adquisición de competencias*: aquellas que los autores plantean para trabajar y evaluar las competencias.

En cada una de las lecciones de cada editorial, identificamos su ubicación, el número de actividades, el tipo (experiencia, ejercicio...), si está resuelto o no...

#### b) En relación con SP02

Pretendemos identificar y analizar los contenidos presentes en el texto principal o en las actividades planteadas (principalmente en las de desarrollo, y en las de aplicación y adquisición de competencias).

Para estudiar los contenidos conceptuales hemos realizado una lectura del texto y de las actividades y se realizamos un listado de los conceptos presentes en cada editorial y se agruparon en función de

unos tópicos. Aunque sería más completo analizar cómo aparecían relacionados (mapa conceptual), pensamos que era suficiente con la lista de las agrupaciones para el propósito de nuestro trabajo.

En cuanto a los procedimientos, utilizamos la clasificación propuesta por Pro (2003) para su categorización, en la que distingue: destrezas técnicas, destrezas básicas, destrezas de investigación y destrezas de comunicación. En la Tabla 2.7, la hemos sintetizado.

<b>Destrezas técnicas</b>	<b>Destrezas básicas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realización de montajes</li> <li>- Construcción de aparatos</li> <li>- Construcción de maquetas</li> <li>- Utilización de técnicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación</li> <li>- Clasificación y seriación</li> <li>- Medición</li> <li>- Tabulación o representación gráfica</li> </ul>
<b>Destrezas de investigación</b>	<b>Destrezas de comunicación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de problemas</li> <li>- Identificación de elementos</li> <li>- Emisión de hipótesis y realización de predicciones</li> <li>- Relación entre variables: control y exclusión</li> <li>- Diseño experimental</li> <li>- Análisis e interpretación de datos</li> <li>- Análisis e interpretación de situaciones</li> <li>- Uso de modelos interpretativos</li> <li>- Establecimiento de conclusiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Representación simbólica</li> <li>- Identificación de ideas en material escrito o audiovisual</li> <li>- Identificación de información en etiquetas</li> <li>- Búsqueda de información</li> <li>- Elaboración informes o materiales</li> </ul>

Tabla 2.7. Taxonomía de contenidos procedimentales

En cuanto a las actitudes, también utilizamos la propuesta por Pro (2003) que distingue: actitud hacia las Ciencias, actitud en la realización de actividades, respeto por el medio y creación de hábitos saludables. En la Tabla 2.8, la hemos sintetizado:

<b>Actitud hacia las Ciencias</b>	<b>Actitud en la actividad científica</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interés por las ciencias</li> <li>- Valoración del trabajo científico: importancia y dificultades</li> <li>- Apreciación de limitaciones y provisionalidad de los conocimientos</li> <li>- Valoración de la incidencia tecnológica y social del conocimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rigor y precisión en la recogida de información</li> <li>- Honestidad intelectual</li> <li>- Coherencia entre datos-análisis- inferencias/ conclusiones</li> <li>- Tolerancia y respeto a los otros</li> <li>- Curiosidad</li> <li>- Creatividad en la emisión de hipótesis, diseño de estrategias, etc.</li> <li>- Respeto de las normas de seguridad</li> </ul>
<b>Respeto por el medio</b>	<b>Hábitos saludables</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valoración de las aportaciones de la ciencia en la mejora del medio</li> <li>- Adopción de posturas críticas frente al deterioro del ambiente</li> <li>- Preocupación por el desarrollo sostenible</li> <li>- Conocer y usar servicios de la comunidad en relación con la conservación del medio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adopción de hábitos de comportamiento saludables</li> <li>- Adopción de posturas críticas frente a conductas no saludables</li> <li>- Adopción de hábitos de higiene corporal y mental.</li> <li>- Conocer y usar servicios de la comunidad relacionados con la salud y el consumo</li> </ul>

Tabla 2.8. Taxonomía de contenidos actitudinales

### c) En relación con el SP03

En primer lugar identificamos los contenidos del currículum oficial del MEC ya que, como vimos, el de nuestra Comunidad Autónoma contempla menos contenidos que el estatal. Por otro lado, dado que, en la redacción del documento, se ignoraba la diferenciación entre los tipos de contenidos, sólo hemos utilizado una plantilla: la que se recoge en la Tabla 2.9.

CONTENIDOS		EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
2º ciclo	[...] Identificación de fuerzas conocidas que hacen que los objetos se muevan o se deformen. Fuerzas de atracción o repulsión. [...]				
	[...] Identificación de las fuentes de energía con las que funcionan las máquinas.				
	Planificación y realización de algún objeto o máquina de construcción sencilla.				
	Conocimiento de algunos operadores mecánicos (eje, rueda, polea, plano inclinado, engranaje, freno, etc) y de la función que realizan independientemente de la máquina en la que se encuentren				
	Relevancia de algunos de los grandes inventos y valoración de su contribución a la mejora de las condiciones de vida [ <i>de los dispositivos y las máquinas mecánicas</i> ]				
3º ciclo	[...] Predicción de cambios [...] en la forma [...] de los cuerpos por efecto de las fuerzas [...]				
	[...] Conocimiento de las aplicaciones de los objetos y las máquinas, y de su utilidad para facilitar las actividades humanas.				
	Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas. [...]				

Tabla 2.9. Plantilla para el estudio de los contenidos

En cuanto a los criterios de evaluación, identificamos aquellos que se referían explícitamente a nuestro tema en el currículum del MEC. Hemos considerado más adecuado extraer los criterios de las explicaciones aportadas por el legislador que por la formulación formal. Por lo tanto, se ha utilizado la parrilla de la Tabla 2.10.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
2º ciclo	Conocer y explicar las partes de una máquina (poleas, palancas, ruedas y ejes, engranajes...) y cuál es su función				
	Aplicar esos conocimientos a la construcción de algún objeto o aparato [...], aplicando correctamente las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo.				
	Idem las operaciones tecnológicas: unir, cortar, decorar, etc., sabiendo relacionar los efectos con las causas				
	Valorar el trabajo cooperativo y su desenvoltura manual.				
	Apreciar el cuidado por la seguridad propia y de sus compañeros, el cuidado de las herramientas y el uso ajustado de los materiales.				
3º ciclo	Planificar y realizar proyectos de construcción de algún objeto o aparato.				
	Conocer las diferentes fuentes energéticas así como la capacidad para seleccionar una de ellas por su idoneidad para el funcionamiento de un aparato.				
	Conocer los distintos operadores (rueda, freno, interruptor, biela, engranaje, muelle, polea, etc.)				
	Mostrar una actitud cooperativa e igualitaria en el trabajo en equipo.				
	Apreciar el cuidado por la seguridad propia y la de los demás.				

Tabla 2.10. Parrilla para el estudio de los criterios de evaluación

En cuanto a la contribución del Área del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural a la adquisición de competencias, no existe una coincidencia entre las recogidas en el currículum estatal y el de nuestra Comunidad Autónoma. Curiosamente casi todas las subcompetencias que aparecían en el currículum autonómico se recogían en el estatal pero no al revés. Hemos recogido las dos en la Tabla 2.11 y fácilmente se aprecian algunas diferencias. No vamos a entrar en este hecho ni en la "legalidad subyacente" pero evidentemente había que tomar una decisión y hemos elegido la del MEC.

Contribución del Área del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural a la adquisición de subcompetencias	Currículum MEC	Currículum CARM
<b>a) Competencia social y ciudadana</b>		
- desarrollar actitudes de diálogo, reflexionar sobre los conflictos, de la asertividad que conlleva el uso de habilidades, de modos, de reconocimiento y uso de convecciones sociales para facilitar la buena comunicación y el buen estar del grupo	X	
- asentar las bases de una futura ciudadanía mundial, solidaria, curiosa e informada, participativa y democrata.	X	X
- iniciar la comprensión de los cambios que se han producido en el tiempo para ir acercándose a las raíces históricas de las sociedades actuales	X	X
<b>b) Competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico</b>		
- apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico	X	
Saber definir problemas	X	
Estimar soluciones posibles	X	
- acercarse a determinados rasgos del método con el que se construye el conocimiento científico:	X	
Elaborar estrategias	X	
Diseñar pequeñas investigaciones	X	
Analizar resultados	X	
Comunicar resultados	X	
- integrar aprendizajes sobre la interacción del ser humano con el mundo que le rodea		X
<b>c) Tratamiento de la información y competencia digital</b>		
- comprender información se presenta en diferentes códigos, formatos y lenguajes (leer un mapa, interpretar un gráfico, observar un fenómeno o utilizar una fuente histórica)	X	X
- adquirir una alfabetización digital, lo que supone una utilización básica del ordenador, el manejo de un procesador de textos y la búsqueda guiada en Internet.	X	X
<b>d) Comunicación lingüística</b>		
- aumentar significativamente la riqueza en vocabulario específico	X	X
- valorar en los intercambios comunicativos la claridad en la exposición, rigor en el empleo de los términos, la estructuración del discurso, la síntesis, etc.	X	X
- acercarse a textos informativos, explicativos y argumentativos	X	
<b>e) Aprender a aprender</b>		
- desarrollar técnicas para aprender, para organizar, memorizar y recuperar la información, tales como resúmenes, esquemas o mapas mentales	X	X
<b>f) Competencia artística y cultural</b>		
- ... reconocer [manifestaciones] que forman parte del patrimonio cultural (¿natural?)	X	
<b>g) Autonomía e iniciativa personal</b>		
- tomar decisiones desde el conocimiento de uno mismo, tanto en el ámbito escolar como en la planificación de forma autónoma y creativa de actividades de ocio.	X	X
<b>h) Competencia matemática</b>		
- utilizar herramientas matemáticas en contextos significativos de uso, tales como medidas, escalas, tablas o representaciones gráficas	X	X

Tabla 2.11. Contribución a la adquisición de competencias de la materia

Hemos excluido la subcompetencia cultural y artística ya que no sabemos si el legislador incluía el patrimonio natural.

d) En relación con el SP04

Como hemos dicho, para resolver este problema usaremos la V de Gowin. Se trata de una técnica que nos permite representar las actividades de laboratorio. Una representación de los elementos más fundamentales de la misma se recoge en la Figura 2.1.



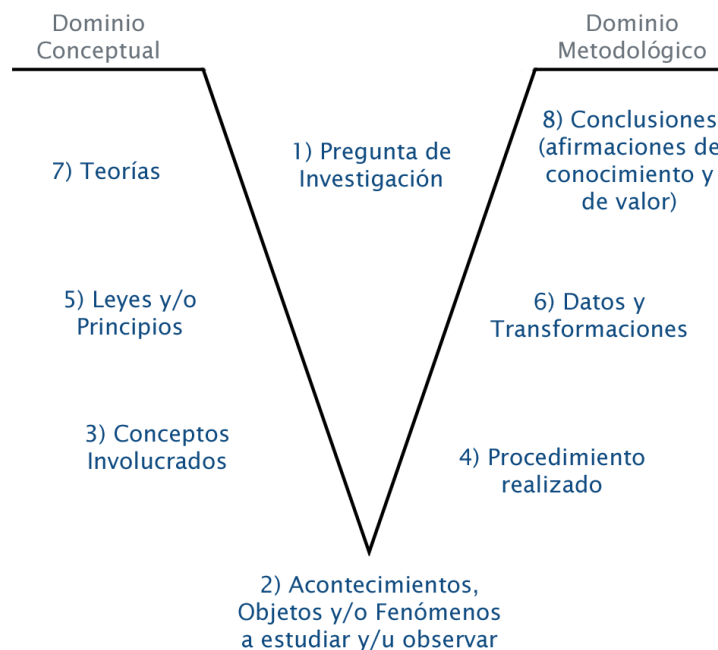


Figura 2.1. Elementos de la V de Gowin

En este caso, trasladaremos a este formato las prácticas de laboratorio recogidas en los textos y analizaremos los diferentes elementos

1. *Pregunta de Investigación*: Se trata de la cuestión o cuestiones a la que se quiere dar una respuesta con la práctica de laboratorio.
2. *Acontecimientos, Objetos y/o Fenómenos a estudiar y/u observar*: Se trata de los que han sido seleccionados para dar respuesta a la pregunta central.
3. *Conceptos Involucrados*: Es el listado de los conceptos claves implicados en la actividad a realizar; puede sustituirse un mapa conceptual que represente las relaciones entre los conceptos.
4. *Procedimiento Realizado*: Se describen los pasos llevados a cabo durante la actividad práctica.
5. *Leyes y/o Principios*: Se mencionan las leyes y/o principios que rigen el comportamiento del sistema estudiado.
6. *Datos y Transformaciones*: Se recogen los datos obtenidos, si es necesario, tabulados. Pueden incluir representaciones de los mismos. También pueden recogerse los cálculos realizados.
7. *Teorías*: Se señalan la teoría o teorías implícitas o que explican el fenómeno estudiado.
8. *Conclusiones*: Recogen las afirmaciones de conocimiento (a lo que se llegó) y las afirmaciones de valor (para qué sirvió) de la experiencia. Deben dar respuesta a la pregunta central planteada.

Hay una versión más reducida que son los cuatro elementos fundamentales: pregunta central, selección del acontecimiento, marco teórico o conceptual y marco metodológico o práctico.

## 2.5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN INICIAL

En el Anexo 2 recogemos, como ejemplo, los resultados del análisis de una de las editoriales. Mantenemos en la descripción y análisis de resultados la diferenciación en Subhipótesis.

### 2.5.1. Resultados del Subproblema Principal SP0.1.

El *Subproblema Principal SP01* decía: *¿Qué estructura tienen los libros de texto para la enseñanza de “Dispositivos y máquinas mecánicas” del área de Conocimiento del Medio natural, social y cultural en la Educación Primaria?*

Para facilitar su respuesta, lo desdoblamos en dos subproblemas (SP01.1 y SP01.2). Hemos mantenido esta diferenciación en la descripción y discusión de los resultados del SP01.

#### SP01.1. ¿Cuáles son las características generales que definen los libros estudiados?

En la Tabla 2.12 hemos recogido los datos sobre la presencia de los contenidos de “*Dispositivos y máquinas mecánicas*” en los textos: número de unidades (o lecciones) y páginas que se ocupan de estos contenidos, y relación con el total de lecciones y páginas totales de cada editorial.

Editorial	Curso	Lecciones	Nº Unidades / Nº Total (%)	Nº Páginas / Nº Total (%)
EDIT1	4º	8	1 / 15 (7%)	12 / 205 (6%)
	5º	7 y 8	2 / 15 (13%)	26 / 208 (13%)
EDIT2	3º	6	1 / 15 (7%)	12 / 215 (6%)
	5º	7 (parcial)	-	7 / 240 (3%)
	6º	8	1 / 15 (7%)	14 / 240 (6%)
EDIT3	3º	12	1 / 15 (7%)	14 / 199 (7%)
	4º	14	1 / 15 (7%)	14 / 199 (7%)
	5º	7 (parcial)	-	1/199 (1%)
EDIT4	4º	9	1 / 15 (7%)	12 / 225 (5%)
	6º	14 (parcial)	-	9 / 283 (3%)

Tabla 2.12. Porcentajes de unidades y páginas de cada editorial

Observamos que no todas las editoriales dedicaban la misma extensión a los contenidos. Atendiendo al número total de lecciones (hemos excluido las que tienen sólo algunos epígrafes), todas tenían un peso porcentual muy similar, aunque destacaba por encima de todas EDIT1 en quinto curso.

Por otro lado, si atendemos al número total de páginas, la que le daban más importancia eran EDIT3 (en segundo ciclo) y EDIT1 (en tercer ciclo). Estos valores es un primer indicador de la heterogeneidad con la que eran tratados los contenidos en los libros de texto.

#### SP01.2. ¿Qué estructura tienen los libros de texto estudiados?

Como ya comentábamos en el apartado 2.3.2, hemos distinguido cuatro secciones en cada libro de texto y los hemos simbolizado como: de iniciación (I), de desarrollo (D), de aplicación (A) y de adquisición de competencias (C).

En la Tabla 2.13, además, hemos descrito la estructura de cada lección (se incluye, la denominación dada por los autores y, entre paréntesis, el número de actividades planteadas en cada epígrafe). En las dos últimas columnas se señalan el número total de actividades por lección y para el bloque respectivamente.

Editorial	Curso	Denominación de actividades por secciones (n° de actividades planteadas)	Act. Unidad	Act. Curso	
EDIT1	4°	I Para empezar (4 preguntas)	26 y 4 de ideas previas	26 y 4 de ideas previas	
		D Investigo (1 actividad) Actividades (8 actividades) Ahorremos energía (1 actividad)			
		A Aprende a aprender (1 actividad) Repasa lo que has aprendido (7 actividades) Lee y comprende (5 actividades)			
		C Pon a prueba tus competencias (3 actividades)			
	5°	I	Ponte en marcha (1 pregunta) Embárcate en la unidad (2 preguntas)	34 y 3 de ideas previas	69 y 6 de ideas previas
			D Máquinas seguras para trabajar (1 actividad) Actividades (13 actividades) Muy interesante (1 actividad) ¿Cómo funciona un engranaje? (1 actividad)		
			A Aprende a aprender (1 actividad) Repasa lo que has aprendido (10 actividades)		
			C Pon a prueba tus competencias (4 actividades) Para leer... (3 actividades)		
		D	I Ponte en marcha (1 pregunta) Embárcate en la unidad (2 preguntas)	35 y 3 de ideas previas	
			D Integración: avance para discapacitados (1 actividad) Actividades (17 actividades) Muy interesante (1 actividad) Buscamos información a través de Internet (1 actividad)		
			A Aprende a aprender (1 actividad) Repasa lo que has aprendido (8 actividades)		
			C Pon a prueba tus competencias (3 actividades) Para leer... (3 actividades)		
	EDIT2	3°	I Introducción (3 preguntas) Recuerda lo que sabes (3 preguntas)	20 y 6 de ideas previas	20 y 6 de ideas previas
			D Cuestiones (6 actividades)		
A Actividades (11 actividades → Actividades (8), Comprende y aplica (1), Aprende a hacer (1), Repasa(1)) Soy capaz de... (1 actividad) El mundo que queremos (2 actividades)					
5° parcial		I Introducción (3 preguntas) Recuerda lo que sabes (1 pregunta)	10 y 4 de ideas previas	10 y 4 de ideas previas	
		D Cuestiones (2 actividades)			
		A Actividades (5 actividades → Comprende (1), Aplica (1), Aprende a hacer (3)) Repasa (1 actividad) Eres capaz de... (2 actividades)			
6°		I Introducción (4 preguntas) Recuerda lo que sabes (3 preguntas)	25 y 7 de ideas previas	25 y 7 de ideas previas	
		D Cuestiones (9 actividades) El mundo que queremos (1 actividad)			
		A Actividades (10 actividades → Comprende (5), Razona (1), Aplica (1), Opina (1), Aprende a hacer (2)) Repasa (2 actividades) Eres capaz de... (3 actividades)			

Tabla 2.13. Secciones de las lecciones y número de actividades de cada una (continúa)

Editorial	Curso	Denominación de actividades por secciones (n° de actividades planteadas)		Act. Unidad	Act. Curso
EDIT 3	3°	I	Hablamos del texto (3 preguntas) Nos hacemos preguntas (3 preguntas)	20 y 6 de ideas previas	20 y 6 de ideas previas
		D	Descubro máquinas y otros utensilios del hogar (6 activ.) Aplico lo que he aprendido (3 actividades)		
		A	Repaso de la unidad (11 actividades) → Resumo (1), Recuerdo conceptos (4), Aplico lo que he aprendido (3), Busco información (1), Observo y relaciono (2) Y doy un paso más (1 actividad)		
		C	Mis competencias (ninguna actividad del tema)		
	4°	I	Hablamos del texto (3 preguntas) Nos hacemos preguntas (3 preguntas)	31 y 6 de ideas previas	31 y 6 de ideas previas
		D	Refuerzo lo aprendido (3 actividades) Un pequeño reto (1 actividad) Estudio de una máquina compleja: la bicicleta (2 actividades) Descubro cómo funciona un motor (3 actividades) Conozco algunas aplicaciones del robot (4 actividades) Conozco alguna de las máquinas más importantes de la historia (4 actividades)		
		A	Refuerzo (10 actividades) → Resumo (1), Recuerdo conceptos (5), Aplico lo que he aprendido (3), Observo y relaciono (2) Y doy un paso más... (1 actividad)		
		C	Mis competencias (Aprendo a aprender (4 actividades))		
	5° parcial	D	Refuerzo lo aprendido (3 actividades) Observo y razono (1 actividad)	5	5
		C	Mis competencias (Conozco la ciencia (1 actividad))		
EDIT4	4°	I	Introducción (2 preguntas)	22 y 2 de ideas previas	22 y 2 de ideas previas
		D	Para observar (2 actividades) Para contestar (13 actividades)		
		A	Aprende a... (1 actividad)		
		C	Practica competencias básicas (6 actividades)		
	6° parcial	I	Introducción (1 pregunta)	14 y 1 de ideas previas	14 y 1 de ideas previas
		D	Para contestar (9 actividades) Para observar (1 actividad) Para pensar (1 actividad)		
		A	Aprende a... (ninguna actividad del tema)		
		C	Practica competencias básicas (3 actividades)		

Tabla 2.13 (continuación). Secciones de las lecciones y número de actividades de cada una

A la vista de los resultados de la tabla, y teniendo en cuenta la parcialidad de algunos temas en dos de las editoriales, podemos decir:

a) En cuanto a la sección de iniciación se encuentra en todos los textos y tienen formatos similares. Consta de un breve texto introductorio acompañado de unas cuestiones (entre 2 y 7 normalmente), cuya finalidad es motivar al alumnado para el estudio del tema. Además, en EDIT1, EDIT2 y EDIT3, los apartados “Para empezar”, “Ponte en marcha”, “Embárcate en la unidad”, “Recuerda lo que sabes” y “Nos hacemos preguntas” pueden utilizarse para conocer o explicitar sus ideas previas, así como las preguntas introductorias de EDIT4 que no tienen epígrafe. Por último, añadir que una de las editoriales (EDIT2) incorpora un resumen inicial en el epígrafe “Recuerda lo que sabes” y otro epígrafe denominado “Vas a aprender” que coincide en parte con el índice de contenidos de la lección.

b) En cuanto a la sección de desarrollo es la parte más importante de las lecciones en todas las editoriales. Aunque se presente con diferentes formatos, todos tienen un texto (lo hemos llamado texto

principal), acompañado de fotos, dibujos, esquemas, ilustraciones, representaciones... que tratan de facilitar la comprensión, aunque a veces parece que sólo se incluyen por motivos estéticos. El objetivo de esta parte de la lección es informar al alumnado de los contenidos principales del tema.

Ninguna de las editoriales estudiadas incluye actividades y ejercicios resueltos, aunque esto es más típico de lecciones con actividades de tipo cuantitativo, que no es el caso. Sin embargo, donde se producen mayores diferencias estructurales, es en las actividades, como veremos. Desde nuestra limitada experiencia, pensamos que, cuando se introduce una información, el alumnado debe utilizarla de forma inmediata para comprenderla, verle utilidad, valorar su potencial explicativo... En ese sentido, valoramos más positivamente que se incluyan en el texto principal que no se haga. Vamos a comentar brevemente cómo se recoge este aspecto en las diferentes editoriales.

En EDIT1, las actividades de desarrollo se sitúan al final de la página en la que aparecen, ocupando todo el ancho. La mayoría de ellas se plantean bajo el título de “Actividades”, aunque también se suelen añadir del orden de dos a tres actividades por lección bajo otros epígrafes -“Investigo”, “Muy interesante”, “Buscamos información...”, etc- que sirven para ampliar algunos conceptos interesantes.

En EDIT2, los ejercicios se sitúan de manera similar a EDIT1, sólo que en este caso bajo el epígrafe “Cuestiones”. En tercer ciclo, aunque en quinto curso no se refleje en la tabla anterior pues el análisis de los contenidos de la lección ha sido parcial, se añade una actividad adicional en cada curso bajo el epígrafe “El mundo que queremos”, en la que se pretende que el alumno elabore un texto con contenido y conciencia social para trabajar aspectos actitudinales.

En EDIT3, las actividades se disponen en dos sitios principalmente, en el margen superior (en 2º ciclo) o inferior (3er.ciclo) derecho o dentro de cuadros con contenido textual e imágenes. Las primeras son pocas, entre tres y cuatro por lección, suelen disponerse bajo el epígrafe “Aplico lo que he aprendido”, “Refuerzo lo aprendido” u “Observo y razono” y sirven para aplicar o recordar lo que se ha visto en el texto principal. Las otras son más numerosas y interesantes pues, a partir de un texto y unas imágenes se plantean unas cuestiones. Además, se incluyen pequeños recuadros -sin actividades- con pequeñas aclaraciones e instancias a búsquedas fuera del texto para ampliar ciertos conceptos.

En EDIT4, las actividades de desarrollo se sitúan al final de la página en la que aparecen, ocupando todo el ancho o sólo el margen derecho, y bajo epígrafes como “Para contestar”, “Para observar” y “Para pensar”. Además, se incluyen apartados sin actividades como “Para saber más”, para ampliar el significado de algunos conceptos o definir otros, o “Internauta” (en 4º curso), para buscarlos en internet.

La tónica común en las cuatro editoriales estudiadas, es que las actividades propuestas en el apartado de desarrollo son cerradas, individuales y de aplicación directa de ejercicios. El número de las planteadas oscila, en las lecciones completas, entre las 6 de EDIT2 (en 3º) y las 20 de EDIT1 (en 5º).

c) En cuanto a la sección de aplicación se refiere a las actividades o información que se plantean tras el desarrollo del texto principal. En casi todos los casos estudiados, se presentan al final de la lección, juntas y sin incorporar ejercicios resueltos ni experiencias. Sólo EDIT2, en tercer curso, presenta estas actividades entre el texto principal. La finalidad de las mismas es que el alumnado aplique o ponga en práctica lo que ha aprendido en la lección. Vamos a comentar brevemente cómo se recoge este aspecto en las diferentes editoriales.

Todas las editoriales, salvo EDIT4, incluyen en esta sección alguna actividad en la que hay que completar un mapa conceptual, un esquema o un resumen de la lección, pensamos que la única

finalidad es como recordatorio para el alumno. No obstante, en EDIT4 aparece un mapa conceptual completo previo a esta sección.

En EDIT1, el apartado “Aprende a aprender” precede a la sección principal denominada “Repasa lo que has aprendido”, que es donde se encuentra el grueso de las actividades de aplicación. Respecto al primero de los epígrafes, suele presentar en 2º ciclo un mapa conceptual y luego un resumen para completar, o en orden inverso para tercer ciclo. Por otra parte, cabe destacar que en 2º ciclo se incluye un apartado “Lee y comprende”, en el que se incluye un texto con unas cuestiones, mientras que en 3er. ciclo este epígrafe (con denominación “Para leer...”) se incluye en la sección de competencias.

En EDIT2, la sección se llama “Actividades”, que se desglosa en distintos apartados como “Comprende”, “Razona”, “Aplica”, “Opina” y “Aprende a hacer”, donde se plantean las actividades de aplicación propiamente dichas; en el último de ellos se incluye una actividad grupal con diferentes cuestiones en las que se insta a la construcción de un aparato sencillo. Hay otra que se llama “Repasa” que incluye “Eres capaz de...”, las actividades más cercanas al planteamiento de problemas.

En EDIT3, la sección de aplicación se denomina “Repaso la unidad” e incluye distintos apartados: “Resumo”, donde aparece un esquema-resumen de la lección con una actividad de completar frases; “Refuerzo”, donde se encuentra el núcleo de las actividades de aplicación con distintos epígrafes para relacionar conceptos y aplicar lo aprendido; y “Doy un paso más”, donde se incluye una actividad donde hay que realizar una pequeña investigación o buscar información fuera del libro.

En EDIT4, la denominación de la sección es “Aprende a...” y consta de una sola actividad grupal que consiste en la realización de algún tipo de montaje o construcción sencilla junto a unas cuestiones.

Al igual que ocurre con las actividades de desarrollo, la mayoría de las de aplicación son también cerradas, individuales (sólo cuando implica la construcción de un aparato son grupales) y de aplicación directa. Exceptuando a EDIT4, cuyo tratamiento es completamente distinto del resto, el número de actividades de cada lección completa de las otras tres editoriales suele oscilar entre las 9 de EDIT1 (en quinto curso) y las 13 de EDIT1 (en cuarto curso).

d) En cuanto a la sección de adquisición de competencias, se refiere a las actividades que los autores plantean para trabajar y evaluar las competencias.

Tres editoriales (excepto EDIT2) incluyen este apartado con diferentes denominaciones “Pon a prueba tus competencias”, “Mis competencias” y “Practica competencias básicas”. Sin embargo, consideramos que en algún caso se han llegado a confundir con las actividades de aplicación, ya que la finalidad se asemeja mucho más a éstas que a las de trabajar competencias, como sí se hace en otras editoriales.

### **Conclusiones al Subproblema Principal SP01**

En primer lugar, hemos de decir que, en las cuatro editoriales, los contenidos de “Dispositivos y máquinas mecánicas” estaban presentes en el 2º y 3er. ciclos de Educación Primaria (en EDIT3 de forma asimétrica). Aunque porcentualmente respecto al total de la obra era equilibrada, la presencia era algo más elevada en EDIT1 y se desarrollaba en tres de los cuatro cursos en EDIT2 y EDIT3.

En su estructura básica, la mayor parte de las editoriales presentaban los contenidos en las cuatro secciones estudiadas: iniciación, desarrollo, aplicación y competencia. No obstante, había diferencias importantes en la denominación de los apartados, la ubicación en el texto, el número de actividades propuestas, la “aparente” finalidad de algunas de ellas...

Las actividades propuestas para iniciación simultaneaban dos finalidades: conocer las ideas previas del alumnado y motivarles hacia el tema. Las de desarrollo y las de aplicación eran mayoritariamente cerradas, individuales y de aplicación directa de ejercicios; hay que destacar la heterogeneidad de nombres que recibían en cada editorial. Las de competencia, semejantes a las de aplicación, parecían encaminadas a “barnizar” una serie de actividades con un “término de moda”; pensamos que la adquisición de competencias es algo más trasversal e integrado.

En definitiva, el tema era recogido en las editoriales estudiadas. Se presentaba con una estructura semejante pero con epígrafes de finalidades distintas. Y se detectaban algunas innovaciones pero no muchas: búsqueda de información en internet, propuesta de actividades grupales, elaboración de mapas conceptuales, pequeñas investigaciones autónomas...

## 2.5.2. Resultados del Subproblema Principal SP0.2.

El Subproblema Principal SP02 decía: *¿Qué contenidos se contemplan en las unidades sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros de texto seleccionados?*

Hemos identificado y analizado los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, dando lugar a tres subproblemas. Mantenemos la diferenciación en la descripción de los resultados.

### SP02.1. ¿Qué contenidos conceptuales aparecen en los textos seleccionados?

Se identificaron los contenidos conceptuales de cada libro. Luego se agruparon en torno a los siguientes ámbitos en relación con las “Máquinas y aparatos”. En la Tabla 2.14 se recogen los conceptos de carácter general sobre el tema.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
Máquinas	X	X	X	X
Máquinas simples	X	X	X	X
Máquinas compuestas (o complejas en EDIT3 y 6º de EDIT2)	X	X	X	X
Máquinas mecánicas	X	X		
Máquinas eléctricas	X		X	
Máquinas electrónicas	X			
Máquinas mixtas	X			
Máquinas automáticas		X	X	
Máquinas térmicas		X		
Herramientas			X	X
Herramientas manuales			X	X
Herramientas con motor o mecánicas			X	X
Utensilios			X	
Instrumentos			X	X
Aparatos	X	X		
Inventos	X	X	X	X
Inventores / investigadores	X	X		X
Avances técnicos	X	X		

Tabla 2.14. Identificación contenidos conceptuales principales

Hay cuatro conceptos que son recogidos en todas las editoriales: máquinas, máquinas simples, máquinas compuestas (o complejas) e inventos. Todas trabajan 10 u 11 contenidos diferentes.

En la Tabla 2.15 se recogen conceptos relacionados con los dispositivos, las máquinas simples (palanca, rampa, polea, rueda, engranajes y otras) y sus elementos.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
<b>Dispositivos</b>				
Rueda	X	X	X	X
Eje	X	X	X	X
Muelle		X	X	
Componentes circuitos	X	X		
<b>Palanca</b>				
Palanca	X	X	X	X
Fuerza ( <i>¿Potencia en 6º de EDIT4?</i> )	X	X		X
Resistencia ( <i>o carga en EDIT4</i> )	X			X
Barra rígida o brazo	X	X	X	X
Punto de apoyo	X	X	X	X
Palanca de primer género	X	X		X
Palanca de segundo género	X	X		X
Palanca de tercer género	X	X		X
<b>Rampa</b>				
Plano inclinado o rampa	X	X	X	X
Fuerza	X	X	X	X
Resistencia ( <i>o carga en EDIT3 y EDIT4</i> )	X		X	X
Inclinación o ángulo	X	X		X
Longitud	X	X		
Altura	X			
<b>Polea</b>				
Polea	X	X	X	X
Fuerza	X	X		X
Resistencia ( <i>o carga en EDIT3 y EDIT4</i> )	X		X	X
Rueda móvil	X	X	X	X
Cuerda	X	X	X	X
Cubo (o parte central de la polea)	X			
Garganta o canal	X	X	X	X
Cuerpo (une cubo con garganta)	X			
<b>Engranajes</b>				
Engranajes	X	X	X	X
Engranajes ruedas dentadas	X	X		X
Engranajes ruedas dentada y cadena	X	X		
<b>Otras máquinas simples</b>				
Rodillo	X			
Torno	X		X	X
Tornillo	X	X	X	
Manivela	X	X		

Tabla 2.15. Identificación contenidos conceptuales relacionados con máquinas simples

En cuanto a los dispositivos, todos mencionan la rueda y el eje. En relación con las máquinas simples, los señalados por las cuatro editoriales son: palanca, barra rígida y punto de apoyo; rampa y fuerza; polea, rueda, cuerda y garganta; y los engranajes. Sorprende el caso de EDIT3: no mencionan la fuerza ni la resistencia en la palanca pero lo hacen en la rampa o en las poleas; no incluye la inclinación en la rampa....

En general, se incide más en las características de cada una de las máquinas simples, que en la descripción detallada de los elementos y, mucho menos, en las relaciones entre los mismos y la formulación de sus leyes con sus aproximaciones. Por otro lado, en algunos libros, se deslizan errores conceptuales: así se usa potencia en lugar de fuerza y carga en lugar de resistencia.



Existen diferencias entre las editoriales en cuanto al número de conceptos: el que más utiliza es el EDIT1 y el que menos el EDIT3.

En la Tabla 2.16, las máquinas relacionadas con las palancas.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
Tijeras	X	X		X
Abrebotellas	X			
Cuchillo	X		X	
Carretilla	X	X	X	X
Alicates	X	X	X	X
Pinzas (hielo, ropa, depilar,...)	X			
Llave Allen	X			
Caña de pescar	X			
Arado		X		
Sacacorchos		X	X	
Fregona		X		
Llave inglesa		X	X	X
Cascañueces			X	X
Azada			X	
Rastrillo			X	
Abrelatas			X	
Cizalla		X		
Remo		X		
Pala		X		X
Guadaña			X	
Tenazas				X

Tabla 2.16. Identificación contenidos conceptuales relacionados con ejemplos de palanca

Hay dos ejemplos compartidos por todas las editoriales: los alicates y la carretilla; este último es discutible ya que se podría considerar una máquina compuesta (por una palanca y una rueda).

Existe un equilibrio entre el número de ejemplos entre las editoriales; hay dos que incluyen 8 (EDIT1 y EDIT4) y las otras dos algunas más (EDIT2 y EDIT3).

En la Tabla 2.17 se recogen las herramientas que se recogen en los libros de texto.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
Brocha				X
Destornillador		X	X	X
Limadora				X
Taladradora		X	X	X
Martillo		X	X	X
Hacha			X	X
Hoz				X
Sierra o serrucho		X		X
Horca			X	
Espátula			X	
Mazo			X	
Cúter		X		

Tabla 2.17. Identificación contenidos conceptuales relacionados con herramientas

No hay ninguna herramienta que hayan recogido todas las editoriales (sobre todo, debido a que EDIT1 no señala ninguna). Hay muchas que podrían incluirse entre los aparatos eléctricos pero nos referimos a la versión mecánica.

EDIT4 y EDIT3 son las que recogen un mayor número de herramientas; mientras EDIT1, como hemos indicado, no ha señalado ninguna.

En la Tabla 2.18 se recogen aparatos y máquinas compuestas. Hemos diferenciado los eléctricos, los audiovisuales o de comunicación, los dedicados al transporte, los de la agricultura o de la huerta, los de la construcción, los ópticos o de observación, los de medición, los de producción de energía, los médicos y otros.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
<b>Aparatos eléctricos</b>				
Aparatos eléctricos	X			
Electrodomésticos	X		X	X
Microondas	X	X		
Lavadora	X	X	X	X
Televisor	X	X	X	X
Aspiradora	X	X	X	
Secador	X	X		X
Generador	X		X	X
Bastón de ultrasonidos	X			
Batidora		X	X	X
Aparato de aire acondicionado		X	X	
Frigorífico		X		X
Estufa o calefactor		X	X	
Ventilador		X	X	
Motor		X	X	X
Consola videojuegos o videoconsola		X	X	
Linterna		X		
Circuitos eléctricos		X		
Robot		X	X	
Pilas o baterías		X		X
Exprimidor eléctrico			X	
Lavavajillas			X	
Dinamo				X
Humidificador			X	
Lijadora				X
Plancha				X
Máquina de coser				X
Cortafiambres				X
Sierra eléctrica				X
<b>Aparatos audiovisuales-comunicación</b>				
Aparatos audiovisuales-comunicación	X	X	X	X
Teléfono	X	X	X	X
Teléfono móvil	X	X	X	X
Radio	X	X	X	
Satélites de telecomunicaciones	X			
Ordenador	X	X	X	X
Fax	X	X		
Videocámara	X			
Equipo de sonido o de música		X	X	
Reproductor de CD o mp3		X		
Receptor GPS		X		

Tabla 2.18. Identificación contenidos conceptuales relacionados con máquinas compuestas (continúa)

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
<b>Medios de transporte o vehículos</b>				
Medios de transporte o vehículos	X		X	X
Bicicleta	X	X	X	X
Monociclo	X			
Coche o automóvil	X	X	X	X
Motocicleta	X		X	X
Avión	X	X	X	X
Tranvía	X			
Tren	X	X	X	X
Barco	X	X	X	
Carro	X			X
Autobús		X		X
Tractor		X	X	X
Helicóptero		X	X	
Trasbordador o nave espacial		X	X	
Submarino		X		
Patines o monopatín		X		
Camión			X	X
Furgoneta			X	
<b>Aparatos de la huerta</b>				
Cosechadora		X		
Esquiladora			X	
Ordeñadora			X	
Dispensador de pienso			X	
Cabrestante motorizado			X	
Cortadora			X	
Prensa			X	
Envasadora			X	
Segadora				X
<b>Aparatos de la construcción</b>				
Grúa	X	X	X	X
Polipastos	X			
Excavadora		X		
Hormigonera			X	
Cabrestante motorizado			X	
Perforadora			X	
Persiana				X
Carretilla elevadora				X
Telares				X
<b>Aparatos ópticos o de observación</b>				
Aparatos ópticos	X			X
Microscopio	X		X	X
Telescopio	X		X	X
Gafas	X			
Lupa	X			
Cámara de fotos	X	X		X
Proyector				X
<b>Aparatos de medición</b>				
Aparatos de medición				X
Reloj	X		X	X
Termómetro	X			
Calculadora		X		X
Sismógrafo			X	
Balanza				X
Caja registradora				X
Barómetro				X

Tabla 2.18 (continuación). Identificación contenidos conceptuales relacionados con máquinas compuestas (continúa)

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
<b>Aparatos para producir energía</b>				
Placas solares	X			
Molinos de viento	X	X		
Caja de cambios		X		
Central eléctrica				X
<b>Instrumentos médicos</b>				
Instrumentos médicos	X		X	
Jeringuilla	X			
Ecógrafo		X	X	
Escáner		X	X	
<b>Otros aparatos</b>				
Silla anfibia	X			
Silla de ruedas	X			
Grapadora		X		
Cremallera		X		

Tabla 2.18 (continuación). Identificación contenidos conceptuales relacionados con máquinas compuestas

Los aparatos o máquinas compuestas mencionados por todos son: la lavadora, el televisor, la bicicleta, el coche, el avión, el tren, el teléfono, el móvil y el ordenador.

El número de conceptos señalados por cada editorial es bastante similar y oscila entre 42 y 49. No obstante, tienen perfiles diferentes. Así, en relación con los aparatos eléctricos, EDIT3 es la que más señala. En los audiovisuales los que más incorporan son EDIT1 y EDIT2. En los de transporte y la huerta es EDIT3. En los de observación, el EDIT1. En los de medición, el EDIT4... En los demás van variando, según el estilo de la editorial.

En la Tabla 2.19, se recogen los conceptos relacionados con la bicicleta.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
Rueda	X		X	X
Frenos	X		X	X
Pedales	X		X	X
Cadena	X			X
Elementos de transmisión	X	X		
Manillar	X		X	
Plato	X	X	X	X
Piñón	X	X	X	X
Zapatitas o pastilla de goma	X		X	X
Maneta de freno	X			X
Cable de freno				X
Horquilla o mordaza			X	X
Bielas			X	

Tabla 2.19. Identificación contenidos conceptuales relacionados con la bicicleta, ejemplo de máquina compuesta

Hay dos conceptos compartidos por todos los libros: plato y piñón. La bicicleta es una máquina compuesta a la que se presta atención por las editoriales, probablemente por su proximidad a la vida del alumnado.

Existe un cierto equilibrio en el número de conceptos que contemplan tres de las editoriales, excepto en el EDIT2 que se reduce bastante.

En la Tabla 2.20, se recogen los conceptos relacionados con los inventos y los avances.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
Imprenta	X	X	X	
Vacunas	X	X		
Anestesia	X	X		
Máquina de vapor	X		X	
Bombilla eléctrica	X	X		X
Cine	X	X	X	
Medicina o sanidad	X	X	X	
Medicamentos	X			
Microcirugía	X			
Informática	X	X	X	
Transporte	X	X	X	X
Comunicación	X	X	X	
Internet	X	X	X	
Fotografía	X		X	
Industria	X			
Electricidad	X		X	
Potabilización	X			
Radiografía	X	X		
Ecografía	X			
Endoscopia	X			
Resonancia magnética	X		X	
Música	X			
Video	X			
Aplicaciones de los ordenadores	X			
Redes informáticas	X			
Airbag	X			
Tarjeta de memoria		X		
Sensores		X		
Tecnología			X	
Fonógrafo				X
Micrófono				X

Tabla 2.20. Identificación contenidos conceptuales relacionados con avances técnicos

Sólo hay uno señalado por todos: el transporte. Como puede verse, hay alusiones a grandes campos del conocimiento: la Medicina, la Tecnología, la Informática, la Comunicación, el Ocio y Tiempo Libre...

La editorial con un número mayor de conceptos es la EDIT1 y la que menos la EDIT4.

En la Tabla 2.21, se recogen los conceptos que sirven para el estudio de las máquinas y aparatos.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
Fuerzas	X		X	
Fuerzas contacto (movimiento, deformación)	X		X	
Fuerzas a distancia (gravedad)	X		X	
Energía	X	X	X	
Energía humana	X	X	X	
Energía animal	X		X	
Fuentes de energía	X			
Energía eléctrica	X	X	X	
Energía eólica	X	X	X	
Energía solar	X			
Combustibles	X	X	X	
Energía luminosa		X		

Tabla 2.21. Identificación contenidos conceptuales relacionados con fuerzas y energía

Hay conceptos de tipo dinámico y energético. Las editoriales que más contemplan son EDIT1 y EDIT3; la EDIT4 no alude a ninguno. En ningún caso, los autores parecen priorizar las leyes de las máquinas.

Por otro lado, la presencia de la energía puede desvirtuar el sentido de nuestra revisión, aunque estén en las lecciones. No nos vamos a ocupar de los tipos de energía ni de las transformaciones.

En la Tabla 2.22, se recogen los conceptos que sirven para el estudio de las normas de seguridad.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
Normas de seguridad	X	X		
Medidas de prevención	X	X		

Tabla 2.22. Identificación contenidos conceptuales relacionados con normas de seguridad

Sólo una editorial (EDIT2) incide en las normas de seguridad y de prevención. Resulta sorprendente que no se hayan incluido en los contenidos de las otras. No olvidemos que el Área del Conocimiento del Medio tiene, entre sus finalidades, contribuir la formación básica de un ciudadano y estos conocimientos parecen cumplir esta intención.

Globalmente hemos de decir que existe una gran heterogeneidad en la selección de los contenidos conceptuales. Mientras hay textos que ignoran algunos, otros “pasan de puntillas” por esos mismos conocimientos y los demás los abordan en profundidad. Desde luego, cada editorial ha entendido el currículum de forma diferente.

Si nos centramos en la “cantidad de conceptos” y el número de lecciones de cada editorial, observamos que, en general, existe una cierta descompensación entre las cuatro editoriales. Globalmente, las “lecciones más cargadas” de conocimiento son las de EDIT3 y EDIT4 (con una media cercana a 60 conceptos diferentes) y las que menos EDIT1 y EDIT2 (con media por debajo de 50 cada uno); podríamos pensar que son muchos para corresponder sólo a parte de uno de los bloques de la asignatura pero, teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos están relacionados con ejemplos de máquinas y aparatos de la vida cotidiana, el número puede resultar un poco engañoso.

Mención especial habría que hacer a la terminología empleada. Así, en relación con el concepto de fuerza aplicada sobre una máquina simple, en EDIT4 se sustituye por potencia; el de resistencia por carga... En definitiva, creemos que se cuida poco el lenguaje, en la misma línea de lo denunciado en los trabajos de García (2008) y Pro, Sánchez y Valcárcel (2008).

### **SP02.2. ¿Qué contenidos procedimentales aparecen en los textos seleccionados? ¿Resultan coherentes en la estructura de los mismos?**

Como han señalado otros autores -por ejemplo, Pro (2003)- los contenidos procedimentales no se aprenden por casualidad ni colateralmente, sino que requieren intervenciones intencionadas, al igual que los conceptos, para aprenderlos. Estas se realizan mediante las actividades, unas veces resueltas y otras propuestas para que el alumnado las realice.

En nuestro caso, para estudiar la presencia de los procedimientos en cada texto, hemos analizado las actividades, manteniendo la diferenciación entre las de iniciación, de desarrollo, de aplicación y de competencia, e identificando sus procedimientos implícitos; un ejemplo de uno de los libros se recoge en el Anexo 2.

Luego desechamos las de iniciación porque su finalidad es diferente y su número, cuando las había, era muy reducido. También juntamos las de aplicación y las de adquisición de competencias porque,

como vimos en el SP01, hay editoriales que no utilizan unidades completas para trabajar los contenidos analizados, lo hacen parcialmente, y esto afecta en algunos casos a estas actividades. Fruto de todo ello, hemos elaborado las tablas de cada una de las editoriales.

Se ha contado el número de veces que aparece cada procedimiento (frecuencia), en las actividades de cada sección de las lecciones. Es decir, conocemos el número de veces que se ha utilizado cada procedimiento en cada editorial y el número total de actividades en las que puede aparecer. Dado que existen diferencias en el número de actividades de las editoriales (como vimos en el SP01), parece más representativo el valor de la presencia porcentual (es decir, el número de actividades que contiene un procedimiento dividido por el número total de actividades planteadas). Además, este valor nos permite el contraste entre las editoriales.

Siguiendo los criterios usados por Pro, Sánchez y Valcárcel (2008), no nos interesa el “valor exacto”, siempre sujeto al error en la categorización por parte del investigador. Por eso, hemos usado intervalos de presencia: “--” cuando su presencia es menor del 10%; “x” cuando está entre el 10% y el 20% de las actividades; “xx” cuando aparece entre el 21% y el 40%; y “xxx” en más del 40%.

**a) en las actividades de desarrollo**

En la Tabla 2.23 se sintetiza la presencia porcentual de los procedimientos en las actividades de desarrollo; las diferenciamos en destrezas técnicas, básicas, de investigación y de comunicación. Se incluye el porcentaje de actividades sin procedimientos y el número total de actividades de desarrollo.

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDADES DE DESARROLLO			
	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
<b>Destrezas técnicas</b>				
Realización de montajes				
Construcción de aparatos				
<b>Destrezas básicas</b>				
Observación		x	x	x
Medición				
Clasificación y seriación	--	xx	--	
Tabulación o representación gráfica	--			--
<b>Destrezas de investigación</b>				
Identificación de problemas	--		--	
Identificación de elementos	--	x	x	xx
Realización de predicciones	--			
Análisis e interpretación de datos				
Análisis e interpretación de situaciones	xx	xxx	xxx	x
Uso de modelos interpretativos				
Establecimiento de conclusiones				
<b>Destrezas de comunicación</b>				
Representación simbólica	--			
Identificación de ideas en material escrito	--		--	
Búsqueda de información	--			--
Elaboración de informes o materiales				
<b>SIN PROCEDIMIENTOS (%)</b>	<b>63%</b>	<b>33%</b>	<b>23%</b>	<b>58%</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>46</b>	<b>18</b>	<b>31</b>	<b>26</b>

Tabla 2.23. Contenidos procedimentales en las actividades de desarrollo

Las destrezas básicas predominantes son la “observación” y la “clasificación y seriación”; entre las destrezas de investigación, el “análisis e interpretación de situaciones” y la “identificación de elementos” (además, ambos son los procedimientos con mayor presencia en los textos analizados). Se echan en

falta las destrezas técnicas y las destrezas de comunicación que, aunque aparecen, lo hacen de forma dispersa en algunas editoriales. La ausencia de “Medición” resulta injustificable.

Las editoriales comparten la presencia importante de “análisis e interpretación de situaciones”. También están presentes la “identificación de elementos” y la “observación” (excepto EDIT1). Para EDIT1 los procedimientos predominantes son “análisis e interpretación de situaciones”. Para EDIT2, “análisis e interpretación de situaciones” y “clasificación y seriación”. Para EDIT3, “análisis e interpretación de situaciones”. Y para EDIT4, “identificación de elementos”.

No obstante, las editoriales presentan también diferencias entre sí. Así, los procedimientos que recogen las actividades de EDIT1 son los más variados. Por el contrario EDIT2 sólo aborda el aprendizaje de cuatro procedimientos. Aunque EDIT3 y EDIT4 coinciden en los tres con mayor presencia, luego tiene algunas diferencias, unas veces a favor de la primera y otras de la segunda.

El porcentaje de actividades “sin procedimientos” es altísimo en general, resultando escandaloso en dos editoriales (EDIT1 y EDIT4) y muy alto en las otras. Esto pone de manifiesto la gran cantidad de actividades que parece que sólo pretenden reiterar las ideas expresadas en el texto principal.

**b) en las actividades de aplicación-competencia**

En la Tabla 2.24 se ha recogido una síntesis de la presencia porcentual de los procedimientos en las actividades de aplicación y adquisición de competencias; hemos mantenido los criterios de la anterior. Se incluye también el porcentaje de actividades sin procedimientos y el número total de actividades.

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDADES DE APLICACIÓN/ COMPETENCIA			
	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
<b>Destrezas técnicas</b>				
Realización de montajes	--	X	--	X
Construcción de aparatos		--	--	X
<b>Destrezas básicas</b>				
Observación	--	XX	XX	XXX
Medición			--	
Clasificación y seriación	--	--	X	
Tabulación o representación gráfica		--	--	X
<b>Destrezas de investigación</b>				
Identificación de problemas	--	X	--	
Identificación de elementos	XX	X	X	XX
Realización de predicciones		--		X
Análisis e interpretación de datos	--		--	
Análisis e interpretación de situaciones	X	XXX	XXX	XXX
Uso de modelos interpretativos	--			
Establecimiento de conclusiones	--	X	X	
<b>Destrezas de comunicación</b>				
Representación simbólica	X	--	--	X
Identificación de ideas en material escrito	X		--	
Búsqueda de información	--	--	X	
Elaboración de informes o materiales	--	--		
<b>SIN PROCEDIMIENTOS (%)</b>	<b>16%</b>	<b>14%</b>	<b>19%</b>	<b>10%</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES APLICACIÓN/EVALUACIÓN</b>	<b>49</b>	<b>37</b>	<b>27</b>	<b>10</b>

Tabla 2.24. Contenidos procedimentales en las actividades de aplicación y competencia



La destreza técnica predominante es la “realización de montajes”; entre las básicas, la más destacada es la “observación”; entre las destrezas de investigación, el “análisis e interpretación de situaciones” y la “identificación de elementos” (ambos de nuevo son los procedimientos que globalmente tienen una mayor presencia); y entre las destrezas comunicativas, la “representación simbólica”. Se echan en falta la identificación de problemas, análisis e interpretación de datos, la realización de predicciones y la elaboración de informes en todas las editoriales pero, sobre todo, la medición.

En relación con las editoriales, comparten la presencia significativa de “análisis e interpretación de situaciones” y la “identificación de elementos”. También están presentes la “observación” y la “representación simbólica”.

Para EDIT1 los procedimientos predominantes son “identificación de elementos”. Para EDIT2 y EDIT3, “análisis e interpretación de situaciones” y “observación”. Y para EDIT4, “análisis e interpretación de situaciones”, “observación” e “identificación de elementos”.

No obstante, presentan también diferencias, aunque diferentes de las actividades de desarrollo. Así, EDIT 2 es ahora la que tiene mayor variedad. EDIT1 sigue teniendo variados, aunque las demás editoriales también han aumentado. En EDIT2, EDIT3 y EDIT4 comparten tres procedimientos pero luego EDIT2 y EDIT4 se diferencian en las destrezas de investigación y en las comunicativas; EDIT2 y EDIT3 en las destrezas técnicas y de investigación; y la EDIT3 y EDIT4 en las destrezas técnicas y en las comunicativas.

El porcentaje de actividades sin procedimientos es grande en una editorial (EDIT3) y cuestionable en las otras tres. Pensamos que el motivo radica en que muchas actividades de aplicación-competencia no están dispuestas para utilizar los conocimientos, sino para localizarlos en la sección de desarrollo.

c) **en cuanto a la coherencia** entre las actividades de desarrollo y las de aplicación-competencia

Por otro lado, para estudiar la coherencia en la estructura de los textos, hemos contrastado la presencia porcentual de los procedimientos en las actividades de desarrollo con la que tenían en las actividades de aplicación y de adquisición de competencias.

Pensamos que una forma de hacerla visible es que exista un cierto grado de coincidencia entre los procedimientos que se enseñan (actividades de desarrollo) y los que se aplican (las demás). En este sentido, se podría admitir que hay coincidencias en la “observación”, la “identificación de elementos” y el “análisis e interpretación de situaciones”. En los demás procedimientos, no parece tan claro.

Pero, además, otro elemento de coherencia sería que todos los procedimientos que están en las actividades de aplicación-evaluación hubieran sido enseñados previamente en las de desarrollo (aunque fuera con una presencia porcentual diferente). Pues bien, en muchos casos, no se cumple este requisito: en EDIT1 con “realización de montajes”, “observación”, “análisis e interpretación de datos”, “uso de modelos interpretativos”, “establecimiento de conclusiones” y “elaboración de informes o materiales”; en EDIT2 con “realización de montajes”, “construcción de aparatos”, “tabulación o representación gráfica”, “realización de predicciones”, “establecimiento de conclusiones”, “representación simbólica”, “búsqueda de información” y “elaboración de informes o materiales”; en EDIT3 con “construcción de aparatos”, “medición”, “identificación de problemas”, “análisis e interpretación de datos”, “establecimiento de conclusiones”, “representación simbólica” y “búsqueda de información”; en EDIT4 con “realización de montajes”, “construcción de aparatos”, “realización de predicciones” y “representación simbólica”.

Se observa la presencia de un número mayor de procedimientos en las actividades de aplicación y adquisición de competencias que en las de desarrollo. No es fácil encontrar una explicación a estas diferencias. Si estuviéramos comparando frecuencias, podría pensarse que el número total de actividades puede explicar las diferencias. Pero no olvidamos que hemos normalizados los valores y que los porcentajes-tendencias pueden ser comparados y, en este sentido, las diferencias son palpables. Por lo tanto, parece que la finalidad de estas actividades es diferente a las anteriores.

Globalmente hay un sensible aumento en la variedad de los procedimientos en las de aplicación-competencia respecto a las de desarrollo y un descenso de las que no contemplan procedimientos.

**SP02.3. ¿Qué contenidos actitudinales aparecen en los textos seleccionados? ¿Resultan coherentes en la estructura de los mismos?**

Análogamente a lo que dijimos con los procedimientos, las actitudes no se aprenden por casualidad, sino que requieren intervenciones intencionadas para aprenderlos. Estas intervenciones se realizan mediante las actividades, unas veces resueltas y otras propuestas para que el alumnado las realice. Por ello, hemos utilizado un proceso similar en este estudio al seguido en el SP2.2.

En nuestro caso, también analizamos los contenidos actitudinales de todas las actividades de cada texto; un ejemplo de uno de los libros de texto se recoge en el Anexo 2. Obviamente se mantuvo la diferenciación por su ubicación, los cálculos de la presencia porcentual y los criterios de representación en las tablas.

Siguiendo los criterios usados en los procedimientos, no nos interesa el “valor exacto”. Por eso, como ellos, hemos usado intervalos de presencia: “--” cuando su presencia es menor del 10%; “x” cuando está implícito entre el 10% y el 20% de las actividades; “xx” cuando aparece entre el 21% y el 40%; y “xxx” en más del 40%. Se incluyen también el número de actividades sin actitudes y el número total de actividades de las secciones de desarrollo y de aplicación-adquisición de competencias.

**a) en las actividades de desarrollo**

En la Tablas 2.25 se recogen los valores de las actitudes en las actividades de desarrollo; hemos dejado los porcentajes “exactos” de las actividades sin actitudes para enfatizar su ausencia.

CONTENIDOS ACTITUDINALES	ACTIVIDADES DE DESARROLLO			
	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
<b>Actitud hacia las Ciencias</b>				
Valoración de la importancia de los descubrimientos científicos	x	x	xx	
<b>Respeto por el medio</b>				
Ninguna				
<b>Actitud hacia la actividad científica</b>				
Rigor y precisión en la recogida de información				
Coherencia entre datos-análisis-inferencias/conclusiones				
Respeto de las normas de seguridad	--			
<b>Hábitos saludables</b>				
Adopción de hábitos de comportamiento saludables	--	--		
Adopción de posturas de ahorro energético	--			
<b>SIN ACTITUDES (%)</b>	<b>80%</b>	<b>83%</b>	<b>67%</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>46</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>26</b>

Tabla 2.25. Contenidos actitudinales en las actividades de desarrollo

La predominante en las actitudes hacia las ciencias es la “valoración de la importancia de los descubrimientos científicos”; en cuanto a las actitudes científicas o la creación de hábitos saludables, existe una muy escasa presencia de actitudes (sólo en dos editoriales); y, en cuanto al respeto al medio su ausencia es total. Se echan en falta prácticamente todas excepto la primera.

Las editoriales comparten el predominio de “valoración de la importancia de los descubrimientos científicos” (excepto EDIT4). También aparecen testimonialmente el “respeto a las normas de seguridad” en EDIT1 y actitudes sobre hábitos saludables en EDIT1 y EDIT2, pero con valores muy alejados a los obtenidos para otros contenidos.

El porcentaje de actividades sin actitudes es espectacular, ninguno está por debajo del 70% y EDIT4 no contempla ninguna en las actividades planteadas.

Globalmente sólo merece la pena mencionar la aparición de actitudes hacia las ciencias pero con una presencia porcentual baja si la comparamos con los valores obtenidos en los procedimientos.

**b) en las actividades de aplicación-competencia,**

En la Tablas 2.26 se recogen los valores de las actitudes de las actividades de aplicación-adquisición competencias; también hemos dejado los porcentajes “exactos” de las actividades sin actitudes para enfatizar su ausencia.

CONTENIDOS ACTITUDINALES	ACTIVIDADES DE APLICACIÓN/ COMPETENCIA			
	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
<b>Actitud hacia las Ciencias</b>				
Valoración de la importancia de los descubrimientos científicos	x	xx	--	
<b>Respeto por el medio</b>				
Ninguna				
<b>Actitud hacia la actividad científica</b>				
Rigor y precisión en la recogida de información	--	x	--	x
Coherencia entre datos-análisis-inferencias/conclusiones	--		--	
Respeto de las normas de seguridad		--		x
<b>Hábitos saludables</b>				
Adopción de hábitos de comportamiento saludables	x			
Adopción de posturas de ahorro energético				
<b>SIN ACTITUDES (%)</b>	<b>80%</b>	<b>70%</b>	<b>89%</b>	<b>80%</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES APLICACIÓN/EVALUACIÓN</b>	<b>49</b>	<b>37</b>	<b>27</b>	<b>10</b>

Tabla 2.26. Contenidos actitudinales en las actividades de aplicación y evaluación

La actitud predominante vuelve a aparecer en la “valoración de la importancia de los descubrimientos científicos” junto al “rigor y precisión en la recogida de información”; en las demás la presencia es anecdótica, por lo que se echan en falta como en las de la sección de desarrollo.

En relación con las editoriales, comparten estas dos actitudes (excepto EDIT4). En los demás casos, no se puede hablar de homogeneidad absoluta pero sí de omisión generalizada.

El porcentaje de actividades sin actitudes sigue siendo considerable: en este caso, cuatro de cada cinco actividades, como mínimo, no contempla la enseñanza de ninguna actitud.

Globalmente sólo merece la pena mencionar, por tanto, las actitudes hacia las ciencias y hacia la actividad científica, pero con una presencia porcentual baja. No quiere decir que las demás no se

enseñen –por ejemplo, la Actitud de respeto al medio- pero no lo hacen en el tema “Dispositivos y máquinas mecánicas”.

c) **en cuanto a la coherencia** entre las actividades de desarrollo y las de aplicación-competencia

Desgraciadamente existe una “cierta coherencia” en ambas: es escasa la presencia.

Pero, además, como en los procedimientos, otro elemento de coherencia sería que las actitudes que estuvieran en las actividades de aplicación-competencia hubieran sido enseñadas en las de desarrollo (aunque fuera con una presencia porcentual diferente). Pues bien, no se cumple este requisito en ninguna de las cuatro editoriales, lo cual resultaba “difícil” con la presencia existente.

Globalmente se observa un sensible aumento en la variedad de las actitudes en las de aplicación-competencia respecto a las primeras y un descenso significativo de las que no contemplan actitudes (dentro de una ausencia bastante clara en todas las actividades y editoriales).

### **Conclusiones al Subproblema Principal SP02**

Los contenidos incluidos en los libros de texto son numerosos (¿excesivos?) y, aunque muchos son compartidos por las editoriales, también hay diferencias. Algunos -incluso compartidos- podrían ser discutibles si hay que priorizar conocimientos. No debemos olvidar que existen unas características cognitivas en el alumnado -en las que no hemos entrado- que le impiden “aprender todo con sólo mostrarlo”. Este razonamiento es independiente del tipo de contenidos.

Hay problemas en los contenidos conceptuales de los textos analizados: hay algunas coincidencias pero, en general, abundan las discrepancias. Las lecciones suelen aparecer cargadas de conocimientos y no podemos olvidar que incluir más información no quiere decir que el estudiante aprenda más y mejor. Mención especial habría que hacer a la terminología empleada: se cuida poco el lenguaje y esto probablemente favorezca la creación de errores conceptuales y procedimentales en el alumnado, en esta y en otras asignaturas.

En los procedimientos hay una presencia importante de “análisis e interpretación de situaciones” e “identificación de elementos”. Hay, sin embargo, ausencias que también hemos destacado y que responden a una visión -que no compartimos- de la materia. Existen discrepancias entre los contenidos de las actividades de desarrollo y las de aplicación. Por otro lado, hay diferencias importantes entre las editoriales, lo que, por lo menos, pone de manifiesto que no sólo hay una forma de enseñar pero, desde luego, resulta difícil quedarse con una de las propuestas.

En cuanto a las actitudes, su ausencia resulta clamorosa; sólo tiene alguna presencia la “valoración de la importancia tecnológica y social de los conocimientos científicos”. Por su presencia anecdótica, no se puede hablar de coherencia y tampoco de diferencias entre las editoriales porque, en ningún caso, parece que se consideren contenidos prioritarios para la formación de los ciudadanos.

### **2.5.3. Resultados del Subproblema Principal SP0.3.**

El *Subproblema Principal SP03* decía: *¿Se ajustan estos contenidos a lo que contempla el currículum oficial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia?*

Para dar respuesta al mismo, lo desdoblamos en tres subproblemas (SP03.1, SP03.2 y SP03.3). Mantenemos esta diferenciación en la descripción y discusión de los resultados del PP3.

### SP03.1. ¿Se ajustan a lo establecido en los Bloques de Contenidos?

Debemos contrastar los contenidos que aparecían en los libros de texto y los prescritos en el currículum oficial de nuestra Comunidad Autónoma. En la Tabla 2.27 se han recogido los resultados; en su primera columna, aparecen los “contenidos obligados” por ciclo y, en las restantes, los datos de las cuatro editoriales. Se puede apreciar la presencia o ausencia de dichos conocimientos en las unidades tratadas (la letra ‘P’ significa que el contenido se cumple parcialmente).

CONTENIDOS		EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
2º ciclo	[...] Identificación de fuerzas conocidas que hacen que los objetos se muevan o se deformen. Fuerzas de atracción o repulsión. [...]	X	X <sup>3º</sup>	X <sup>3º</sup>	
	[...] Identificación de las fuentes de energía con las que funcionan las máquinas.	X <sup>3º</sup>	X	X	
	Planificación y realización de algún objeto o máquina de construcción sencilla.		X <sup>3º</sup>	X	X
	Conocimiento de algunos operadores mecánicos (eje, rueda, polea, plano inclinado, engranaje, freno, etc) y de la función que realizan independientemente de la máquina en la que se encuentren	X	X	X	X <sup>3º</sup>
	Relevancia de algunos de los grandes inventos y valoración de su contribución a la mejora de las condiciones de vida [de los dispositivos y las máquinas mecánicas]	X	X	X	
3º ciclo	[...] Predicción de cambios [...] en la forma [...] de los cuerpos por efecto de las fuerzas [...]	X <sup>2º</sup>	X	X	
	[...] Conocimiento de las aplicaciones de los objetos y las máquinas, y de su utilidad para facilitar las actividades humanas.	X	X	X <sup>2º</sup>	X
	Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas. [...]	X	X <sup>2º</sup>		X

Tabla 2.27. Presencia de los contenidos del currículum oficial en las editoriales

Hemos de decir previamente que el número de conceptos de cualquier libro de texto es normalmente mucho mayor que el del currículum oficial, entre otros, por dos motivos: por las características de ambos documentos y porque la finalidad de los documentos legales es fijar los contenidos mínimos y estos pueden ser ampliados o completados, según las decisiones docentes. Por tanto, que haya más conceptos en los libros de texto que en el currículum oficial es lógico y no nos debe sorprender contengan más contenidos que los que aparecen en el currículum del MEC.

Lo que no resulta justificable es que las editoriales no recojan todos los contenidos del currículum como deberían, así por ejemplo:

- En segundo ciclo, la única editorial que no contempla la planificación y realización de una pequeña máquina es EDIT1. En ésta hay también dos cambios de contenidos, uno en cada ciclo, a la vista de lo prescrito en el currículum oficial.
- El EDIT 2 es la que tiene menos ausencias; de hecho, recoge todos. Además traslada a segundo ciclo dos de los contenidos prescrito para el tercero.
- En EDIT3 no se contemplan los contenidos de tercer ciclo, porque prácticamente sólo trabaja los “Dispositivos y máquinas mecánicas” en segundo. Hay dos cambios de ciclo y no incluye la construcción de estructuras en 3er. ciclo.
- En EDIT4 es en la que se produce el mayor número de omisiones; éstas afectan al 2º y 3er. ciclo. Además hay contenidos que están cambiados de ciclo, a la vista del currículum oficial.

No obstante, habría que llamar la atención, no sólo por las ausencias sino por las incorporaciones. En nuestro caso, por ejemplo, creemos que, si contrastamos los que establecen el currículum oficial y los listados de los que aparecen en el SP2.1, vemos que, además de no contemplar los exigibles, se ha incrementado el “mínimo” de forma desproporcionada...

### SP03.2. ¿Se ajustan a los Criterios de Evaluación?

Los criterios de evaluación del currículum condicionan el tipo de conocimientos, destrezas o actitudes que queremos que adquieran los alumnos y, en muchos casos, la forma de abordarlos. Como ya dijimos en el apartado 3.5, utilizamos una parrilla semejante a la anterior; en la primera columna se señalaron las afirmaciones contenidas en el currículum por ciclo y, en las demás, la presencia o ausencia en el libro correspondiente. Por lo tanto, en la Tabla 2.28, se recoge la medida en que estos criterios de evaluación están o no presentes en las actividades analizadas.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
2º ciclo	Conocer y explicar las partes de una máquina (poleas, palancas, ruedas y ejes, engranajes...) y cuál es su función	X	X		X
	Aplicar esos conocimientos a la construcción de algún objeto o aparato [...], aplicando correctamente las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo.			X 3º	
	Ídem las operaciones tecnológicas: unir, cortar, decorar, etc., sabiendo relacionar los efectos con las causas	X 3º	X	X	
	Valorar el trabajo cooperativo y su desenvolvura manual.				
	Apreciar el cuidado por la seguridad propia y de sus compañeros, el cuidado de las herramientas y el uso ajustado de los materiales.		X		
3º ciclo	Planificar y realizar proyectos de construcción de algún objeto o aparato.		X		X
	Conocer las diferentes fuentes energéticas así como la capacidad para seleccionar una de ellas por su idoneidad para el funcionamiento de un aparato.	X	X	X 2º	X
	Conocer los distintos operadores (rueda, freno, interruptor, biela, engranaje, muelle, polea, etc.)	X	X	X 2º	X 2º
	Mostrar una actitud cooperativa e igualitaria en el trabajo en equipo				
	Apreciar el cuidado por la seguridad propia y la de los demás.	X	X		

Tabla 2.28. Presencia de los criterios de evaluación en las editoriales

Ninguna de las editoriales contempla todos los criterios de evaluación. Las principales ausencias se realizan en la valoración del trabajo cooperativo (no hay actividades en grupo y pocas veces se invita a hacerlas) y en el cuidado por la seguridad propia y de los demás (sólo EDIT2 y puntualmente EDIT1 aluden a ello). Como puede apreciarse ambas forman parte de los conocimientos actitudinales, muy excluidos de los libros de texto, como pudimos apreciar en el SP2.3.

Otras ausencias importantes se dan en el criterio “aplicación de cálculos matemáticos para la construcción de algún objeto o aparato”. Teniendo en cuenta que sólo una editorial -EDIT3- plantea una sola actividad en la que el alumno debe medir, el resultado se ajusta a la realidad pero resulta injustificable. Creemos que, entre la “matematización” de las ciencias y la ignorancia absoluta del tratamiento matemático hay puntos intermedios.

Mención especial hay que hacer de las “ausencias” en EDIT3 y EDIT4 en los criterios de evaluación (6/10). En EDIT3, además, hay varios cambios de ciclo; dado que esta editorial tiene casi todos los contenidos en 2º ciclo, “casi se obligan” a abordar en éste algunos que el currículum oficial señala para el 3er. ciclo. Hay que decir, no obstante, que la formulación es tan ambigua que a veces resulta difícil la valoración que podríamos hacer del “grado” de presencia, pero su estudio nos alejaría de los propósitos de nuestro trabajo.

### SP03.3. ¿Cómo contribuyen al desarrollo de las Competencias Básicas?

Hemos de señalar inicialmente que la adquisición de cualquier competencia no es objeto de una sola materia curricular –en nuestro caso, del área de Conocimiento del Medio, Natural y Social- y mucho menos desde parte de un bloque como el de “Dispositivos y máquinas mecánicas”. Tampoco el currículum establece en qué grado debe desarrollarse cada competencia en cada ciclo de Primaria. Por todo ello, sólo podemos valorar en qué grado se hace, sin poder afirmar si se adquirirán todas o no con todo el libro de texto o si se ajusta o no a lo previsto en el currículum.

Como se comentó en el apartado 2.3.2, hemos utilizado la que prescribe el currículum estatal. En la Tabla 2.29 hemos resumido los resultados. En la primera columna se recogen las competencias y subcompetencias establecidas oficialmente y, en las demás, el grado en que se contribuye desde nuestra valoración; se han establecido varios niveles: Alto (A), Medio (M), Bajo (B) o Nulo (-).

Contribución del Área del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural a la adquisición de subcompetencias (MEC)	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4
<b>a) Competencia social y ciudadana</b>				
- desarrollar actitudes de diálogo, reflexionar sobre los conflictos, de la asertividad que conlleva el uso de habilidades, de modos, de reconocimiento y uso de convecciones sociales para facilitar la buena comunicación y el buen estar del grupo	-	-	-	-
- asentar las bases de una futura ciudadanía mundial, solidaria, curiosa e informada, participativa y democrata.	-	-	-	-
- iniciar la comprensión de los cambios que se han producido en el tiempo para ir acercándose a las raíces históricas de las sociedades actuales	M	B	A	B
<b>b) Competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico</b>				
- apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico	A	A	A	A
Saber definir problemas	B	M	M	-
Estimar soluciones posibles	B	M	B	B
Elaborar estrategias	-	B	-	-
Diseñar pequeñas investigaciones	-	B	B	-
Analizar resultados	B	B	M	B
Comunicar resultados	-	B	M	-
<b>c) Tratamiento de la información y competencia digital</b>				
- comprender información se presenta en diferentes códigos, formatos y lenguajes (leer un mapa, interpretar un gráfico, observar un fenómeno o utilizar una fuente histórica)	-	B	B	B
- adquirir una alfabetización digital: una utilización básica del ordenador, el manejo de un procesador de textos y la búsqueda guiada en Internet.	M	-	B	-
<b>d) Comunicación lingüística</b>				
- aumentar significativamente la riqueza en vocabulario específico	A	A	A	A
- valorar en los intercambios comunicativos la claridad en la exposición, rigor en el empleo de los términos, la estructuración del discurso, la síntesis, etc.	-	-	-	-
- acercarse a textos informativos, explicativos y argumentativos	B	-	B	-
<b>e) Aprender a aprender</b>				
- desarrollar técnicas para aprender, para organizar, memorizar y recuperar la información, tales como resúmenes, esquemas o mapas mentales	M	B	M	B
<b>g) Autonomía e iniciativa personal</b>				
- tomar decisiones desde el conocimiento de uno mismo, en el ámbito escolar y en la planificación de forma autónoma y creativa de actividades de ocio.	-	-	-	-
<b>f) Competencia matemática</b>				
- utilizar herramientas matemáticas en contextos significativos de uso, tales como medidas, escalas, tablas o representaciones gráficas	-	B	B	-

Tabla 2.29. Grado de contribución de las editoriales a la adquisición de competencias

A la vista de los resultados de la tabla podemos decir:

- en relación con la **Social y Ciudadana**, podemos ver que no existen contribuciones por dos motivos. Por un lado, la falta de costumbre en plantear actividades grupales en las editoriales. Por otro, la escasa atención prestada, desde los contenidos de ciencias, a la futura ciudadanía mundial, solidaria, curiosa e informada, participativa y democrata; esta carencia es importante en una materia obligatoria para todos los ciudadanos. Sin embargo, en varios casos, se ha contribuido a percibir las repercusiones sociales de los avances científicas.

- en relación con el **Conocimiento y la Interacción con el mundo físico**, creemos que todas las editoriales realizan contribuciones de nivel alto en la subcompetencia: “apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico”. Hay contribuciones bajas, por parte de casi todas las editoriales, a “estimar soluciones posibles” y “analizar los resultados”, fundamentalmente porque a las actividades planteadas se les exige una solución. En las demás que existe una escasa o nula presencia que podíamos prever a la vista de los resultados de los procedimientos (SP2.2).

- en relación con el **Tratamiento de la Información y Competencia Digital**, sólo EDIT1 tiene una contribución significativa en una de las subcompetencias. Por lo demás, hay algunas representaciones gráficas (EDIT2, EDIT3 y EDIT4) y referencias al uso del ordenador.

- en relación con la **Comunicación Lingüística**, hemos constatado grandes diferencias entre las dos subcompetencias planteadas en el documento oficial. Por un lado, existe un alto grado de contribución a una de ellas por la cantidad enorme de elementos incluidos, todos con su denominación, sus partes, su funcionamiento... Por otro, la nula presencia de actividades de exposición oral y la escasa de uso de textos diferentes al propio texto.

- en relación con **Aprender a Aprender**, aparecen contribuciones al “desarrollo de técnicas para aprender, para organizar, memorizar y recuperar la información, tales como resúmenes, esquemas o mapas mentales”; en particular, abundan esquemas para sintetizar la información de las lecciones.

- en relación con “**Autonomía e iniciativa personal**” no hay ninguna contribución en ninguna de las editoriales.

- en relación con la **Competencia Matemática**, podemos observar que dos contribuyen a su adquisición. La mayoría de las actividades no requieren cálculos matemáticos (lógico si se excluyen las leyes de las máquinas), lo que justifica, en gran medida, la valoración realizada.

No obstante, queremos insistir en el hecho de que un tema no tiene por qué contribuir a la adquisición de todas las subcompetencias.

Como dijimos tres de las editoriales mencionan las competencias (excepto EDIT2). Nos parece una iniciativa muy adecuada no sólo para clarificar al profesorado el significado y el alcance de este nuevo término pedagógico sino para que el propio estudiante se vaya introduciendo en una forma diferente de aprender. Lo curioso es que no se parecen ni en los contenidos implicados ni en la estructura ni en la forma de presentarlas. En cualquier caso, parece obligado hacer referencia a cada una de ellas.

En EDIT1, bajo el epígrafe “Pon a prueba tus competencias”, se plantean dos actividades: qué coche comprar (ofrecen tres con una serie de características) y cómo funciona una cámara de fotos; en ambos casos, se plantea cómo han influido estas máquinas en el desarrollo de la vida cotidiana.



Aunque se pueden desarrollar subcompetencias del conocimiento e interacción en el mundo físico y de la social y ciudadana, creemos que no dejan de ser actividades de aplicación.

En EDIT3, bajo el epígrafe “Mis competencias”, se plantean actividades de características diferentes: qué energía utilizamos y cómo podemos ahorrarla y la construcción de una catapulta. Quizás sea la editorial que más nos acerca al verdadero significado de competencias, al incluir subcompetencias de conocimiento e interacción del mundo físico, social y ciudadana, digital, aprender a aprender...

En EDIT4, bajo el epígrafe “Practica competencias básicas”, se presentan unas actividades parecidas a las que se han trabajado en las de aplicación: preguntas cerradas, observación de figuras, relaciones entre conceptos, sopa de letras... pero todas referidas al tema. Podría decirse que, en el mejor de los casos, se refieren a competencia en el conocimiento e interacción en el mundo física y a la competencia lingüística... en el tema.

### **Conclusiones al Subproblema Principal SP03**

Aunque los libros de texto han sido unas herramientas clave en los modelos transmisivos de educación, no se puede olvidar que, como cualquier otro recurso didáctico, se pueden utilizar de diferentes maneras. Por tanto, hablar de ajuste o no al currículum oficial es siempre “delicado” si excluimos otras variables que intervienen en la enseñanza: el profesor, la utilización de otros materiales de aprendizaje, el contexto en el que se utiliza... No obstante, con estas matizaciones, podemos establecer algunas conclusiones.

En primer lugar, podemos afirmar que los contenidos recogidos en los libros de texto de Conocimiento del Medio en Educación Primaria –en la temática analizada- en dos editoriales, se ajustaban bastante a lo establecido en el currículum oficial. En las otras, hay omisiones importantes. Si hay algo en común a todas, es el incremento significativo de la cantidad de contenidos y la profundidad en su tratamiento.

En relación a los criterios de evaluación, se producen algunas omisiones, siempre importantes, pero están muy localizadas; en este sentido, creemos que dos se ajustan a lo prescrito institucionalmente (con algún desajuste) y las otras dos tienen omisiones, como en los contenidos.

En cuanto a la adquisición de competencias, no se puede ni debe hablar de ajuste al currículum. Creemos que la del conocimiento e interacción con el mundo físico, es la más atendida por los cuatro libros. Las demás, podrían haberse atendido mejor (sobre todo, en EDIT1, EDIT2 y EDIT4)

### **2.5.4. Resultados del Subproblema Principal SP0.4.**

El *Subproblema Principal SP04* decía: *¿Cómo se plantean las prácticas de laboratorio sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros de texto seleccionados?*

Lo desdoblamos en cuatro subproblemas (SP04.1, SP04.2, SP04.3, SP04.4). En este SP04, vamos a variar la forma de presentar los resultados para no perder la visión completa de cada una de las actividades. Comentamos los cuatro elementos de la V de Gowin: interrogante central, el/los acontecimientos o hechos, el marco teórico o conceptual y el práctico o metodológico.

#### *a) En relación con EDIT1*

En la Figuras 2.2 y 2.3, se recogen la V de Gowin de las dos prácticas de laboratorio que se plantean en dicha editorial; las llamamos SM1 y SM2.

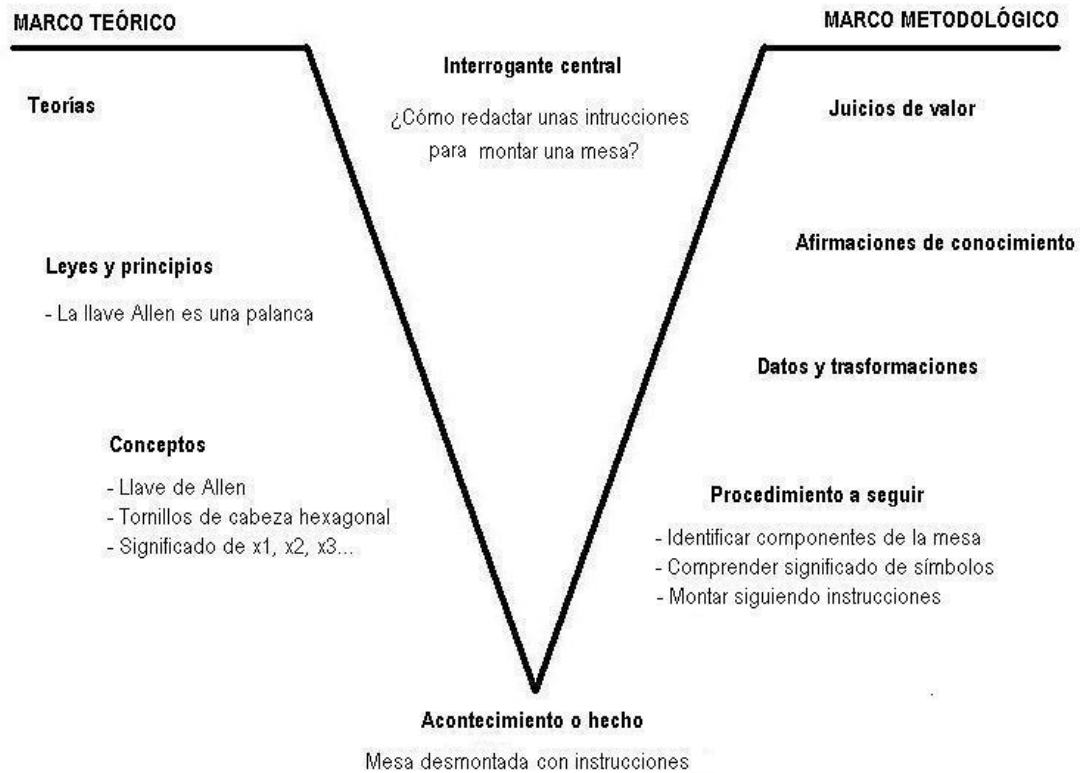


Figura 2.2. V de Gowin de la práctica SM1

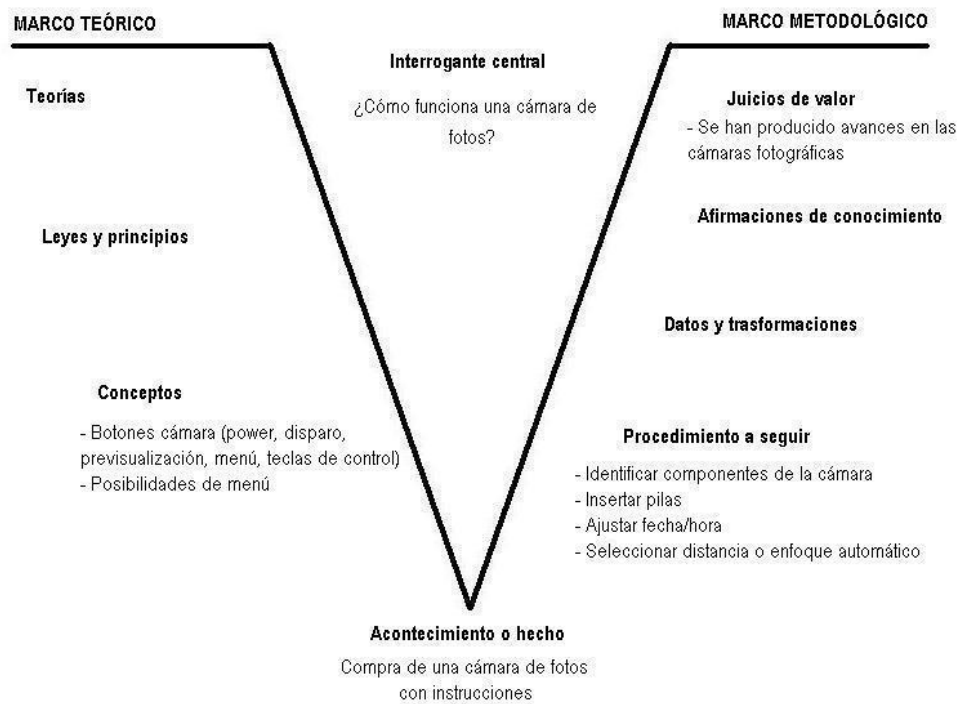


Figura 2.3. V de Gowin de la práctica SM2

Realmente los interrogantes se ajustan a las intenciones de los autores de EDIT1: en un caso, elaborar unas instrucciones para construir una mesa desmontada (que ya venía con instrucciones) y, en otro, enseñar a utilizar una cámara fotográfica. Para ello, seleccionan dos hechos: una mesa desmontada con instrucciones y una cámara también con instrucciones.

Como puede verse, en ambos casos, el procedimiento más relevante es seguir instrucciones para montar la mesa y para usar la cámara; más allá de las diferencias por el tipo de máquina, podemos decir que las intenciones son similares. En ninguna de las dos experiencias hay datos, lo que impide que haya transformaciones, análisis... ni conclusiones que nos lleven a afirmaciones de conocimientos. En una hay un juicio de valor pero no se apoya en la información que da la práctica.

El marco teórico, se limita al reconocimiento de algunos elementos pero ni se apoya en unos principios ni en unas teorías. Por ello, la posible relación con el metodológico es prácticamente nula.

En definitiva, una experiencia pobre, sin muchos contenidos procedimentales y, por tanto, poco útil para proyectar cómo trabajan los científicos. Tal y como están, creemos que generan pocos aprendizajes.

b) *En relación con EDIT2*

En la Figuras 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7, se recogen la V de Gowin de las dos prácticas de laboratorio que se plantean en dicha editorial; las llamamos Santi1, Santi2, Santi3 y Santi4.

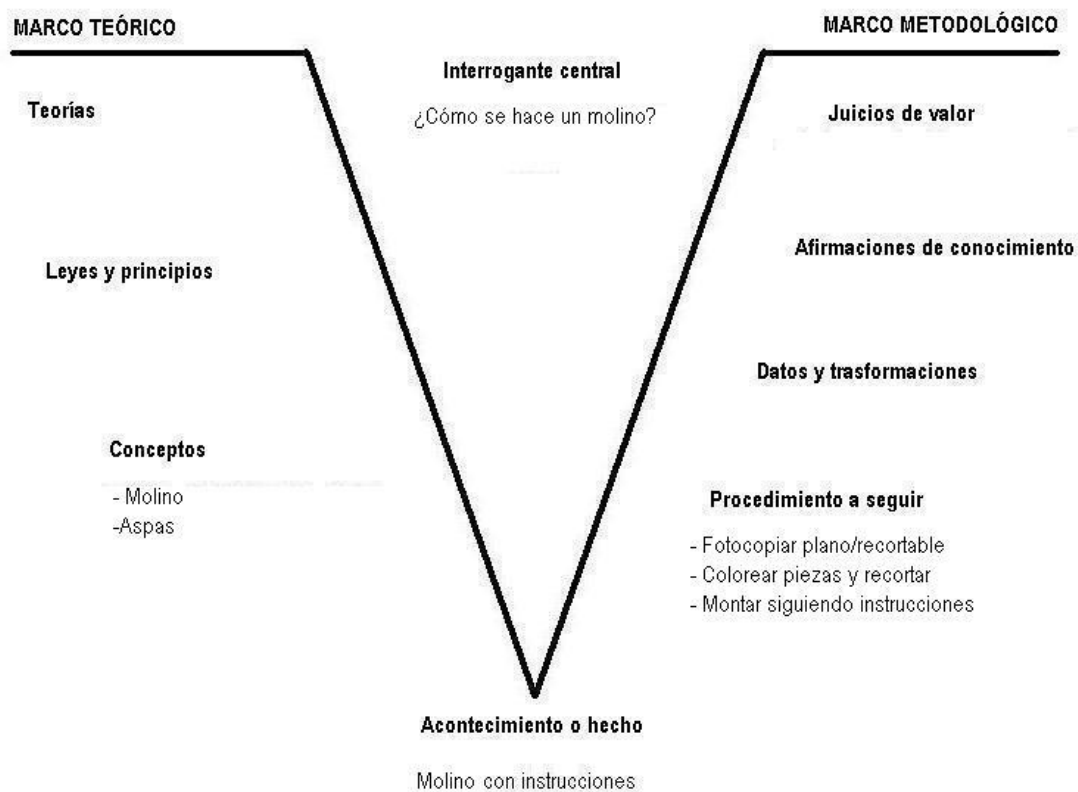


Figura 2.4. V de Gowin de la práctica Santi1



Figura 2.5. V de Gowin de la práctica Santi2

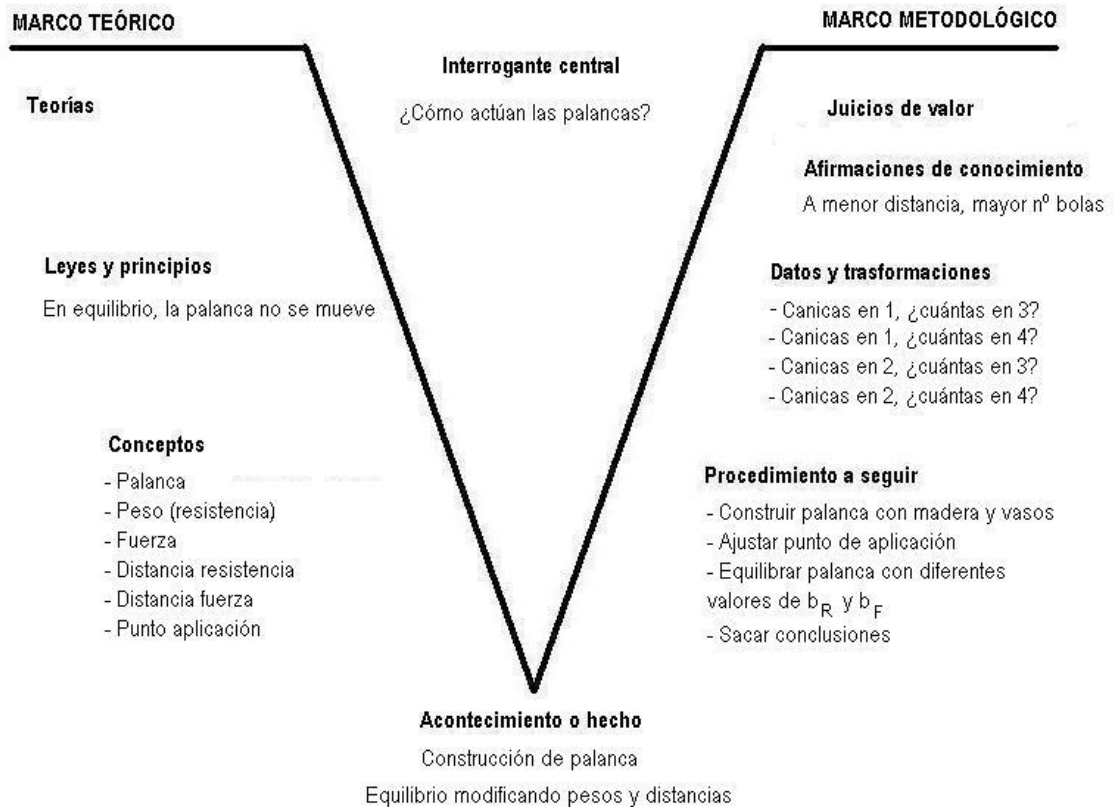


Figura 2.6. V de Gowin de la práctica Santi3



Figura 2.7. V de Gowin de la práctica Santi4

Los interrogantes centrales de EDIT2 son diferentes. Así, las actividades Santi1 y Santi4 tienen como finalidad saber cómo son y cómo funcionan unos objetos (un molino y una caja de cambios), semejantes a las de la editorial anterior y sobre las que podríamos hacer los mismos comentarios. En ambos casos, el procedimiento más relevante es la construcción de unos objetos con unas instrucciones. En ninguna hay datos, lo que impide que haya transformaciones, análisis... ni conclusiones que nos lleven a afirmaciones de conocimientos. El marco teórico se limita al reconocimiento de algunos elementos y, en Santi4, se apoya en un principio; en ningún caso, se aprecia una teoría. En definitiva, la relación entre los marcos es prácticamente nula.

Las prácticas Santi2 y Santi3 son diferentes. En la primera se plantea adecuadamente el interrogante; y se selecciona un acontecimiento –también apropiado– para dar respuesta al mismo. El número de procesos implicados en el marco metodológico es completo (datos, relaciones y conclusiones). El marco teórico contempla conceptos, principios y teorías. La relación entre ambos marcos pone de manifiesto la idoneidad del enfoque.

El caso Santi3 no es tan “completo” como Santi2. El acontecimiento podría ser otro con menor dificultad técnica para establecer el equilibrio y con mayor facilidad para estudiar las relaciones entre las variables implicadas ( $F$ ,  $b_F$ ,  $R$  y  $b_R$ ). Los datos sólo permiten ver la dependencia de las distancias al punto de aplicación. El marco teórico resulta limitado (probablemente precisen la inclusión de las leyes de la máquina, aunque las relaciones sean a nivel cualitativo).

En definitiva, la EDIT2 tiene dos experiencias pobres, sin muchos contenidos procedimentales y, por tanto, poco útil para proyectar cómo trabajan los científicos. Y otras dos mucho más completas, con más procedimientos y con mayor capacidad para generar aprendizajes.

c) En relación con EDIT3

En la Figuras 2.8 y 2.9, se recogen la V de Gowin de las dos prácticas de laboratorio que se plantean en dicha editorial; las llamamos Ana1 y Ana2.

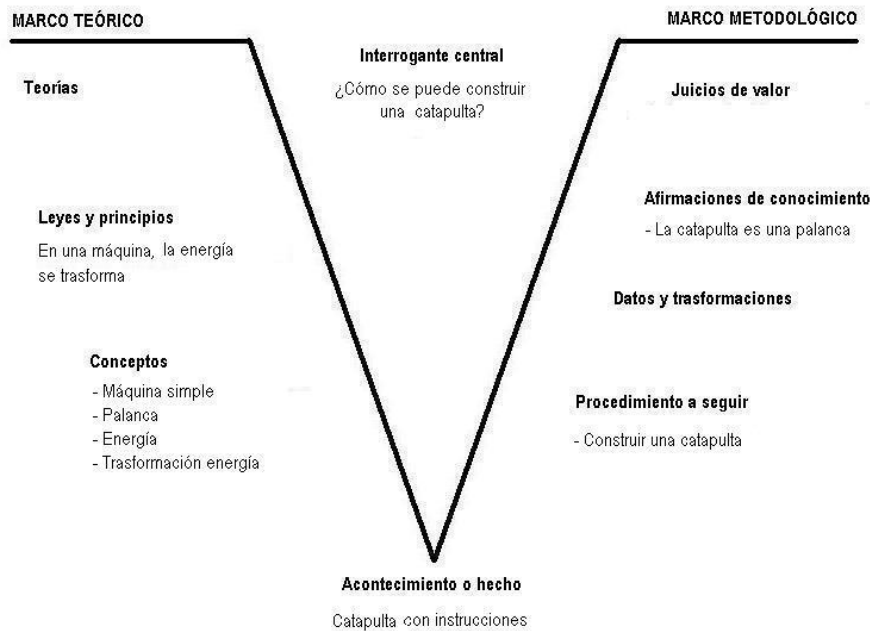


Figura 2.8. V de Gowin de la práctica Ana1

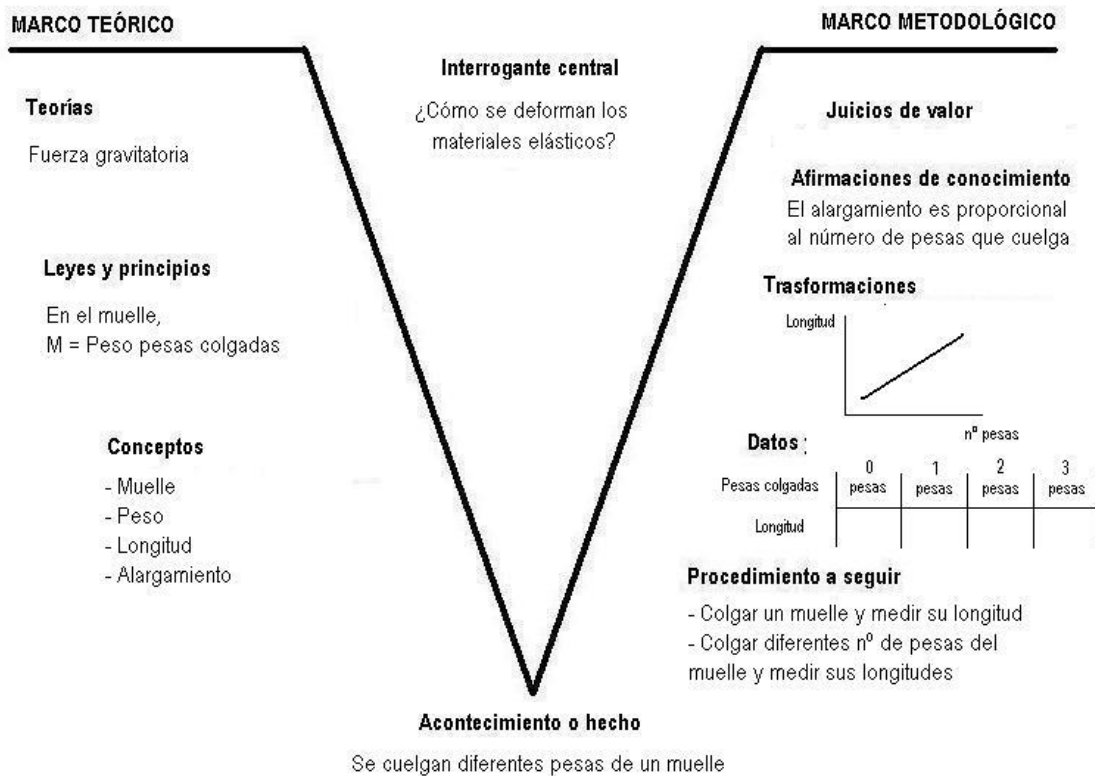


Figura 2.9. V de Gowin de la práctica Ana2

Nuevamente tenemos dos modelos diferentes de prácticas de laboratorio en la misma editorial. Por un lado, la Ana1 -construcción de una catapulta- está centrada en el desarrollo de destrezas manuales. No hay datos, ni transformaciones... El objetivo, además del mencionado, es conocer si es una palanca o no. Demasiada manualidad para esta afirmación de conocimiento.

Por otro lado, en las preguntas planteadas, parece que, según los autores, hay una transformación de energía. Estos parecen pretender un razonamiento como el que sigue: al dejar caer la bola grande que está situada en uno de los extremos, pone en movimiento la catapulta (hace que gire), el brazo de la máquina gira y la canica que tiene en su otro extremo sale lanzada. Creemos que es muy difícil de ver la similitud con los ejemplos de palanca de EDIT3.

En Ana2 -el comportamiento de los materiales elásticos- hay implícitos varios procedimientos: la estrategia para recoger datos, las mediciones, la representación de los mismos, el análisis de resultados, el establecimiento de conclusiones... En cuanto al marco teórico, también resulta completo: conceptos, principios y teorías. Posiblemente los autores, por las limitaciones matemáticas, sólo hayan pretendido llegar a relaciones cualitativas. Creemos que, en efecto, puede ser una buena decisión para no perder el carácter físico de la experiencia.

d) *En relación con EDIT4*

En las Figuras 2.10 y 2.11, se recogen las V de Gowin de las prácticas de laboratorio que se plantean en dicha editorial; las llamamos Vic1 y Vic2.



Figura 2.10. V de Gowin de la práctica Vic1



Figura 2.11. V de Gowin de la práctica Vic2

También, en EDIT4, hay diferencias entre las dos experiencias planteadas. En Vic1, la primera dificultad -¿y finalidad fundamental?- parece que es la construcción del dispositivo que actúa como generador; no es fácil que se perciban diferencias en el comportamiento de la bombilla y, más aún, que sean interpretadas en la dirección adecuada. Más fácil parece localizar dos posiciones de la maneta (en el extremo y en un lugar intermedio), aunque es preciso dar la instrucción de que debe existir un "mismo ritmo" de giro para poder comparar los resultados. En cualquier caso, nos parece que introducir el estudio energético del fenómeno complica bastante la práctica (no olvidemos que se plantea para 4º curso de Educación Primaria).

En cuanto a los procedimientos implicados, hay variedad: destrezas manuales, datos, relaciones entre variables, establecimiento de conclusiones... En el marco teórico, también es completo: conceptos, principios y teorías. En principio, se supone que debe permitir establecer relaciones adecuadas entre ambos marcos. El problema es si los contenidos son apropiados para este nivel educativo. Creemos que no es fácil que lo sean.

La Vic2 tiene otro formato pero, como puede verse, el interrogante central y el acontecimiento son adecuados para este nivel educativo. En cuanto al marco metodológico, se observa una variedad de procedimientos (destrezas para hacer los prismas, conocimiento de estrategia experimental, recogida de datos, establecimiento de conclusiones...) con unas exigencias cognitivas asequibles. Respecto al marco teórico, hay conceptos y principios, también comprensibles en estas edades.

Por último, quisiéramos constatar que, en EDIT4, la actividad propuesta para segundo ciclo es bastante más compleja que la que los autores proponen para tercer ciclo. Aunque tienen más variedad que en otras editoriales, habría que discutir el tema de la complejidad cognitiva, muchas veces asociadas a los conceptos, como si el aprendizaje de procedimientos y actitudes no tuvieran limitaciones para ser aprendidas.



## 2.6. CONCLUSIONES

Nuestro trabajo tenía como objetivo central el análisis de los libros de texto, un recurso didáctico que hemos instalado en el centro de nuestra actividad educativa. No obstante, el fin último era extraer las necesidades formativas que debían atenderse en los programas de formación inicial de la Diplomatura de Maestro (Especialidad Educación Primaria).

Elegimos el tema “Dispositivos y máquinas mecánicas” y nos planteamos cuatro Problemas Principales. Aplicados todos los instrumentos diseñados, hemos podido dar algunas respuestas. Así,

*a) en relación con el SP01*

Hemos visto que los contenidos de “Dispositivos y máquinas mecánicas” eran contenidos relevantes de la etapa; por ello, es una temática que el futuro maestro debía saber y debía saber hacer en un aula de Educación Primaria.

La revisión de las cuatro editoriales pone de manifiesto probablemente la heterogeneidad de intenciones de sus autores. El “viejo estilo” de un texto acompañado de unas actividades había quedado obsoleto; algo parecía haber cambiado... por lo menos, en la forma. Ello exige que el futuro maestro, en su periodo de formación inicial, debía adquirir criterios que les permitieran elegir, si ha lugar, el material de aprendizaje más idóneo para sus estudiantes.

También hemos visto diferentes estilos en cuanto a la ubicación de las actividades en el texto. Este hecho no era novedoso pero planteaba problemas: dada la cantidad de las que aparecían en las cuatro, resultaba casi imposible hacerlas todas por todos en el aula, con la carga lectiva de la asignatura. De ahí que surgiera otra necesidad formativa: qué criterios debía utilizar el profesor para trabajar unas en el aula y proponer otras para hacerlo fuera de ella.

Y esto nos lleva a otro tema para reflexionar: el trabajo del alumno fuera del aula. Pensamos que, desde luego, debían existir unas exigencias de tareas en casa, entre otros motivos, para que se incrementara la autonomía intelectual del alumnado. Ahora bien, el reto para el futuro profesor era –y es– qué tipo de actividades debíamos plantearles. Y, paralelamente a éste, cómo controlábamos las tareas realizadas, cómo las corregíamos, cómo las valorábamos...

*b) en relación con el SP02*

Los contenidos incluidos en los libros de texto eran numerosos y todos los materiales compartían una característica: la cantidad desproporcionada de términos, procesos y hábitos que deben aprender.

Como dijimos, había problemas en los contenidos conceptuales: se diferencian poco de los que había en “otras reformas”, se ignoraban las repercusiones medioambientales o las normas de seguridad, se “inflaba” el número de términos pero sin profundizar en el alcance y significación de muchos de ellos; había usos inadecuados de la terminología... Todo esto generaba unas necesidades formativas desde una perspectiva científica que debía atenderse también en la Diplomatura.

En cuanto a los procedimientos, el problema era la ausencia de muchos y la excesiva reiteración a los mismos. En cuanto a las actitudes, su ausencia resulta clamorosa, tanto que no se puede hablar de coherencia y tampoco de diferencias entre las editoriales. Desde luego, la supresión de la distinción entre los “tres tipos de contenidos” o la omisión de las referencias a los “contenidos transversales” no

implicaba que estos conocimientos no hubiera que enseñarlos por lo que los programas formativos debían contemplarlo; como antes, no sólo saberlos sino saber enseñarlos.

Necesitábamos, pues, que los futuros maestros tuvieran una formación amplia y actualizada o, por lo menos, que fueran capaces de disponer de estrategias y técnicas que les permitieran conocer el significado de los términos que mencionábamos; entre otros motivos porque iban a seleccionar y secuenciar aquellos que sean relevantes y generadores de nuevos aprendizajes. En este sentido, podría ser útil conocer las técnicas de elaboración de mapas conceptuales.

Por otro lado, nadie es capaz de enseñar lo que no sabe. Nuestros futuros maestros debían conocer y practicar los procedimientos implícitos en los libros de textos. Esto sólo es el punto de partida porque, además, debe aprender estrategias concretas para enseñarlos; enseñar a realizar montajes, a observar, a utilizar técnicas básicas, a analizar datos y situaciones, a realizar predicciones o a establecer conclusiones.

En la misma línea, los maestros en formación inicial deben tener una actitud positiva y crítica hacia los descubrimientos y avances de las ciencias; comportarse con rigor, precisión, coherencia, sin dogmatismo... en las actividades de carácter científico; o manifestar respeto hacia la salud y el medio ambiente. Todo ello, lleva consigo el conocimiento de la historia y evolución de las ciencias, el de sus formas y métodos de trabajo, el de conductas preventivas y activas en defensa del medio... Y, como antes, además, debe aprender técnicas, estrategias y dinámicas para enseñarlos a los alumnos de Educación Primaria.

#### *c) en relación con el SP03*

Podemos afirmar que, en general, las cuatro editoriales –en la temática analizada- no contemplaban todos los contenidos y los criterios de evaluación establecidos oficialmente. El perfil de los conocimientos omitidos no es claro pero apunta a la escasez de experiencias y experimentos en el desarrollo de la materia.

Por todo ello, es preciso que el futuro profesor conozca el currículum; es decir, sea consciente, por ejemplo, de sus diferencias con el que vivió como estudiante. Y hacerlo críticamente, viendo su adecuación a las tendencias de la investigación e innovación en la DCE, sus obstáculos y viabilidad, sus necesidades formativas...

Es preciso también clarificar al futuro maestro qué son las competencias y, sobre todo, cómo se traducen en la planificación e intervención en el aula. Deben aprender cómo enseñarlas y cómo evaluarlas. Deben disponer de técnicas y estrategias que le den un poco de seguridad (sobre todo, al comenzar) para comprender en qué consiste y en qué no. Deben ser conscientes de que no se han sustituido las viejas disciplinas por las nuevas competencias y que, desde cada una de las materias, se debe contribuir a todas las básicas. Deben ser capaces de hacer compatible este nuevo paradigma con los hallazgos ya existentes en la DCE...

#### *d) en relación con el SP04*

Analizadas las actividades de laboratorio planteadas en las cuatro editoriales sobre la temática “Dispositivos y máquinas mecánicas” mediante la V de Gowin, queremos destacar dos hallazgos. Por un lado, la existencia de un número, porcentualmente alto, de prácticas cuya finalidad era sólo “construir algo”. No se incidía en más procedimientos: no había datos, ni transformaciones, ni análisis, ni

conclusiones. Sólo se trataban destrezas manipulativas... Por otro, que existía una heterogeneidad en los modelos que subyacían en este tipo de actividades, a veces dentro de una misma editorial.

Habría que enseñar a los futuros maestros a elaborar las V de Gowin, no sólo como instrumento de análisis sino como estrategia de planificación de la actividad docente. Este tipo de herramientas pueden ser útiles para apreciar que una práctica no es sólo "hacer algo"; que, detrás de la misma, hay un marco teórico de referencia; que hay una estrategia, una sistemática, un proceso organizado que respalda la fiabilidad de lo que se concluye; que hay un acontecimiento o hechos pero que podían elegirse otros...

Y, además, se debía ampliar y enriquecer las experiencias y experimentos de nuestros estudiantes, ya sea para que las puedan utilizar como apoyo a sus explicaciones (experiencias de cátedra), como para transformarlas en actividades didácticas que el alumnado debe realizar en el aula, con más o menos autonomía, o como situación en la que un estudiante pueda integrar conocimientos muy variados.

Por último, señalar que, con o sin reforma, era –y es- necesaria una transformación profunda de este recurso didáctico que, nos guste o no, es determinante en nuestro sistema educativo (Del Carmen, 2001).



## **CAPÍTULO 3**

### **Participantes y contexto**

- PARTICIPANTES
- CONTEXTO



## CAPÍTULO 3. PARTICIPANTES Y CONTEXTO

---

Una vez descrito el contexto escolar en el que deberían ejercer su labor profesional nuestros estudiantes, vamos a ocuparnos del contexto en el que se desarrolló su formación inicial. En este sentido, creemos conveniente describir, en primer lugar, algunas características de los participantes en la experiencia; al formar parte este trabajo de un proyecto de investigación más amplio, utilizaremos la información que detallamos y analizamos más profundamente en el trabajo de Nortés (2015). Por otro lado, es preciso clarificar más cómo había sido el programa de formación y, en particular, cómo se habían desarrollado los contenidos que inciden más directamente en el tema de “*Dispositivos y máquinas mecánicas*”.

### 3.1. PARTICIPANTES

Como hemos dicho, el objetivo último de nuestro trabajo es conocer algunas características de nuestros alumnos antes de la extinción del título de Diplomado de Maestro Especialidad Educación Primaria. En nuestro caso, hemos de decir que los datos se recogieron durante el desarrollo de los exámenes finales de la asignatura “Didáctica de las Ciencias Experimentales II”. Por lo tanto, salvo los repetidores, responde a la situación final del programa de formación. No obstante, el estudio tiene unas limitaciones de partida.

En primer lugar, somos conscientes que el número de características que nos permiten definir a un maestro o un futuro maestro es muy amplio: sus conocimientos científicos (sobre los conceptos, principios y teorías de las Ciencias, las destrezas y procedimientos, las actitudes, los hábitos, la epistemología, la historia de los descubrimientos, las repercusiones sociales del quehacer científico...), sus conocimientos didácticos (sobre los modelos de profesorado, las características de los alumnos y sus formas de aprender, las secuencias de enseñanza, el diseño de actividades, los procedimientos y estrategias de evaluación, los modelos de planificación...); sus conocimientos curriculares (sobre los programas oficiales, las orientaciones del legislador, la interdisciplinariedad y la globalización, las áreas transversales...), su experiencia profesional (como alumno, en el Prácticum, como profesores de “clases particulares”...), sus creencias y concepciones ideológicas (sobre la política, la educación, la enseñanza obligatoria, el papel de la EP en la ciudadanía, las concepciones metodológicas, los principios pedagógicos...), sus cualidades personales (su afectividad hacia el alumnado, su honestidad, su responsabilidad, su implicación en el aula, su empatía con otros, su capacidad para trabajar de forma cooperativa, su facilidad para la comunicación...). Pero, incluso, si elegimos una de las variables mencionadas, también se pueden desglosar en nuevas unidades de análisis que harían imposible poder estudiarlas todas, haciéndolo al mismo tiempo y con el mismo grupo. Es preciso elegir y nosotros lo hemos hecho: el ámbito de las actividades prácticas, el tema “*Dispositivos y máquinas mecánicas*”, la ubicación temporal al final del proceso formativo, en situación de examen...

Una segunda limitación surge de la elección de los futuros maestros. Hemos trabajado los estudiantes de nuestra facultad por muchos motivos: comodidad, disponibilidad, implicación... y, sobre todo, porque pensamos que las “primeras respuestas” de nuestra investigación deben de orientarse a ellos. En este sentido, hemos de señalar que se trata de una muestra incidental (no hemos usado ningún criterio en la selección) y, por lo tanto, que ni queremos ni podemos extrapolar o generalizar las conclusiones a las que lleguemos con la experiencia que hemos realizado.

Otra limitación del estudio es que, de cara a valorar los efectos de nuestro programa de formación, no tenemos los datos de cómo “entraron” estos alumnos en la titulación (tres años antes...). Ello nos impide identificar los cambios – modificaciones, ampliaciones, sustituciones...- en los conocimientos, en sus concepciones, en su forma de ser y estar, en su manera de hacer... No tenemos información para valorar los progresos, los avances, la evolución...

En resumen nuestra intención es “realizar una fotografía” de unas variables concretas de un grupo determinado de alumnos que habían acabado sus estudios de Diplomado en Maestro Especialidad Educación Primaria. Además, sin menospreciar la utilidad que pudiera tener para evaluar un programa ya cursado (con un componente innovador que comentaremos), nos debe permitir tener datos para poder contrastarla con “otras experiencias similares” que se puedan realizar con los futuros planes de estudios. Por lo tanto, para dar respuestas a los problemas que nos hemos planteado, utilizaremos diseños ex post facto.

### **3.1.1. Características de los participantes: historia académica personal**

Como hemos dicho, este trabajo forma parte de un proyecto de investigación mucho más amplio, en torno al cual se ha realizado o están en proceso de realización cuatro Tesis Doctorales. En concreto, sobre los alumnos que forman parte de la experiencia, otros miembros del grupo publicaron algunos datos de la variable que llamamos historia académica personal (Pro y Nortes, 2013).

Entendemos por historia académica personal el conjunto de recuerdos que el estudiante tiene de su formación académica anterior en un campo concreto de conocimientos (en nuestro caso, en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias), y las apreciaciones y valoraciones que actualmente hace de las mismas. Es, por tanto, una variable en la que se entremezclan la realidad, las vivencias personales, las percepciones, la lectura interesada, el olvido... Se trata de datos que pueden no ser estables, que no son exactos y precisos, que se encuentran “afectados por las emociones”... pero que han sido tomados y tratados con todo el rigor que hemos podido.

Siguiendo con el trabajo de Pro y Nortes (2013) y Nortes (2015), debemos decir que los datos que utilizaron estos autores corresponden a una muestra más amplia (110 estudiantes y no 98, como en este caso). Pero tanto en su estudio como en el nuestro corresponde al mismo grupo (probablemente los 98 forman parte de los 110). La no coincidencia es ajena a los investigadores: el cuestionario de Pro y Nortes fue pasado a mediados de curso y nuestro estudio se realiza a final de curso. No ha habido ninguna selección por nuestra parte. Por lo tanto, podemos pensar que la mayoría de sus resultados es trasladable a nuestros participantes. En este sentido, vamos a describir algunos de los resultados encontrados, distinguiendo las percepciones de las opiniones:

#### *En cuanto a sus percepciones*

- Las clases de Ciencias que habían recibido antes de entrar en la universidad se centraban principalmente en la adquisición de conceptos teóricos. Las destrezas técnicas y las destrezas básicas, se trabajaban de forma anecdótica. Las habilidades de Investigación habían sido las menos trabajadas. Las destrezas comunicativas tenían un tratamiento heterogéneo, si bien con cierta tendencia a la omisión. Sin embargo, los hábitos saludables o cuidado del medio, según decían los estudiantes, tuvieron una cierta presencia en las aulas.

- Las actividades más habituales que habían realizado eran escuchar las explicaciones del profesor y realizar aquellas que venían en los libros de texto. Las exposiciones se apoyaban en la pizarra y, en algunos casos, en la “lectura explicada” del libro. En general, no se usaban las TICs, ni el trabajo



cooperativo, ni las prácticas de laboratorio. En algunos casos, los alumnos se limitaban a leer autónomamente su libro de texto. Predominaba el trabajo individual frente al de grupo.

- La evaluación se centraba en la constatación del aprendizaje conceptual del alumnado; normalmente se planteaban exámenes en los que debían reproducir conocimientos explicados o realizar ejercicios similares a los “ensayados” en clase. Incluso, algunos hablaban de que tenían en cuenta el comportamiento. Las actividades de laboratorio no eran consideradas en la calificación (lógicamente si no se hacían...). Pocas veces se valoraba al profesor o a los materiales utilizados.

- En cuanto a actividades de carácter científico que realizaron fuera de la educación formal, conocían y habían visitado muchos museos aunque, a la vista de sus respuestas, pocos habían apreciado alguna conexión con lo trabajado en las aulas. Sin embargo, pocos habían ido a la Semana de la Ciencia, evento de gran arraigo en nuestra Comunidad Autónoma. Los programas de TV relacionados con las ciencias que más audiencia tenían entre los participantes eran “Érase una vez el cuerpo humano”, “El hombre y la Tierra” y “El Hormiguero”.

*En cuanto a sus opiniones*

- La opinión de nuestros estudiantes sobre los contenidos que les enseñaron en las clases de ciencias es que estos estaban muy lejos de lo que, para ellos, pensaban que sería deseable. Lo que no sabemos es qué pensaban que se debería enseñar de Ciencias en la Educación Primaria, qué conocimientos eran básicos en la formación de un ciudadano o cómo secuenciarlos en los tres ciclos de esta etapa educativa.

- En cuanto a las actividades realizadas, estaban concienciados o sensibilizados para hacer algo diferente: más laboratorio, más trabajo en grupo, menos pasividad, mayor variedad de recursos.... No obstante, más allá del uso de expresiones y tecnicismos propios de la jerga pedagógica, aportaban pocas ideas concretas para hacer algo distinto a lo que criticaban.

- Respecto a la evaluación mostraban su insatisfacción sobre el qué y sobre el cómo. Se mostraban muy críticos con que no era continua, que se focalizaba en la reproducción memorística de conceptos y definiciones, que sólo estaba centrada en el alumnado... Pero no vislumbraban una alternativa clara a lo que tanto criticaban.

- Consideraban interesante la incorporación de los museos o de los contenidos televisivos al desarrollo de las clases de Ciencias pero probablemente no sabían cómo.

Todo ello llevaba a una categorización del grado de innovación percibido en su formación académica anterior a la entrada en la universidad. En la Tabla 3.1 se recoge la distribución.

CATEGORÍA	N.º	%
NADA	38	35,55
ALGO-NADA	23	20,91
ALGO	27	24,55
SUSTANTIVO-ALGO	16	14,55
SUSTANTIVO	6	5,45
DETERMINANTE-SUSTANTIVO	0	0
DETERMINANTE	0	0

Tabla 3.1. Categorización del grado de innovación en la experiencia en los niveles no universitario (Nortes, 2015, p.131)

Los porcentajes son bastante claros: más del 80% no habían “tenido contacto” con elementos innovadores en su experiencia con la enseñanza de las ciencias antes de entrar en la universidad.

### 3.1.2. Características de los participantes: percepción sobre las aulas de EP

En los trabajos de Nortes y Pro (en prensa) y Nortes (2015), también se recoge información sobre la percepción que tenían los futuros maestros sobre las aulas de Educación Primaria, que nos puede ayudar a caracterizar a nuestros participantes.

Entendemos por percepción sobre las aulas, aquellos hechos y relatos realizados sobre la enseñanza de las ciencias que se llevaba a cabo en las aulas de esta etapa educativa. Hemos de decir que –como veremos- los futuros maestros, antes de comenzar el Bloque 3 de la asignatura “Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza”, habían cursado las asignaturas de Prácticas de Enseñanza. Por lo tanto, su visión de la realidad y sus valoraciones estarán mediatizadas por sus experiencias durante el desarrollo de esta materia curricular.

Como es lógico, hacemos extensible a los datos que vamos a exponer las consideraciones realizadas sobre la diferencia en el tamaño de las muestras (en el trabajo de Nortes eran 110 mientras que, en éste, eran 98) pero, como en las características anteriores, podemos extrapolar a nuestros participantes la información que Nortes (2015) describe para todo el grupo. También distinguimos entre percepciones o descripciones y opiniones o valoraciones.

*En cuanto a las percepciones:*

- Hay una minoría que hicieron sus Prácticas de Enseñanza en los tres últimos cursos (4º, 5º y 6º), justamente donde se concentran la mayor parte de los conocimientos de “Dispositivos y máquinas mecánicas”.
- Por si fuera poco, el Bloque 7 –en el que se concentra gran parte de los contenidos de nuestra temática- fue impartido por 6/110; es decir, prácticamente ninguno ha impartido, parcial o totalmente, los conocimientos objeto de nuestro estudio.
- No tenían muy claro lo que era la interdisciplinaridad, globalización, las áreas transversales... y, según señalaban, las ciencias se suelen trabajar “de forma aislada”.
- Percibían que los contenidos prioritarios en la enseñanza eran los conceptos, teorías, leyes...; el más novedoso era la creación de hábitos saludables (sobre todo en los primeros cursos). Los contenidos menos atendidos son las habilidades de investigación y las destrezas técnicas. Tampoco tienen mucha presencia las destrezas básicas y las comunicativas.
- Las actividades más habituales que habían visto en las aulas eran nuevamente escuchar las explicaciones del profesor y realizar aquellas que venían en los libros de texto. Las exposiciones se apoyaban algo más en las TIC pero seguía teniendo un gran protagonismo el libro de texto y las actividades que, en estos, se planteaban. En general, no se usaban ni el trabajo cooperativo, ni las prácticas de laboratorio, ni comics, ni los programas de TV, ni los museos... Seguía predominando el trabajo individual frente al de grupo.
- La evaluación se realizaba al final del tema y su finalidad era constatar el grado de aprendizaje conceptual del alumnado; seguían planteándose exámenes (en muchos casos, después de cada tema) en los que debían reproducir conocimientos explicados o realizar ejercicios similares a los “ensayados” en clase. Parece que había un incremento importante la inclusión de la adecuación de los cuadernos de trabajo a las calificaciones. Tampoco en este caso pocas veces se valoraba al profesor o a los materiales utilizados.

*En cuanto a sus valoraciones*

- Aunque hay valoraciones positivas sobre la tipología de contenidos y sobre la proximidad al mundo cercano al niño, había un predominio de las valoraciones negativas sobre las positivas en cuanto los contenidos a enseñar. Y los motivos que las justificaban eran: conocimientos alejados de la realidad del niño de EP, poca utilidad y utilización de los mismos, dependencia excesiva de los libros...; como se ve, argumentos contradictorios que ponen de manifiesto la heterogeneidad de las situaciones.

Por otro lado, algo más de la mitad opinaba que los contenidos eran muy parecidos a los que estudiaron hace unos años, no llegaba al 20% los que opinaban que los que actuales eran mejores que los que aprendieron ellos, y tan sólo 2 alumnos opinaron que eran peores.

- Opinaban que la tradición y la falta de formación de algunos tutores obligaban a una dependencia exagerada de los libros de texto. Aunque se reconocía una cierta evolución en los tipos de actividades planteados, veían que ésta era insuficiente para este tiempo, donde hay más recursos, materiales y, en definitiva, posibilidades para elegir.

También en este caso más de la mitad decían que eran muy parecidas a las que realizaron ellos hace años, algo más de un cuarto que las actuales eran mejores, y tan sólo 4 alumnos que eran peores.

- Nuevamente pusieron de manifiesto sus críticas sobre la situación de la evaluación pero éstas no van acompañadas de alternativas concretas. En algunos casos, tenían problemas con términos asociados a la evaluación: continua, formativa, significación del aprendizaje... No creen que haya un declive actitudinal en función del nivel educativo ni que haya diferencias en función del género.

También en este elemento curricular muchos coincidían en que no se habían producido cambios sustantivos respecto a lo que ellos vivieron.

Todo ello llevaba a una categorización del grado de innovación percibido en las aulas de Educación Primaria después de haber cursado las asignaturas de Prácticas de Enseñanza; los resultados se recogen en la Tabla 3.2.

CATEGORÍA	N.º	%
NADA	19	17,27
ALGO-NADA	25	22,72
ALGO	25	22,72
SUSTANTIVO-ALGO	21	19,09
SUSTANTIVO	11	10
DETERMINANTE-SUSTANTIVO	6	5,45
DETERMINANTE	3	2,73

Tabla 3.2. Categorización del grado de innovación en la experiencia en el Prácticum (Nortes, 2015, p.169)

Aunque los valores siguen siendo preocupantes (el 70% apenas han percibido elementos innovadores en el Prácticum), hay una sensible mejora respecto a la experiencia personal que habíamos visto en la variable anterior.

**3.1.3. Características de los participantes: rendimiento académico**

Cuando nos quejamos del nivel con el que nos llegan nuestros estudiantes, parece que olvidamos una serie de hechos que deberían hacernos reflexionar antes de pronunciarnos tan injustamente:

- En primer lugar, habría que preguntar a los que los tendrán a continuación si están en “mejores condiciones” o si se quejan también como lo solemos hacer, con tanta asiduidad como falta de rigor.
- En segundo lugar, los resultados académicos parecen desmentir la aseveración mencionada. Las tasas de éxito, de abandono, de eficiencia... de la titulación son “envidiados” por otras titulaciones universitarias.
- En tercer lugar, solemos referirnos a las carencias como si éstas se concentraran en los conocimientos científicos (como si los didácticos y profesionales, que dependen de nosotros, no los tuvieran).

Una de las excusas más recurrentes es que nuestros estudiantes no tuvieron una relación con materias de carácter científico desde que cursó 3º de la ESO. En la Tabla 3.3 se recogen la procedencia de los futuros maestros que participaron en la experiencia.

ACCESO	Sujetos	TOTAL	%
Educación Infantil	A92	1	1%
FP (Técnico en Educación Infantil)	A3-A22-A28-A36	4	13%
FP (Dietética y nutrición)	A21-A53-A97	3	
FP (Administración y finanzas)	A52-A91	2	
FP (Decoración)	A20	1	
FP (Integración social)	A50	1	
FP (Auxiliar de clínica)	A70	1	
FP (Delineación)	A80	1	
BUP-COU Ciencias	A11- A44- A89- A95	4	28%
Bachillerato Ciencias de la Salud	A4-A5-A12-A19-A23-A39-A43-A51-A54-A60-A68- A82-A90	13	
Bachillerato C.Salud-C.Tecnológico	A16- A35	2	
Bachillerato Científico-Tecnológico	A14-A18-A30-A64-A66-A85-A86-A96	8	
BUP-COU Letras	A10-A42- A45-A55	4	49%
Bachillerato -Ciencias Sociales	A2- A6-A10-A15-A17-A25-A26-A27-A29-A33-A34-A37-A40-A41-A46-A48-A49-A56-A57-A59-A61-A62-A63-A65-A69-A71-A72-A74- A77- A78-A79-A87-A93- A94	34	
Bachillerato Humanidades	A1-A13- A32-A38-A47-A81-A83-A88- A98	9	
Bachillerato Letras	A31	1	
Mayores de 25	A9-A24- A58	3	
No específica	A7-A21-A67-A75- A76-A84	6	6%

Tabla 3.3. Modalidad de acceso de los participantes

Un alumno ya había cursado la titulación de Educación Infantil; también había otros que teóricamente tenían algunos conocimientos sobre el mundo escolar (los técnicos en Educación Infantil). Más de la cuarta parte había realizado sus estudios no universitarios en el ámbito de las ciencias, tecnológico o de la salud; es decir, presumiblemente tenían una formación científica previa a su entrada en la titulación. Frente a este dato, más de la mitad no tenían “contacto con la ciencia” desde hacía bastante tiempo.

Si bien es cierto que, en muchos casos, los estudios anteriores pueden ser una circunstancia determinante, en otros pensamos que resulta una “causa fácil” que puede encubrir otras razones más profundas. No podemos olvidar que, en nuestro caso, el estudiante ha cursado dos materias obligatorias de carácter científico e, incluso, es posible que haya hecho una optativa del ámbito de la didáctica de las ciencias.

En la Tabla 3.4 hemos recogido las calificaciones obtenidas en la asignatura “Ciencias de la Naturaleza” de 2º curso de la especialidad de Educación Primaria.

Suspense	Aprobado	Notable	Sobresaliente
A7, A9, A23, A31, A35, A44, A59, A60, A73, A75, A76, A78, A88, A92, A94	A1, A3, A6, A8, A11, A13, A14, A17, A18, A20, A21, A22, A24, A27, A30, A32, A33, A37, A38, A43, A45, A46, A48, A49, A52, A53, A57, A58, A61, A62, A63, A64, A66, A67, A68, A70, A72, A74, A77, A79, A80, A81, A84, A85, A93	A4, A5, A10, A12, A15, A16, A28, A34, A39, A40, A41, A42, A47, A50, A51, A54, A55, A56, A65, A69, A71, A82, A83, A86, A87, A89, A96, A97, A98.	A19, A25, A26, A29, A36, A90, A91, A95
<b>15 (15%)</b>	<b>45 (46%)</b>	<b>29 (30%)</b>	<b>8 (8%)</b>

Tabla 3.4. Calificaciones de los participantes en la asignatura “Ciencias de la Naturaleza” de 2º curso

Como puede apreciarse, sólo un 15% habían tenido problemas para superar la materia. Aunque el mayor grupo había sido calificado con Aprobado, casi el 40% del grupo ha obtenido Notable o Sobresaliente.

En cualquier caso, con independencia de sus estudios previos o de los más próximos, pretendemos que los datos e información que obtengamos reflejen fielmente los conocimientos finales de didáctica de las Ciencias del grupo estudiado.

### 3.1.4. Características de los participantes: variables sociales

Aunque honestamente creemos que estas variables no condicionan los resultados académicos o el grado de utilización de los conocimientos científicos, didácticos y profesionales, hay dos que podrían jugar un papel en este y otros trabajos. Se trata del género y la edad.

En la Tabla 3.5, se recoge el género de las participantes.

Hombre	Mujer
A6, A13, A16, A17, A19, A44, A50, A56, A61, A75, A77, A83, A86, A88, A98	El resto
<b>15 (15%)</b>	<b>83 (85%)</b>

Tabla 3.5. Género de los participantes

Como era esperable, los porcentajes muestran una realidad bastante generalizada: el carácter feminizador de la titulación.

En la Tabla 3.6, se recoge la edad (por intervalos) de los estudiantes que han participado en la experiencia.

EDAD	19-21	22-25	26-30	31-35	Más de 36	NC
Nº alumnos	45 (46%)	21 (21%)	10 (10%)	8 (8%)	7 (7%)	4 (4%)

Tabla 3.6. Edad de los participantes

El alumno más joven es A47 con 19 años y la mayor es A11 con 53. Por lo demás, casi la mitad está en las “edades ideales” si no se repiten cursos. Pero había un porcentaje importante –casi un 20%- que tenía más de 30 años, que podríamos considerar mayores en la “universidad actual”.

## 3.2. CONTEXTO

### 3.2.1. Contexto de la titulación

El sistema de formación inicial del profesorado de Educación Primaria estaba regulado por unas directrices oficiales de los planes de estudios elaboradas por Ministerio de Educación y promulgadas mediante el Real Decreto 1440/1991 y las modificaciones introducidas con posterioridad (Reales Decretos 1267/94, 2347/96, 614/1997 y 779/98).

En la Tabla 3.7, hemos recogido los créditos asignados a las materias troncales en el primer decreto pues fue el que marcó, en el caso de la Universidad de Murcia, las decisiones posteriores; entre paréntesis figuran los créditos asignados al área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la especialidad de Educación Primaria.

Tipo de materias	Educación Primaria
Troncales comunes	40 créditos
Troncales especialidad	46 cr. (9 cr.)
Prácticum	32 créditos

Tabla 3.7. Créditos de las materias troncales del RD 1440/91

El significado de “crédito” era el de número de periodos de 10 horas de actividad presencial que obviamente no coincide con el de “créditos ECTS” que se refiere al volumen de trabajo del alumnado y en el que la presencialidad hay que fijarla “aparte” ya que puede ser diferente según el tipo de materia.

Por otro lado, el decreto hablaba de materias troncales en todas las especialidades (además de la de Educación Primaria) pero se refería a la formación en Psicología, Pedagogía y Sociología. Compartimos con Pro (2003) que el término nos parece inoportuno pues podría hacer creer que el futuro maestro no necesitaba conocimientos de otras materias para su ejercicio profesional. Creemos que el conocimiento psicopedagógico (igual que el conocimiento científico) no es suficiente: se cambió “el que sabe, sabe enseñar” por “con saber pedagogía y psicología, se sabe enseñar todo”. Nosotros no estamos de acuerdo con ninguno de estos planteamientos.

Según Pro (2003) el peso asignado a los departamentos psicopedagógicos en las directrices generales los convirtieron en árbitros privilegiados de la situación -tenían asegurada ya una presencia bastante significativa- y no favoreció el debate pausado y reflexivo sobre la distribución de los créditos, la discusión previa del modelo de maestro que queríamos formar, escuchar las opiniones de los futuros maestros y de maestros en ejercicio... En nuestro centro, ellos alentaron, como pocos, la lucha por el crédito. Ya sea por un excesivo celo en la utilidad formativa de sus materias o por motivos menos confesables, el hecho fue que el plan de estudios resultante no resolvió los problemas existentes: no contemplaba las necesidades derivadas del entonces currículum de la LOGSE, tenía un excesivo número de asignaturas, existía una escasa -o nula- relación y coordinación entre las materias...

En el título de Maestro (Especialidad de Educación Primaria), la presencia de las materias de DCE siempre fue significativa. Aunque el plan se “retocó” en tres ocasiones -la última aprobada por la Universidad de Murcia en julio de 2000, homologada por el Consejo de Universidades en octubre de 2000 y publicada por Resolución de 11 de abril de 2002 en el BOE- sólo se produjeron sensibles fluctuaciones en la distribución de los créditos.

En la distribución definitiva -la que cursaron los estudiantes que participaron en este trabajo- el Departamento de DCE tenía la responsabilidad de la planificación, desarrollo y evaluación de las

materias que aparecen en la Tabla 3.8; la del Prácticum era compartida con otros departamentos, lo que no nos garantizaba que la presencia del Conocimiento del Medio Natural fuera la deseada.

Materia	Curso	Créditos	Tipo de materia
Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica	2.º	5,5T - 4P	Troncal de especialidad
Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza	3.º	5T - 5P	Obligatoria de especialidad
Prácticum	2.º y 3.º	10 y 12	Troncal común
Educación Ambiental y su enseñanza	2.º	2T - 2,5P	Optativa
Educación para la Salud y su enseñanza	2.º	2,5T - 2P	
Educación para el consumidor	3.º	2T - 2,5P	
Taller de Ciencias	3.º	2T - 2,5P	
T: créditos teóricos; P: créditos prácticos			

Tabla 3.8. Materias del Título de Maestro de Educación Primaria

En relación con los descriptores de cada materia –se recogen en la Tabla 3.9- se tuvieron en cuenta las normas establecidas por las directrices y por la Universidad de Murcia para las asignaturas optativas. No obstante, constituyeron unos indicadores tan ambiguos que precisaban de una mayor concreción y desarrollo en los programas elaborados y aprobados por los Consejos de Departamentos.

Materia	Descriptores
Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica (troncal)	Conocimientos de las ciencias de la naturaleza. Contenidos, recursos didácticos y materiales para la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza.
Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza (obligatoria)	Fundamentos del aprendizaje y de la enseñanza de las Ciencias. Elementos para la planificación de la intervención en el aula: diseño de unidades didácticas en el área del conocimiento del medio
Educación Ambiental y su enseñanza (optativa)	Principios generales de la Educación Ambiental. La educación ambiental como área transversal. Modelos y recursos didácticos para la educación ambiental.
Educación para la Salud y su enseñanza (optativa)	Conocimiento de los factores de riesgo para la salud individual y colectiva. Propuestas metodológicas y recursos didácticos en educación para la salud
Educación para el consumidor y su enseñanza (optativa)	Marco jurídico y competencial de protección y tutela del consumidor. La educación del consumidor como tema transversal del currículo. Actividades y propuestas de enseñanza sobre educación del consumidor
Taller de Ciencias (optativa)	Técnicas básicas para la experimentación en ciencias de la naturaleza. Análisis de las actividades experimentales en la escuela. Materiales y fenómenos de la vida cotidiana.

Tabla 3.9. Descriptores de las materias del Título de Maestro de Educación Primaria

Vamos a comentar brevemente algunos pormenores de estas materias (Pro, 2003). En primer lugar, las denominaciones utilizadas en cada una responden a criterios circunstanciales (obligatoriedad de las directrices, denominación del área, diferenciación académica, oportunidad) y, en ningún caso, a una concepción sumativa de los conocimientos trabajados (científicos + profesionales). Para nuestro trabajo, lo único importante es que todos los alumnos habían cursado la materia “Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica” y “Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza”.

Las optativas trataban de ampliar la formación de los futuros maestros de Educación Primaria en ámbitos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y en otros que se consideraban fundamentales para una visión transversal del Conocimiento del Medio. No obstante, hemos de indicar que el número de alumnos que habían elegido alguna de las ofertadas era inferior a 20.

Por lo tanto, nos detendremos en las obligatorias porque habían sido cursadas por todos los participantes. Las asignaturas Ciencias de la Naturaleza y su didáctica y Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza fueron consideradas un todo por el Departamento de DCE, de tal forma que existía una coordinación completa, no sólo en los temarios de cada asignatura sino que, según los miembros del mismo, se discutieron los contenidos y su secuenciación, las actividades de enseñanza, los documentos de trabajo, los criterios de evaluación y, aunque los grupos tenían distintos profesores, se

realizaban los mismos exámenes. En la Figura 3.1 se recogen los tópicos científicos y didácticos que se integraron.

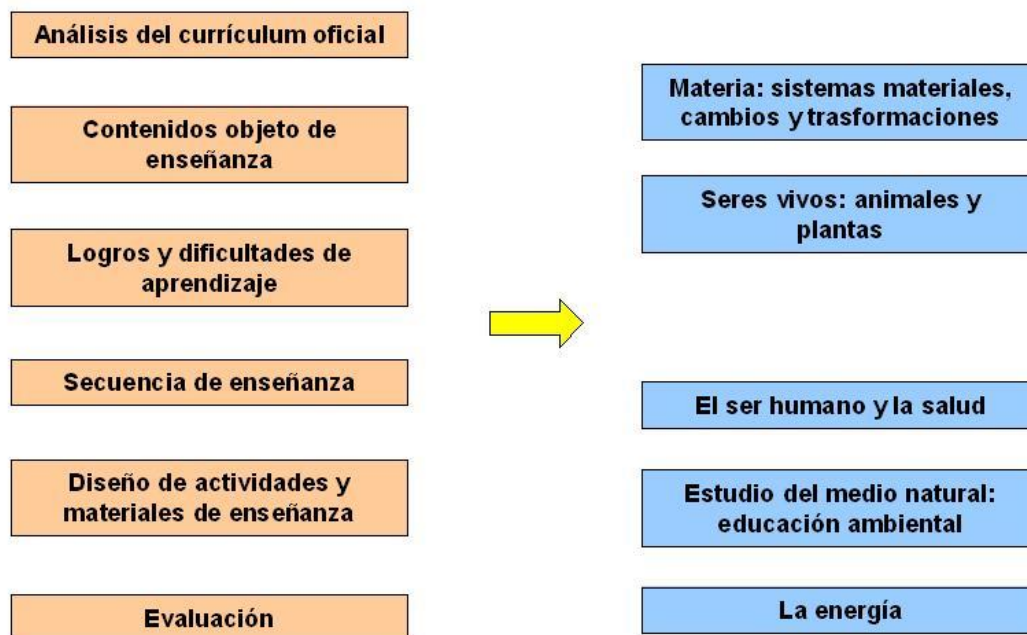


Figura 3.1. Conocimientos científicos y didácticos de las asignaturas de DCE

La asignatura “Ciencias de la Naturaleza” tenía dos bloques: “Materia: sistemas materiales” y “Seres vivos: animales y plantas”. Aunque en el primer caso, se incidía de forma especial en el “Análisis del currículum”, los “Contenidos de enseñanza” y el “Diseño de actividades y materiales de enseñanza”, se trabajaban los otros elementos curriculares (columna de la izquierda) en cada uno de los bloques mencionados. El programa-guía de actividades de esta materia ha sido publicado de forma detallada por Sánchez, Valcárcel, García-Estañ y Guzmán (2005).

La asignatura “Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza” tenía tres bloques. Como en los anteriores había unos tópicos didácticos preferentes. Su texto-guía ha sido publicado por: Banet, Jaén y Pro (2005). A ella nos referimos en el siguiente apartado.

### 3.2.2. Contexto de la asignatura

La asignatura “Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza” era una materia troncal de la titulación de Maestro Especialidad de Educación Primaria. Se impartía en 3er. curso por profesores del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. El plan de estudios de la Universidad de Murcia le asignaba 5 créditos teóricos y 5 créditos prácticos.

En la presentación del texto-guía (Banet, Jaén y Pro, 2005) se señalaba que la función prioritaria de este documento era ayudar a nuestros alumnos en la adquisición de los conocimientos de esta asignatura. Según los autores, la experiencia les decía que los maestros en formación inicial necesitaban unos materiales de aprendizaje que no sólo le indiquen qué contenidos deben “empollar” sino que, además, les orienten en el proceso de aprender, que les inviten a reflexionar sobre la información que se les presenta, que les planteen preguntas e interrogantes, que le presenten situaciones próximas a la realidad de las aulas, etc. y, en definitiva, que le acerquen a la labor profesional de un docente. En este contexto, pensaban que el texto-guía que habían elaborado podía cumplir con estas funciones.



Los profesores de la asignatura señalaban que el programa debería orientarse fundamentalmente hacia el desarrollo profesional de un maestro. Por lo tanto, no pretendían enseñar las ciencias que necesita un físico, un biólogo, un geólogo; ni siquiera la que probablemente necesite un profesor de Bachillerato o de la Universidad. Que sólo trataban de presentar, compartir y debatir conocimientos que necesitaba el profesorado de Educación Primaria.

Por otro lado, manifestaban que había que depurar también los contenidos didácticos. Que cada vez surgían más líneas de trabajo y aparecían nuevos enfoques en el ámbito de la Educación. Y que si se compartía la idea de una formación continua, era preciso identificar cuáles eran las necesidades formativas en la formación inicial y dejar para más adelante otros conocimientos que se trabajarán cuando sea un profesor novel, principiante o con experiencia.

En la propuesta trataron de integrar las distintas dimensiones del conocimiento profesional de los futuros profesores; es decir, desarrollaron, de forma paralela, los conocimientos científicos, los didácticos y los prácticos. No había, por tanto, una parte de ciencias y otra de didáctica. Sólo había Didáctica de las Ciencias. Todo ello con el propósito de que, como futuros maestros y maestros, pudieran adquirir competencias suficientes para enseñar estos conocimientos en los distintos ciclos de Educación Primaria.

### **Objetivos de la asignatura**

Según los profesores, la asignatura se estructuró de forma que diera respuesta a unas intenciones educativas:

- \* Identificar los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que pueden ser objeto de enseñanza en Educación Primaria, a partir de las tendencias actuales de la Didáctica de las Ciencias.
- \* Analizar las posibilidades de los estudiantes de Educación Primaria para aprender contenidos relacionados con el Medio Natural, a partir de las capacidades intelectuales y de los conocimientos, habilidades y actitudes que ya poseen.
- \* Reconocer las circunstancias educativas que favorecen el aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes, relacionados con el Medio Natural. Estudiar las implicaciones educativas para el desarrollo del bloque El ser humano y la salud en la Educación Primaria.
- \* Analizar secuencias de enseñanza para Educación Primaria, examinando los objetivos educativos de sus diferentes fases y las implicaciones educativas de las distintas propuestas. Aplicar estos conocimientos a los contenidos relacionados con el bloque Estudio del Medio Físico en la Educación Primaria.
- \* Conocer propuestas, estrategias y técnicas de enseñanza que pueden ser de utilidad para la enseñanza del Medio Natural en la Educación Primaria. Reflexionar críticamente sobre la idoneidad y adecuación para favorecer el aprendizaje de los niños y niñas de estas edades.
- \* Reflexionar sobre qué, cómo y cuándo evaluar, tanto en lo que se refiere al aprendizaje de los estudiantes de primaria, como en cuanto al desarrollo del proceso de enseñanza.

\* Conocer cómo evaluar los conocimientos del alumnado de Educación Primaria y qué hacer ante los mismos en el proceso de enseñanza. Aplicar estos criterios a los contenidos correspondientes al bloque temático de La Energía.

### **Contenidos de la asignatura**

Cada bloque tenía un tema de tipo didáctico que trataba de revisar los conocimientos de este tipo que se habían facilitado en otras materias curriculares de tipo psicopedagógico. Tenían una estructura un poco diferente aunque mantenía los mismos epígrafes que en las otras “temáticas integradas”.

Los temas del programa presentaban la siguiente estructura

- Interrogantes centrales del tema
- Revisión de conocimientos
- Desarrollo de los contenidos del tema
- Bibliografía de consulta
- Orientaciones para las pruebas de evaluación del aprendizaje

Como hemos dicho, la asignatura estaba estructurada en tres Bloques que integraban conocimientos científicos y didácticos. Así, en relación con el referente didáctico, el primero se centraba en el aprendizaje de los conocimientos por los alumnos de estas edades (logros, dificultades, obstáculos...); en el segundo, en las secuencias de enseñanza que pueden usarse en las clases de ciencias (tradicional, constructivista, por indagación...); y, en el tercero, en la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se elaboraron quince temas. Los cinco primeros utilizan como tópico la enseñanza y el aprendizaje de “El ser humano y la salud”. Los cinco siguientes corresponden al “Estudio del medio físico” en esta etapa educativa. Y los cinco últimos al “Estudio de la Energía”. En todos los casos, se tiene como referente el currículum oficial de Educación Primaria, la selección y secuenciación de contenidos, los problemas que tiene el aprendizaje de los mismos, el diseño de actividades de enseñanza, etc.

En muchos momentos nos apoyamos en algunos conocimientos desarrollados en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales I que había sido impartida en el curso anterior y de la que ya hemos hablado.

### **Planteamientos metodológicos**

Proponían una metodología activa en la que se potenciarán las relaciones entre los distintos conocimientos para poder transferirlos más fácilmente a diferentes situaciones de un aula de Educación Primaria. Pero también trataban de que interesaran o provocaran la curiosidad del futuro maestro.

Según los autores del texto-guía, el programa se desarrollaba en el marco de una concepción constructivista de los procesos de aprendizaje, mediante la utilización de modelos de enseñanza que incluían desde la transmisión verbal de conocimientos hasta estrategias fundamentadas en la indagación de los estudiantes. Estas circunstancias variaban básicamente en función de las situaciones educativas que se planteaban, todas muy cercanas al aula.

El desarrollo de las clases se realizaba a través de una serie de actividades propuestas en cada uno de los temas. Estas podían desarrollarse en el aula, en el taller de didáctica o en el laboratorio. Eran esquemas sobre las explicaciones del profesor que permitan al alumno acceder a los conocimientos

teóricos básicos, o el planteamiento de situaciones educativas en las que se suscitaban interrogantes, se hacían reflexiones, se analizaba una información o un texto, se discutía en grupos, se argumentaba, se activaban y se cuestionaban los conocimientos dando posibilidad a generar unos nuevos mediante este proceso, etc.

### **Evaluación del alumno**

En cuanto a los criterios de calificación, decían que tendrían en cuenta los conocimientos científicos y didácticos adquiridos en relación con los contenidos de cada uno de los Bloques del Programa. Que se tendrían en cuenta prioritariamente las pruebas que se realizaran al respecto pero también se considerarían los trabajos desarrollados en clase, otros de carácter voluntario, la participación en las clases, etc.

Cada tema, como veremos, concluía con un apartado dedicado a las pruebas de evaluación, en la que se incluían criterios y preguntas de evaluación. Los criterios indicaban los conocimientos teóricos y prácticos que deberían adquirir los estudiantes. Además se incluían ejemplos de preguntas de exámenes de convocatorias anteriores para orientarles sobre lo que tendrían que resolver.

Las sesiones presenciales serían teórico-prácticas. En ellas, se plantearían actividades que debían realizar los estudiantes. A veces se les pedía la entrega de informes, de reflexiones, de respuestas a determinados interrogantes, etc. Todos ellos eran valorados por el profesorado para razonarles las respuestas deseables.

En los tres bloques se plantearon también otros trabajos, de carácter voluntario, con la finalidad de profundizar más detenidamente en algunos conocimientos del programa. Estos serán valorados por el profesor responsable del bloque y, en el caso de que esta valoración sea positiva, podrían incrementar la calificación del alumnado.

### **3.2.3. Contexto del Bloque**

El tercer bloque tenía las siguientes temáticas:

#### **BLOQUE III. LA ENERGÍA**

Tema 11. Evaluación de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias en Educación Primaria

Tema 12. Estudio del movimiento en la Educación Primaria.

Tema 13. Estudio de las máquinas y aparatos en la Educación Primaria.

Tema 14. Estudio de los circuitos eléctricos en la Educación Primaria.

Tema 15. Estudio de la energía y su problemática en la Educación Primaria.

El Bloque tuvo diferentes denominaciones pero hemos dejado por el que realmente era reconocido por los estudiantes. Por otro lado, el Tema 12 a veces fue sustituido por otro de carácter más didáctico que básicamente se orientaba a facilitar información sobre páginas de internet en la que podían encontrar información sobre los contenidos científicos y didácticos de la temática (de hecho, así se recoge en el texto guía).

### 3.2.4. Contexto del Tema “Estudio de las máquinas y aparatos”

Vamos a describir, con más detalle, el tema más directamente relacionado con lo que estamos estudiando. No obstante, insistimos que la finalidad de nuestro estudio va más allá de la evaluación del aprendizaje adquirido en un tema. Corresponde al tema 13 que hemos recogido en el Anexo 3.

El primer apartado **Interrogantes centrales del tema** que se recoge en el texto-guía aparece en la Figura 3.2. La finalidad es orientar al estudiante sobre las cuestiones que va a tratar de responder el desarrollo del tema.

#### INTERROGANTES CENTRALES DEL TEMA

En este tema vamos a trabajar los siguientes interrogantes:

- ¿Qué conocimientos debemos saber sobre “Máquinas y aparatos”? ¿Y sobre interacciones, fuerzas, masa, volumen...?
- ¿Cómo podemos medir las fuerzas? ¿Cuál es el fundamento de los dinamómetros?
- ¿Cómo estudiamos unas palancas? ¿Cuál es la ley de la máquina y la ventaja mecánica?
- ¿Cómo estudiamos las poleas fijas y móviles? ¿Cuál es la ley de la máquina y la ventaja mecánica?
- ¿Cómo estudiamos los planos inclinados? ¿Cuál es la ley de la máquina y la ventaja mecánica?
- ¿Cómo contribuyeron Arquímedes, Galileo Galilei, Leonardo da Vinci, Isaac Newton y Juan de la Cierva al desarrollo de los conocimientos de las máquinas y aparatos?
- ¿Qué dificultades de aprendizaje tienen estos conocimientos para el alumnado de Educación Primaria? ¿Cómo analizamos las respuestas de los niños a cuestiones sobre estos temas?
- ¿Cómo diseñamos actividades y secuencias de actividades para enseñar estos contenidos en Educación Primaria?

Figura 3.2. Interrogantes centrales del tema

El siguiente apartado empieza a desarrollar los contenidos del tema. Así, en la **Actividad 1** se indicaban una serie de contenidos que deberían ser revisados, como aparece en la Figura 3.3. Normalmente eran explicados por el profesor apoyándose en los mapas conceptuales que se recogen en las Figuras 3.4 y 3.5.

#### Actividad 1. ¿Qué sabemos del tema?

Revisa tus conocimientos sobre:

- conceptos de máquina, aparato, herramienta, operador...
- tipos de máquinas
- resistencia y peso; y fuerzas aplicadas
- balance dinámico: fuerza aplicada y resistencia; leyes de las máquinas
- energía; trabajo realizado y trabajo obtenido
- balance energético: ventaja mecánica; rendimiento
- eje, rueda, engranaje
- palanca (tres géneros), poleas (fija y móvil)
- plano inclinado, cuña, tornillo
- otras máquinas mecánicas

Figura 3.3. Actividad 1 del Tema 13

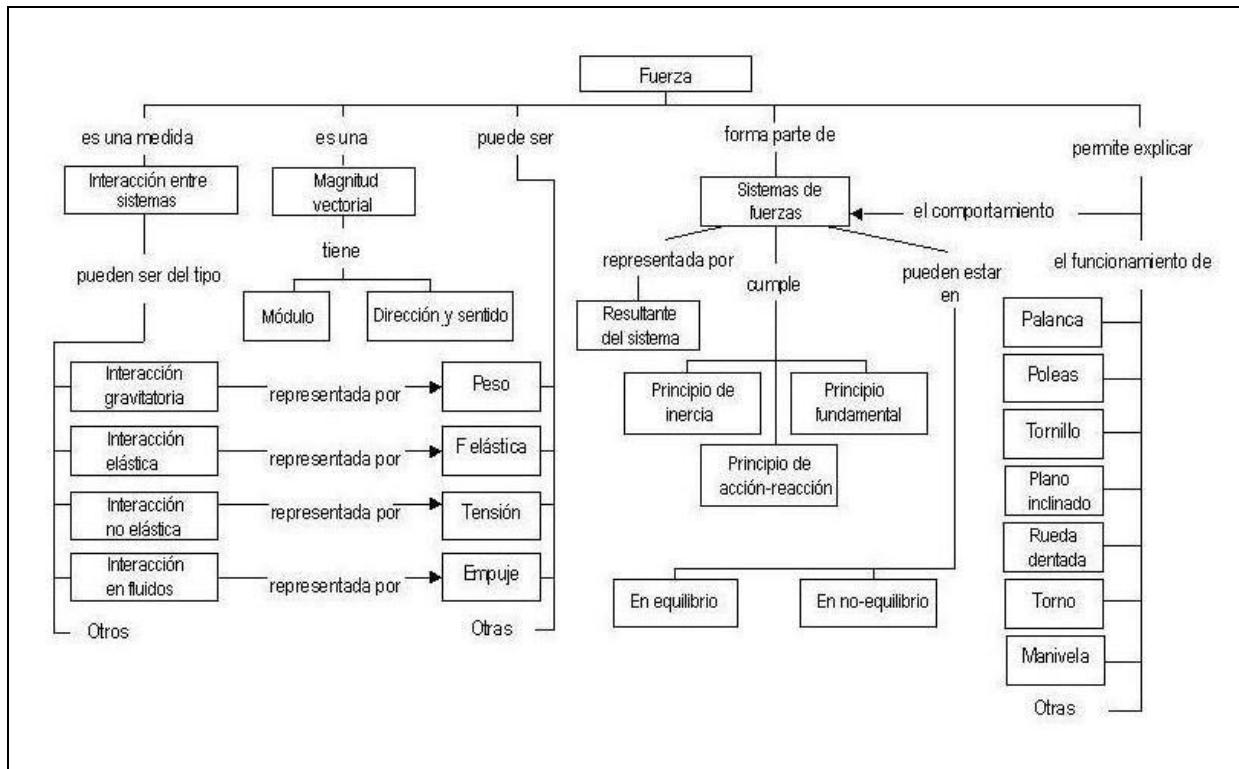


Figura 3.4. Mapa conceptual 1 del Tema 13

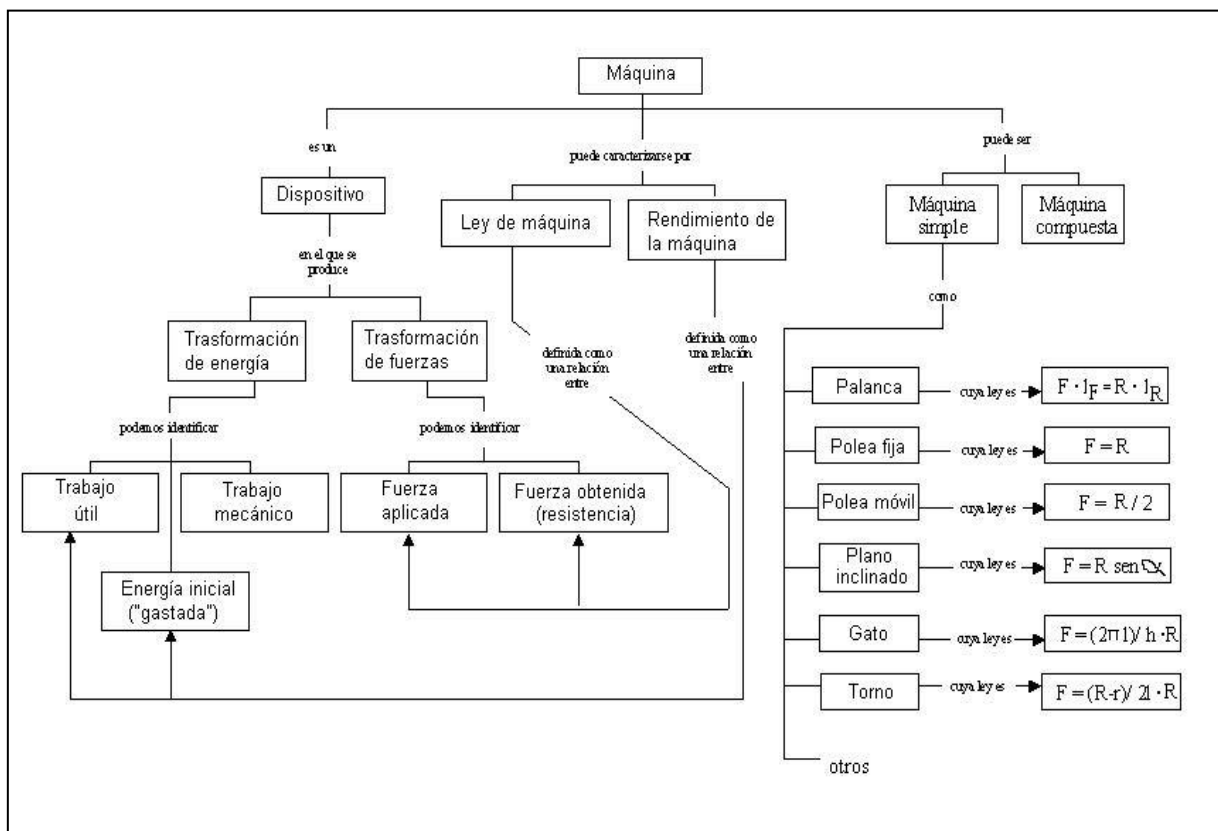
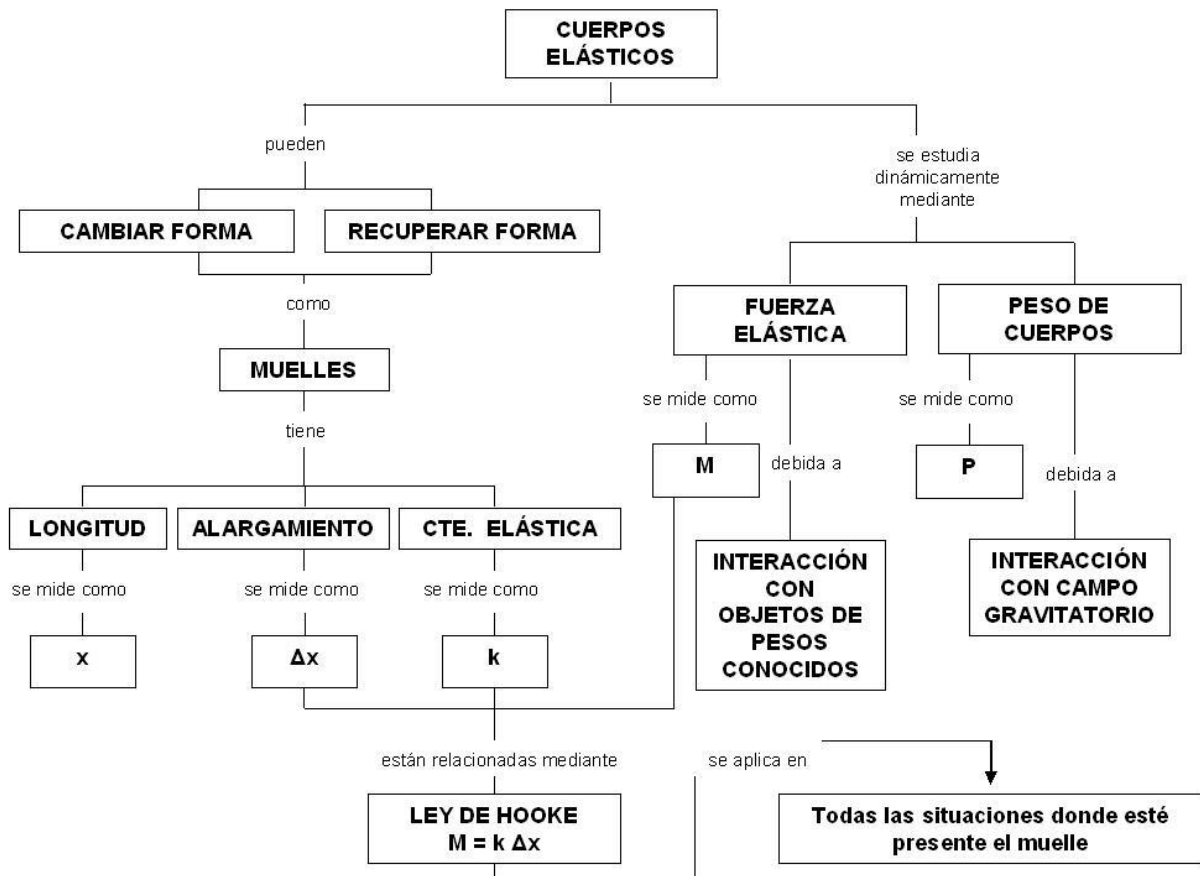


Figura 3.5. Mapa conceptual 2 del Tema 13

La **Actividad 2** se ocupaba de la medida de las fuerzas; en concreto del estudio de los dinamómetros y de la Ley de Hooke. Se recoge en la Figura 3.6.

**Actividad 2. ¿Cómo medir las fuerzas?**

Una de las magnitudes fundamentales que vamos a utilizar en el estudio de las máquinas y aparatos es el de fuerza y para medirla usaremos unos dinamómetros. En esta actividad queremos estudiar el fundamento de los estos aparatos de medida.



Un dinamómetro es un aparato para medir fuerzas. Está formado básicamente por un muelle cuyo alargamiento es proporcional a la fuerza que realiza (Ley de Hooke). Vamos a estudiarlo más detenidamente.



Si tenemos un muelle y un objeto colgado como la de la Figura, podemos decir que, si está en equilibrio, la fuerza que realiza el muelle (M) es igual al peso de la bola que cuelga (P). Es decir,

$$M - P = 0$$

Figura 3.6. Actividad 2 del Tema 13 (continúa)

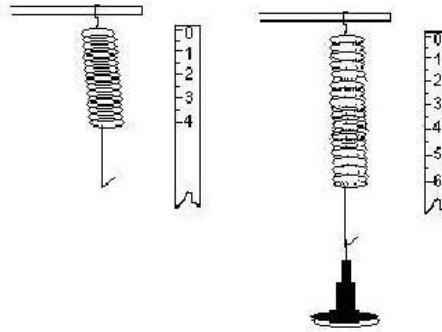
Ahora bien, hemos dicho que los muelles tienen la propiedad de que su alargamiento es proporcional a la fuerza que realizan.

O lo que es lo mismo

$$M = k \Delta x$$

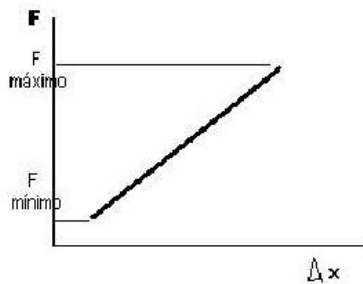
donde M es la fuerza elástica del muelle; k es la constante elástica del muelle y  $\Delta x$  es el alargamiento del muelle. Si sustituimos en la expresión anterior, tendremos que la ecuación representativa de este sistema físico es

$$k \Delta x - P = 0 \quad \Rightarrow \quad k = P / \Delta x$$



Para medir k (constante elástica del muelle) hay que acudir a la experiencia de Hooke (búscala en los apuntes). Se van colgando distintos objetos (pesas) cuyo peso es conocido, medimos la longitud del muelle (x), deducimos su alargamiento ( $\Delta x$ ) y completamos la tabla siguiente

Peso (en Newtons)	0								
x (en metros)									
$\Delta x$ (en metros)	0								



Ahora se realiza una representación gráfica de M - que coincide con P de la tabla- frente a  $\Delta x$ . Te adelanto que debe salirte una recta.

La constante elástica, como su nombre indica, es constante siempre que no rompamos el muelle (porque lo alarguemos demasiado). Por lo tanto, calcula k ( $P/\Delta x$ ) para cada par de valores del peso y su correspondiente alargamiento.

Si no salen iguales obviamente (suelen salir bastante aproximados) es debido a errores de medida. Como otras veces, calcula la media.

Figura 3.6 (continuación). Actividad 2 del Tema 13

Luego se planteaban tres tipos de preguntas clave. Les orientaba sobre el informe que debían realizar. Eran de tres tipos: Preguntas para reflexionar sobre la experiencia, para reflexionar sobre el tema y para reflexionar didácticamente sobre la experiencia.

*Preguntas para reflexionar sobre la experiencia:*

- ¿Cómo es un dinamómetro por dentro? ¿Cómo funciona?
- ¿Cómo interpretas que, al colgar un objeto que pese poco en un muelle, no se aprecie ningún alargamiento? ¿Por qué no se pueden colgar objetos indefinidamente en un muelle?
- ¿Cómo vas a medir el peso de las pesas? (¡Cuidado con los cambios de unidades!)
- ¿Cómo vas a medir "x"? ¿Qué diferencia hay entre "x" e " $\Delta x$ "?
- Si el muelle se alarga... metros, ¿qué fuerza elástica realiza el muelle? ¿Cuánto se alargaría el muelle si colgamos un objeto de... newtons?
- ¿Qué pasaría si cambiaras el muelle por otro?

Preguntas para reflexionar sobre el tema:

- ¿Qué diferencias hay entre masa y peso? ¿Cómo se aprecia a la hora de medirlas?
- ¿Cambian el peso y la masa si cambiamos de lugar?
- ¿Cómo medimos la masa de un sólido o de un líquido? ¿Cambia este valor si le quitamos una cantidad?
- ¿Cambia el valor de la densidad si tomamos menos cantidad del mismo material?

Preguntas para reflexionar didácticamente sobre las experiencias:

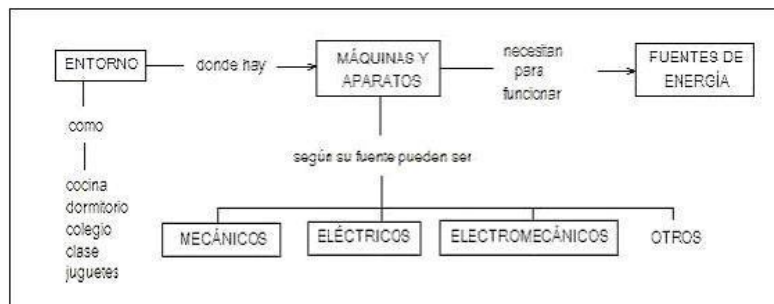
- Identifica las diferencias existentes en los procesos de medición con un metro, un cronómetro, un dinamómetro, un termómetro, una probeta y una balanza.
- A partir de estas diferencias, discute el nivel de complejidad que tiene el aprendizaje de estos procedimientos y, si es posible, en qué orden piensas que deben ser enseñados.

La **Actividad 3** se ocupaba de las máquinas simples que iban a estudiar. Estaba dividida en tres experiencias.

La **Subexperiencia 3.1** se refería a las palancas. Se recoge en la Figura 3.7.

**Actividad 3. ¿Cómo estudiamos algunas máquinas (palancas, poleas, rampas)?**

Vamos a ocuparnos de máquinas mecánicas:



El estudio de las máquinas podemos abordarlo desde dos perspectivas: la dinámica (en cuanto que tratan de encontrar un mejor "aprovechamiento" de las fuerzas) y la energética. En esta actividad sólo nos ocuparemos de la primera.

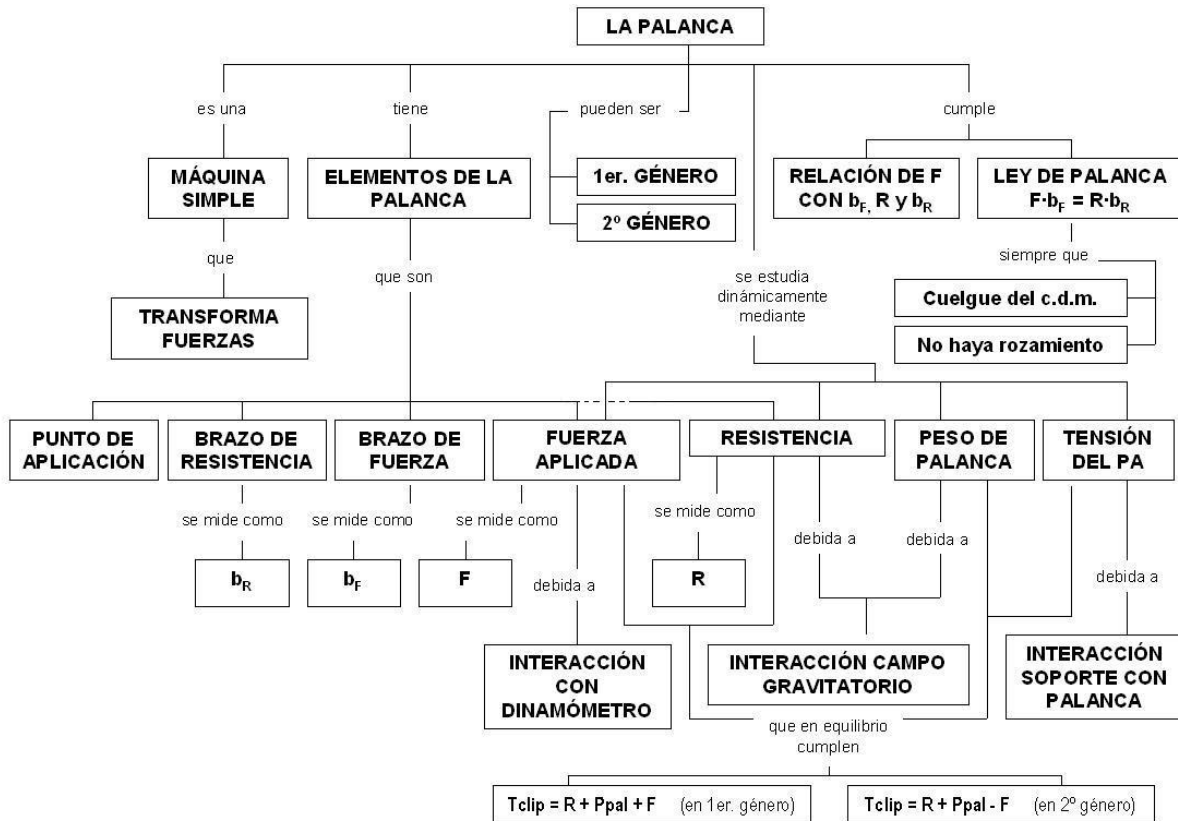
Usaremos nuestros conocimientos sobre las interacciones que se apoya en dos fuerzas: la que aplicamos (mal llamada "potencia" en algunos libros) y la que tratamos de superar (llamada también resistencia). La relación matemática entre estas fuerzas -fuerza aplicada y resistencia- da lugar a la ley de la máquina.

**Subexperiencia 3.1**

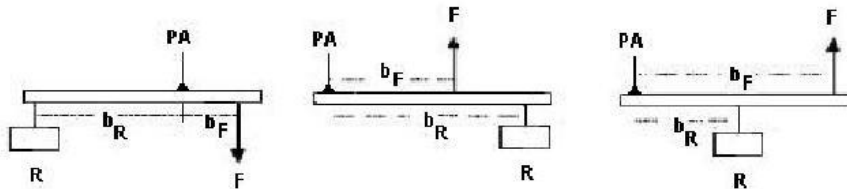
Vamos a estudiar las palancas. En la Figura que viene a continuación aparece un mapa de concepto sobre las mismas

Figura 3.7. Actividad 3.1 del Tema 13 (continúa)





Como hemos dicho, hay tres tipos de palancas (ver los dibujos que aparecen a continuación). Sólo estudiaremos una de ellos: la de primer género (primera de la izquierda).



La ley de la palanca que suele aparecer en los libros de texto es

$$F \cdot b_F = R \cdot b_R$$

No obstante, para que se cumpla esta ley, es necesario dos cosas: que la palanca se cuelgue por su centro de masas y que el rozamiento sea nulo.

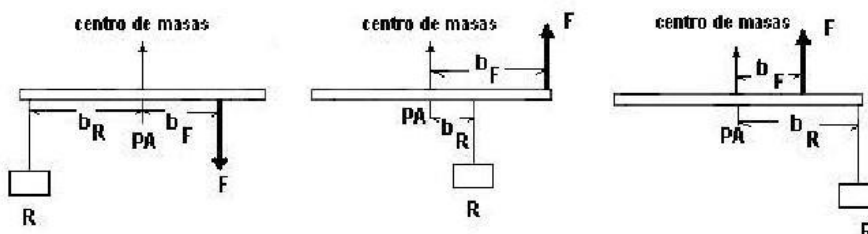
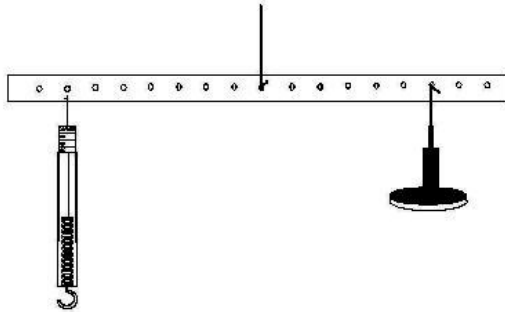


Figura 3.7 (continuación). Actividad 3.1 del Tema 13 (continúa)

Vamos a tratar de comprobar la ley anterior con todas las limitaciones que tenemos en cuanto al aparato de medida. Para ello, debemos colgar objetos de pesos conocidos ( $R$ ) en distintos puntos de la varilla (palanca) y mediremos las  $F$  correspondientes para que se produzca el equilibrio. Eso sí, en todo momento, debemos colgar la varilla (palanca) por el centro de masa. Todas las medidas deben hacerse con el mismo dinamómetro y poner sus valores en newtons.



Puedes usar los brazos de la fuerza aplicada ( $b_F$ ) y de la resistencia ( $b_R$ ) que quieras e, incluso, puedes variarlos en cada situación. Mide las distancias con una regla y utiliza como unidad el metro para evitar problemas de cálculo.

Completa una tabla -mínimo seis situaciones- con los datos en cada montaje.

R	$b_R$	$b_F$	F

Teniendo en cuenta VUESTROS datos, saca todas las conclusiones (cualitativas o cuantitativas) que puedas deducir de los valores de la tabla; sobre todo, de las relaciones entre  $R$  y  $F$ .

Vamos a comparar los resultados con la que conocemos como ley de la palanca. Añade una columna a la tabla anterior con la operación  $R \cdot b_R - F \cdot b_F$ . Coméntala y añade conclusiones a las anteriores.

Figura 3.7 (continuación). Actividad 3.1 del Tema 13

Luego se planteaban los tres tipos de preguntas clave como las ya mencionadas en la ley de Hooke. Les orientaba sobre el informe que debían realizar.

*Cuestiones para reflexionar sobre la experiencia*

- ¿Qué fuerzas intervienen en el sistema? ¿En qué punto están “aplicadas”?
- ¿Por qué hay que colgar la palanca del c.d.m.? ¿Qué debe suceder para que cumpla la ley de la palanca?
- ¿Cómo vas a medir la fuerza aplicada? ¿Y la resistencia?
- ¿Qué valores tienen el brazo  $l_R$  y el brazo  $l_F$ ? ¿Tiene que ser  $l_R = l_F$ ?
- ¿Qué conclusiones se deducen de tus datos? ¿Cómo interpretas los valores de la columna añadida en la tabla?
- ¿Por qué decimos que una palanca es una máquina?

*Cuestiones para reflexionar sobre este tema*

- ¿Se cumple la ley de la palanca sólo con las de primer género o vale para todos los géneros? ¿Por qué?
- Con los materiales que tienes delante, monta una palanca de 2º género y realiza medidas de  $R$ ,  $F$ ,  $b_R$  y  $b_F$ . Haz un dibujo esquemático del montaje.

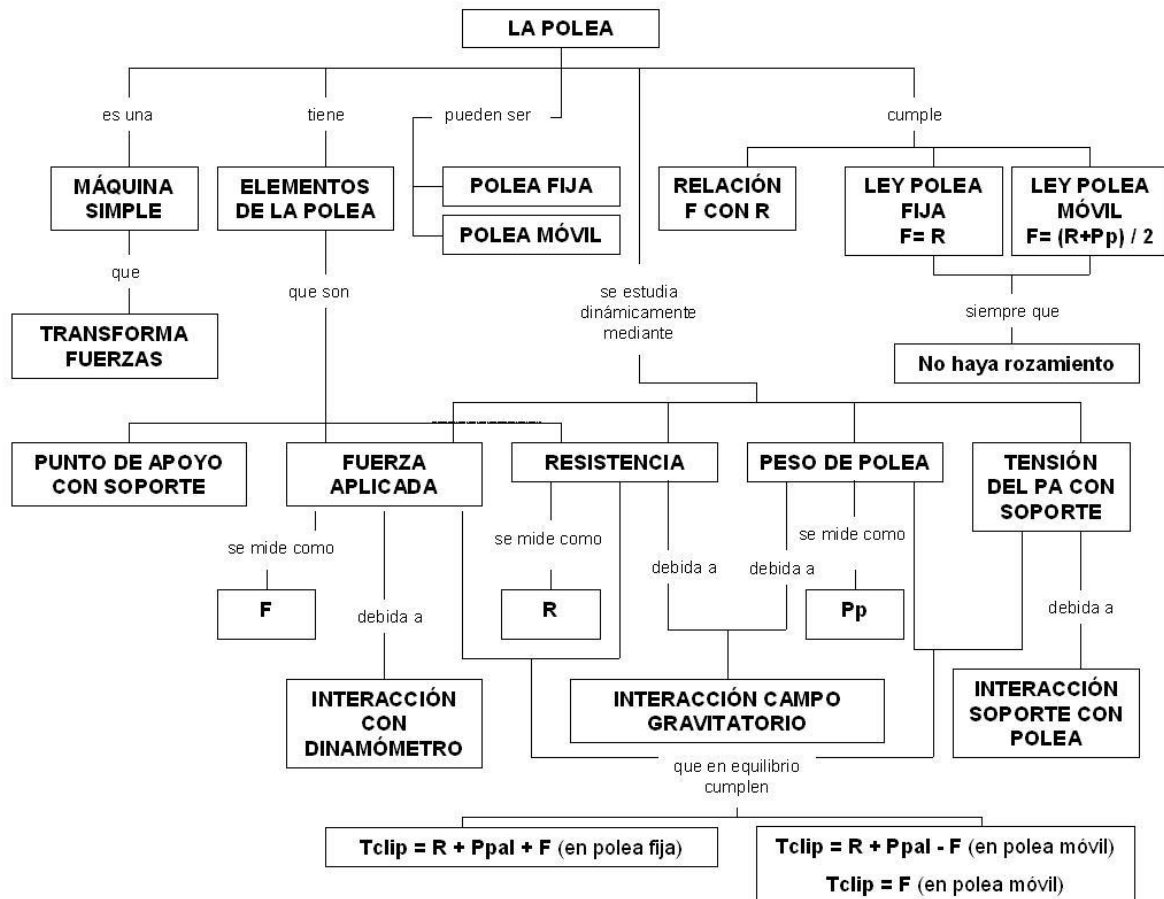
*Cuestiones para reflexionar didácticamente sobre la experiencia*

- Teniendo en cuenta tu experiencia, realiza un listado de las dificultades que pueden encontrarse los alumnos de Primaria al construir una palanca de cada uno de los géneros, y estudiar las relaciones entre  $F$  y  $R$ .
- Teniendo en cuenta las limitaciones científicas (centro de masa, rozamiento, inexactitud de las medidas), ¿cómo podríamos sortear las dificultades reseñadas en Educación Primaria?

La **Subexperiencia 3.2** se refería a las poleas. Se trabajaron la fija y la móvil. Respecto a la primera, se recoge en la Figura 3.8.

**Subexperiencia 3.2**

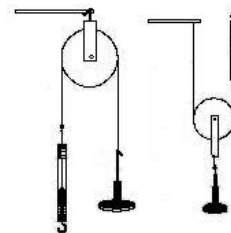
Vamos a estudiar las poleas. En la Figura que viene a continuación aparece un mapa de concepto sobre las mismas.



En esta subexperiencia estudiaremos las poleas.

Las poleas están constituidas por una rueda que puede girar en torno a un eje. Tienen un soporte que le permite colgarla y que le cuelguen objetos.

Pueden ser: fijas y móvil (ver los dibujos). Vamos a estudiarlas con un procedimiento similar al de las palancas.



La **polea fija** es como aparece en la Figura. La ley de la polea fija es:

$$F = R$$

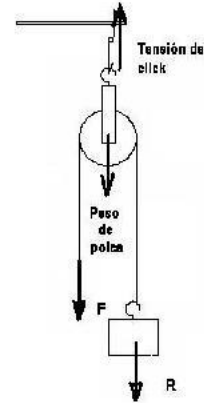
Como en las palancas, esta expresión sólo se cumple si el rozamiento es pequeño.

Figura 3.8 (continuación). Actividad 3.2 del Tema 13 (continúa).

Vamos a ver qué ocurre en nuestro caso. Primero realizamos el montaje de una polea fija. Colgamos varios objetos a los que previamente hemos medido R (su peso) con un dinamómetro y medimos las F correspondientes (con el mismo aparato).

Completa una tabla con los valores medidos en vuestros montajes. Debes medir los datos, como mínimo, de cuatro situaciones.

R	F



Teniendo en cuenta VUESTROS datos, saca todas las conclusiones (cualitativas o cuantitativas) que puedas deducir de los valores de la tabla; sobre todo, de las relaciones entre R y F.

Vamos a comparar los resultados con la que conocemos como ley de la polea fija. Añade a la tabla anterior, una columna con la operación R - F. Coméntala y añade las conclusiones a las anteriores.

Figura 3.8 (continuación). Actividad 3.2 del Tema 13

Luego se planteaban los tres tipos de preguntas clave como en las subexperiencias anteriores.

*Cuestiones para reflexionar sobre la experiencia:*

- ¿Qué fuerzas intervienen en la polea fija? ¿En qué punto están “aplicadas”?
- ¿Cómo vas a medir la fuerza aplicada? ¿Y la resistencia?
- ¿Por qué no influye en R el peso de la polea?
- ¿Qué conclusiones se deducen de tus datos? ¿Cumplen la ley de la máquina?

*Cuestiones para reflexionar sobre el tema:*

- ¿Qué ventajas tiene una polea fija si  $F = R$ ?
- ¿En qué se parece una polea fija a una palanca?

Respecto a la **polea móvil**, se recoge en la Figura 3.9.

La **polea móvil** es como aparece en la Figura

En el caso de la polea móvil, cuando no existe rozamiento, la ley de la máquina es

$$F = R / 2$$

Análogamente a la fija, realizamos varios montajes. Colgamos varios objetos -que previamente hemos medido R (peso del objeto colgado + peso de la polea)- y medimos las F correspondientes. Completa una tabla con los valores medidos en vuestro montaje de la polea móvil

P	$R = P + P_{polea}$	F

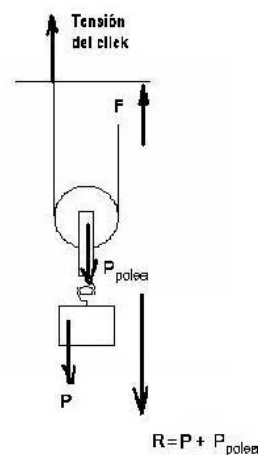


Figura 3.9. Actividad 3.2 del Tema 13 (continúa)

Teniendo en cuenta VUESTROS datos, saca todas las conclusiones (cualitativas o cuantitativas) que puedas deducir de los valores de la tabla; sobre todo, de las relaciones entre R y F.

Vamos a comparar los resultados con la que conocemos como ley de la polea móvil. Añade una columna a la tabla con la operación  $R/2 - F$ . Coméntala y añade las conclusiones a las anteriores.

Figura 3.9 (continuación). Actividad 3.2 del Tema 13

Luego se planteaban los tres tipos de preguntas que les orientaba sobre el informe que debían realizar.

*Cuestiones para reflexionar sobre la experiencia:*

- ¿Qué fuerzas intervienen en el sistema? ¿En qué punto están “aplicadas”?
- ¿Cómo vas a medir la fuerza aplicada? ¿Y la resistencia? ¿Por qué la resistencia en la móvil es  $R = P + P_{\text{polea}}$ ?
- ¿Qué conclusiones se deducen de tus datos? ¿Cumplen la ley de la máquina?

*Cuestiones para reflexionar sobre el tema:*

- ¿Podemos decir que, en cualquier polea, siempre hay que considerar su peso?
- ¿Qué ventajas y desventajas tiene la polea móvil (si no se usa)? ¿Y respecto a la fija?
- ¿Por qué los valores de la polea móvil se ajustan mejor a la ley que los de la polea fija?

*Cuestiones para reflexionar didácticamente sobre la experiencia*

- Teniendo en cuenta tu experiencia, realiza un listado de las dificultades que pueden encontrarse los alumnos de Primaria al construir una polea fija y una móvil, y estudiar las relaciones entre F y R en cada caso.
- Teniendo en cuenta las limitaciones científicas (rozamiento, inexactitud de las medidas), ¿cómo podríamos sortear las dificultades reseñadas en Educación Primaria?

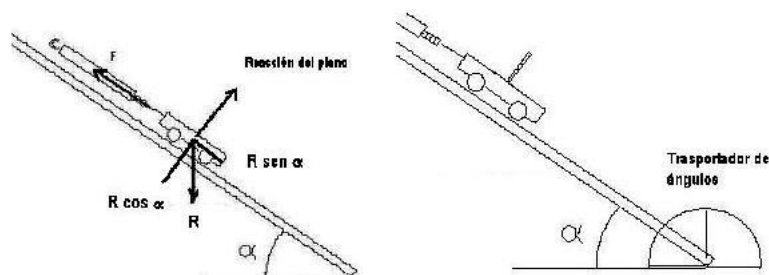
La **Subexperiencia 3.3** se refería a la rampa. Se recoge en la Figura 3.10 (se ha modificado la posición del mapa conceptual por motivos de maquetación).

### Subexperiencia 3.3

La última máquina que vamos a estudiar es un plano inclinado o rampa. IMPORTANTE: sólo es máquina si tiramos para arriba; cuando tenemos que hacer un esfuerzo. En la Figura que viene a continuación aparece un mapa conceptual sobre las rampas.

(en el original aquí aparece el Mapa Conceptual de la página siguiente)

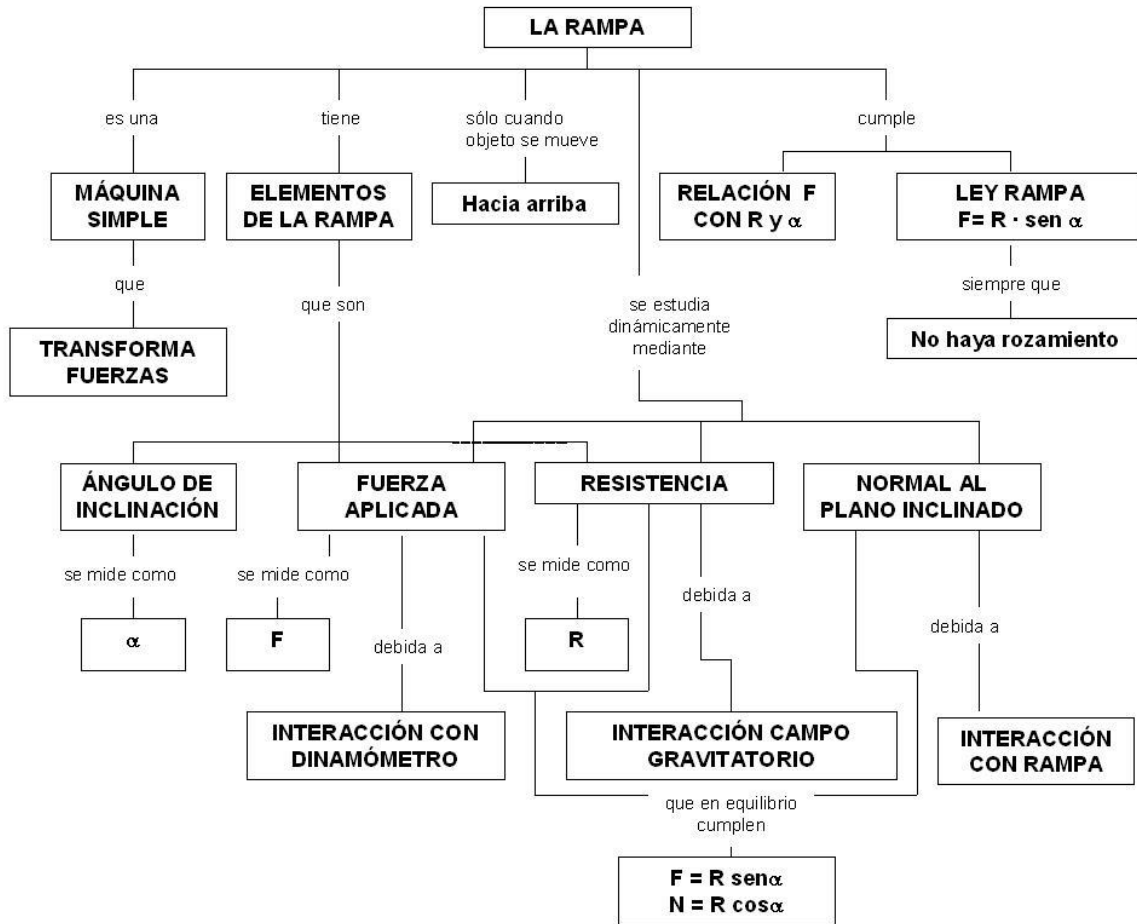
No hay planos o rampas de “diferentes tipos” (ver dibujo esquemático) pero un mismo plano o rampa puede tener diferentes inclinaciones y estar hecho de diferentes materiales.



La ley de esta máquina, cuando no existe rozamiento, es:

$$F = P \sin \alpha$$

Figura 3.10. Actividad 3.3 del Tema 13 (continúa)



En este caso, primero vas a tomar un mismo P (el mismo camito y pesas) y vas a cambiar  $\alpha$  (inclinación del plano). Luego vas a mantener el mismo  $\alpha$  y vas a cambiar el peso del carrito (añade más pesas).

Debes realizar el montaje con cuatro inclinaciones diferentes, como mínimo, y vas a medir la F en cada caso. Realiza una tabla con los valores medidos con vuestros montajes.

P	$\alpha$	$P \text{ sen } \alpha$	F

Teniendo en cuenta VUESTROS datos, saca todas las conclusiones (cualitativas o cuantitativas) que puedas deducir de los valores de la tabla; sobre todo, de las relaciones entre R y F.

Vamos a comparar los resultados con la que conocemos como ley de la rampa. Completa la tabla anterior, añadiendo una columna con la operación  $P \text{ sen } \alpha - F$ . Coméntala y añade las conclusiones a las anteriores.

Figura 3.10 (continuación). Actividad 3.3 del Tema 13

Luego se planteaban los tres tipos de preguntas clave como las mencionadas en las subexperiencias anteriores.

*Cuestiones para reflexionar sobre la experiencia:*

- ¿Qué fuerzas intervienen en el sistema? ¿En qué punto están “aplicadas”?
- ¿Cómo puedes conseguir que  $\mu$  tome diferentes valores? ¿Cómo vas a medirlo?
- ¿Cómo vas a medir la fuerza aplicada?
- ¿Cómo vas a medir la resistencia? ¿Va a cambiar R en función de la inclinación?
- ¿Cómo influyen las fuerzas de rozamiento en los resultados?
- ¿Cómo podríamos reducir el rozamiento para que se cumpla mejor la ley de esta máquina?

*Cuestiones para reflexionar sobre el tema*

- ¿Cualquier plano inclinado es una máquina?
- En muchos libros se dice que un tornillo o una cuña tienen los mismos fundamentos que el plano inclinado como máquina. ¿Crees que llevan razón? Justifica tu respuesta en cada caso.

*Cuestiones para reflexionar didácticamente sobre la experiencia*

- Teniendo en cuenta tu experiencia, realiza un listado de las dificultades que pueden encontrarse los alumnos de Primaria al construir un plano inclinado, y estudiar las relaciones entre F y R.
- Teniendo en cuenta las limitaciones científicas (rozamiento, inexactitud de las medidas, conocimientos matemáticos limitados), ¿cómo podríamos sortear las dificultades reseñadas en Educación Primaria?

La **Actividad 4** era de carácter voluntario, aunque fue entregada por más del 70% de los participantes. Se ocupaba de la historia de significados inventores o científicos relacionados con las máquinas y aparatos. Les pedíamos una breve biografía, un listado de sus descubrimientos científicos más relevantes y algunos datos sobre las repercusiones sociales de estos personajes. Se recoge en la Figura 3.11.

**Actividad 4. ¿Quiénes han trabajado en estos temas?**

Busca en internet los datos biográficos correspondientes a unos científicos y elabora un cuadro como el que sigue

Científico	Datos personales	Aportaciones científicas	Significación social
Arquímedes			
Galileo Galilei			
Leonardo da Vinci			
Isaac Newton			
Juan de la Cienra			

Figura 3.11. Actividad 4 del Tema 13

La **Actividad 5** se centraba en los logros y dificultades que tienen los alumnos de Educación Primaria sobre los contenidos de Máquinas y Aparatos. Hemos distinguido entre los específicos del tema y otros que derivan de las magnitudes implicadas. Primero el profesor explicaba los diferentes obstáculos. Se recoge en la Figura 3.12.

**Actividad 5. ¿Qué problemas tiene el aprendizaje de estos conocimientos?**

Hay muchos trabajos que han estudiado ideas del alumnado que pueden condicionar el aprendizaje de este tema; por ejemplo, los trabajos de Shayer y Adey (1984), Inhelder y Piaget (1985), Segura (1994), Jiménez y Marín (1996), Jiménez, Solano y Marín (1997), Marín y Segura (1999)...

**Obstáculos para el aprendizaje**

- piensan que cualquier máquina debe ser sofisticada; no consideran que una rampa, una rueda o una polea fija puedan ser unas máquinas
- se ven influenciados por un finalismo simple (está en equilibrio porque está hecho para eso) y por aspectos perceptivos (cuanto más compleja es más útil); usan interpretaciones artificialistas y animistas en relación con los hechos y fenómenos; asocian cualidades humanas a los objetos
- reconocen de forma muy limitada los efectos de los operadores mecánicos
- tienen problemas con el efecto del peso en el plano inclinado (no puede usar relaciones trigonométricas)
- le resultan irrelevantes los principios de conservación; asocian fuerza-energía
- centran su razonamiento en la fórmula (normalmente sólo memorizada) que ha de aplicarse y no en el concepto de máquina
- confunden terminológicamente fuerza aplicada, potencia, trabajo, energía...
- tienen problemas para identificar algunas variables; no relacionan más de dos a la vez y sólo cuando la relación es lineal y directa (resulta problemático, por ejemplo, con la palanca o el plano inclinado)
- no son capaces de realizar un control y exclusión de variables; varían más de un factor cuando deben diseñar un experimento
- consideran las fuerzas de rozamiento como algo destructivo

**Derivados de los conocimientos implicados**

- tienen problemas para identificar la presencia o la ubicación de aire; piensan que los gases no tienen masa ni pesan
- no conservan la materia ni el peso (en los sólidos y líquidos) con el cambio de forma por condicionamiento perceptivos; cuando llegan a la conservación de la masa la hacen extensible al volumen y en todas las situaciones
- confunden masa y peso; consideran que el peso sólo depende de las características del objeto; piensan que la balanza mide el peso
- tienen confusiones entre masa-volumen y peso-volumen; no llegan a comprender el concepto de densidad ni lo relaciona con la flotabilidad
- establecen relaciones inexistentes y, sin embargo, son incapaces de establecer relaciones entre una propiedad y varias variables (por ejemplo, flexibilidad con tipo de material, longitud, sección...)

Figura 3.12. Actividad 5 del Tema 13

Una vez explicadas las principales dificultades de aprendizaje se plantean una serie de supuestas respuestas de alumnos de Educación Primaria para ser objeto de análisis; habitualmente el profesor ejemplifica el primer caso para modelizar el ejercicio a los estudiantes. Se recoge en la Figura 3.13.



**¿Cómo responde el alumnado ante cuestiones relacionadas con el tema?**

A continuación aparecen algunas respuestas de alumnos de Educación Primaria ante preguntas planteadas por un maestro en el estudio de las máquinas. En cada caso, indica las ideas adecuadas, las problemáticas o no adecuadas (revisa los señalados en la actividad anterior) y las ambiguas o confusas. También debes señalar cuál sería, en tu opinión, la respuesta deseable para un alumno de Educación Primaria.

*NOTA IMPORTANTE:* Para simplificar la tarea, te sugiero que realices un cuadro con cuatro columnas. En la primera vas poniendo las unidades de análisis; se considera como tal la información contenida entre dos puntos seguidos. En las otras tres, indica las adecuadas, inadecuadas y ambiguas. Debes justificar estas últimas

Unidad de análisis	Ideas Adecuadas	Ideas no adecuadas	Ideas ambiguas
1			
2			
...			

Pregunta	Respuestas
¿Qué es una máquina?	A1- Una máquina es una cosa que hace que vivamos mejor. Hace muchas cosas en muy poco tiempo. A2- Las máquinas son inventos hechos por los científicos para hacer el menor esfuerzo posible. Transforman la fuerza en energía de muchos tipos. A3- Las máquinas son las que hacen las cosas más rápido. Son mecanismos que aumentan nuestra potencia.
¿Por qué una palanca es una máquina?	A1- Una palanca es una barra sólida. Es una máquina porque funciona de forma que siempre ahorramos trabajo. Si tu te subes en un lado, se equilibra. Está hecha para eso. A2- Las máquinas se inventan para hacer poco trabajo. Si yo tengo que hacer un esfuerzo muy grande y tengo una máquina, ahorro energía. Y hay que conservar la energía porque no hay mucha. A3- Las máquinas transforman energía. Están inventadas para que con nuestro pequeño esfuerzo podamos vencer la resistencia que se opone en sentido contrario. Si no existieran las palancas, no se podría hacer palanca para abrir una puerta atrancada o romper un candado.
¿Cómo es una palanca de 1er género?	A1- Una palanca de como un columpio. En un lado, se pone uno que pesa mucho y en el otro uno que pesa poco. Entonces, el que tiene menos volumen se queda colgando. Pero cuando es al revés, el pequeño sale lanzado por los aires. Es como si el pequeño no pesara. A2- Una palanca es una máquina que cumple lo de potencia por su brazo es igual a resistencia por el suyo. A3- Una palanca de primer género sirve para transformar una fuerza pequeña en una gran energía para mover bloques de piedras muy grandes. Así ocurría antiguamente al hacer las pirámides. He visto una película en la que un viejo movía miles de kilos con una cuerda.
Di ejemplos de palancas de 2º género	A1- Yo creo que... la carretilla. Esta es una máquina compuesta. El punto de aplicación está alejado del centro de masas y hay que hacer la fuerza en el otro extremo. También ocurre algo parecido a una balanza que se llama romana... o algo así. A2- En una palanca de segundo género se tiene siempre menos potencia que resistencia. Además cumple que la ventaja mecánica es menor que 1. A3- La palanca de segundo género no cumple la ley de la palanca porque no se puede colgar del centro de masa y el rozamiento también influye.
¿Qué puedes decir de las poleas?	A1- Hay dos tipos de poleas: fija y móvil. En la fija, el esfuerzo que hay que hacer para elevar una masa es igual al peso del objeto que hay que subir. En la móvil, hay que gastar la mitad de energía... aunque también está el peso de la polea. A2- La polea móvil es mejor que la fija porque, con ellas, se suben los objetos más rápidamente. A3- En una polea siempre se ahorra fuerza. Es una máquina que nos ahorra energía porque tenemos que hacer menos trabajo.
En una rampa, ¿dónde se hace más esfuerzo, arriba o abajo del plano?	A1- Arriba, porque al estar más alto el objeto cuesta más tirar. Además las fuerzas de rozamiento no habrán dejado agotados y tendremos menos ganas de seguir. A2- Abajo, porque tienes que subir aún toda la rampa. Cuando estás arriba tienes que hacer menos esfuerzo porque casi has llegado. A3- Cuando estás más arriba, la pendiente aumenta y es más difícil subir los objetos.

Figura 3.13. Actividad 5 del Tema 13

La **Actividad 6** pretende que el alumno, tras todas las actividades anteriores, realice el diseño de una actividad de enseñanza; en este caso, una práctica de laboratorio. No obstante, se les pide que tenga una estructura determinada. Se recoge en la Figura 3.14.

**Actividad 6. ¿Cómo diseñamos actividades para enseñar este tema?**

Teniendo en cuenta tu experiencia en la Actividad 4, diseña unas actividades prácticas para 3er ciclo de Primaria para el:

- estudio de dinamómetros para medir fuerzas (en particular, para medir pesos)
- estudio de la balanza (para medir masas en sólidos y líquidos)
- estudio de palancas de los tres géneros
- estudio de poleas fija y móvil
- estudio de rampas

En cada caso debe figurar

- contextualización a la experiencia (en qué consiste la máquina o el aparato, cómo funciona, importancia en la vida cotidiana, breve relato histórico de su descubrimiento)
- problemas centrales que se trata de estudiar con las experiencias
- secuencia con dibujos de actuaciones con sus preguntas clave para profundizar en lo que está haciendo el alumnado
- datos obtenidos, representación o tabulación (si es necesario) y preguntas para analizarlos.
- conclusiones que se pueden extraer de los resultados anteriores.
- cinco cuestiones de transferencia de los conocimientos a otros hechos cotidianos (una de trabajo individual, otra de trabajo con compañeros y otra con los padres).

*Figura 3.14. Actividad 6 del Tema 13*

Para clarificar la tarea se ejemplifica con un guión sobre la polea fija (recogido en el Anexo 6) sobre la base del trabajo de Pro (2011).

El siguiente apartado es el de **Bibliografía recomendada**. Se trata de una básica, accesible para el alumnado y con varios ejemplares en la Biblioteca de la Universidad. En la Figura 3.15 se recoge la del Tema 13.

**BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA**

DCDE (1993). *Proyecto Ciencia 6-12. Ciclo Inicial. Ciclo Mixto. Ciclo Superior*. Barcelona: Departament d'Ensenyament Generalitat

GARCÍA-ESTAN, R. et al. (1988). *El aprendizaje de la Física en EGB. Exploración diagnóstica en Murcia*, 33-49; 63-71; 89-95; 147-161; 201-212; 217-219. Murcia: ICE de la Universidad.

HIERREZUELO, J.; MONTERO, A. (1989). *La ciencia de los alumnos*, 215-232. Madrid: Laia-MEC

JIMÉNEZ, E.; SOLANO, I.; MARIN, N. (1997). Análisis de la situación actual de las ideas de los alumnos sobre el concepto de fuerza cuando se fuerza se le plantean situaciones de equilibrio estático. En Jiménez y Wamba: *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 155-162. Huelva: Servicio Publicaciones Universidad.

MEC (1992). *Area de Conocimiento del Medio Educación Primaria*. Madrid: MEC

SHAYER, M; ADEY, P. (1984). *La ciencia de enseñar ciencias*, 92-127. Madrid: Narcea.

*Figura 3.15. Bibliografía del Tema 13*

Por último, estaba el apartado **Orientaciones para la evaluación del aprendizaje**. Éste tenía dos partes. En la primera, se explicitaban los conocimientos que debían saber para afrontar con éxito la evaluación de sus aprendizajes. Se recoge en la Figura 3.16.

### ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Al finalizar este tema debes:

- Conocer qué es una máquina, un aparato, una herramienta, un dispositivo y un operador; conocer los conceptos fundamentales del tema: fuerza aplicada, resistencia, trabajo realizado y trabajo obtenido.
- Identificar diferentes máquinas y aparatos; y clasificar diferentes tipos de máquinas en función de un criterio (mecánicas-eléctricas; simples-compuestas).
- Comprender la idea de balance dinámico y ley de la máquina; y la de balance energético, ventaja mecánica y rendimiento.
- Inferir experimentalmente la Ley de Hooke; conocer los fundamentos de un dinamómetro como aparato para medir las fuerzas y ser capaz de construirlos.
- Identificar las diferencias existentes en la medición con un metro, un cronómetro, un termómetro, una balanza y un dinamómetro; ser capaz de identificar diferentes niveles en el contenido procedimental de la medición.
- Construir palancas de los tres géneros; medir los valores de las fuerzas aplicadas, resistencias, brazos de la fuerza aplicada y de la resistencia; inferir consecuencias a partir de una tabla de valores; comprobar si cumple o no la ley de la palanca y justificar las desviaciones respecto a los resultados esperados.
- Identificar los problemas de enseñanza de las palancas de los tres géneros en Educación Primaria, desde la perspectiva científica.
- Construir poleas fijas y móviles; medir los valores de las fuerzas aplicadas y resistencias; inferir consecuencias a partir de una tabla de valores; comprobar si cumple o no las leyes de las poleas y justificar las desviaciones respecto a los resultados esperados.
- Identificar los problemas de enseñanza de las poleas fijas y móvil en Educación Primaria, desde la perspectiva científica.
- Construir rampas con diferentes pendientes; medir los valores de las fuerzas aplicadas, resistencias y pendientes; inferir consecuencias a partir de una tabla de valores; comprobar si cumple o no la ley del plano inclinado y justificar las desviaciones respecto a los resultados esperados.
- Identificar los problemas de enseñanza del plano inclinado o rampa en Educación Primaria, desde la perspectiva científica.
- Buscar información (biografía, aportaciones científicas, repercusiones sociales) sobre científicos relevantes: Arquímedes, Galileo Galilei, Leonardo da Vinci, Isaac Newton y Juan de la Cierva.
- Conocer los principales problemas de aprendizaje en el estudio del tema; analizar respuestas del alumnado de Educación Primaria, identificando las ideas adecuadas desde la ciencia escolar, las no adecuadas y las ambiguas; ser capaz de explicitar las respuestas deseables en estas edades.
- Diseñar actividades de laboratorio para enseñar los conocimientos más relevantes en los tres ciclos de Educación Primaria con un modelo de guión de trabajo específico.

*Figura 3.16. Orientaciones para la evaluación del Tema 13*

En la segunda parte, se plantean **Preguntas de examen**. Pretenden orientar a los estudiantes sobre qué tipo de cuestiones se les va a plantear en situaciones de examen. Se recogen en la Figura 3.17.

**Preguntas de examen**

1. (Versión en el laboratorio) Demuestra experimentalmente la Ley de Hooke.

(Versión papel y lápiz) En una práctica que propusimos, podías estudiar que los muelles respondían a la ley de Hooke. Un alumno ha realizado el montaje que te indica la Figura y ha obtenido

Peso (colgado) en N	0	0.5	1	2
x (longitud del muelle) en metros	0.10	0.15	0.20	0.30

Debes indicar:

- fuerzas o interacciones que se ejercen sobre la bola; ecuación representativa del sistema
- a partir de los datos obtenidos, deduce el valor de la constante elástica del muelle.
- ¿qué valores cambiarían y cuáles no (peso de la bola, constante del muelle, alargamiento) si metemos el muelle en agua?

2. Un grupo de alumnos, después de haber estudiado “a conciencia” el tema de Máquinas y aparatos (no os preocupéis que no eran de 3º de Magisterio), entregan el siguiente informe:

*La práctica consiste en estudiar si se cumple la ley de la palanca en una de segundo género. Para ello, lo primero que hacemos es montar una palanca de segundo género que mide 40 cm.*

*Vamos a ir colgándole pesas de masas conocidas y trataremos de equilibrarla con la fuerza medida con el dinamómetro.*

*Después hemos medido las pesas con la balanza y nos da los siguientes valores*

*- pesa pequeña: 10 g → 1N - pesa mediana: 50 g → 5N - pesa grande: 100 g → 10 N*

*Colgamos estas pesas y sus combinaciones de distintas posiciones y medimos las fuerzas que intervienen: la potencia, la resistencia, el brazo de potencia y el de resistencia. Los valores obtenidos son los siguientes:*

	F	b <sub>F</sub>	R	b <sub>R</sub>
<i>pequeña</i>	4.8 g	10	1 N	5
<i>mediana</i>	24.8 g	10	5 N	5
<i>grande</i>	49.8 g	10	10 N	5
<i>pequeña+media</i>	15 g	20	6 N	5
<i>pequeña+media</i>	30 g	20	6 N	10
<i>pequeña+media</i>	45 g	20	6 N	15
<i>pequeña+ grande</i>	109 g	10	11 N	10
<i>pequeña+ grande</i>	73 g	15	11 N	10
<i>pequeña+ grande</i>	53 g	20	11 N	10

*A la vista de estos valores podemos establecer las siguientes conclusiones:*

- *La palanca es una máquina porque siempre ahorra fuerza, cuando no consume energía*
- *No se cumple la ley de la palanca porque  $P \cdot b_p = R \cdot b_r$*
- *Este resultado es lógico. Esta ley sólo se cumple en las de primer género ya que, si es de segundo o de tercero, hay que considerar el peso de la palanca. Además, hay que tener en cuenta el rozamiento y los errores de las medidas*

*Observaciones: La palanca de segundo género tiene más errores que la de primero porque, al tener que hacer un poco de equilibrio, los datos que se miden son peores*

Se pide:

- a) Dibuja el montaje que ha utilizado el grupo de alumnos, indicando los elementos fundamentales (fuerza aplicada, resistencia...) de esta máquina
- b) Señala los errores en las respuestas, indicando la respuesta correcta
- c) A la vista de los resultados de la tabla, ¿a qué conclusiones se podría haber llegado?
- d) ¿Qué contenidos -conceptos, procedimientos y actitudes- están implícitos en la actividad?

Figura 3.17. Preguntas de examen del Tema 13 (continúa)

3. Un grupo de alumnos de 3º de Magisterio entregan el informe de una actividad práctica sobre el estudio de un plano inclinado como el que aparece a continuación:

La práctica consiste en estudiar si se cumple la ley del plano inclinado. Para ello, se debe demostrar que la potencia depende de la resistencia y del ángulo. Usamos un plano de 75 cm, un carrito con pesas y un dinamómetro.

Hemos medido pesas de valores conocidos en el carro (200 g) y hemos medido el peso que teníamos que vencer.

Lo primero que hemos hecho es medir los pesos que íbamos a echar en el carro con la balanza y nos da

- pesa pequeña: 50 g    - pesa mediana: 100 g    - pesa grande: 200 g

Luego hemos ido midiendo los ángulos, aunque no teníamos trasportador. Por último, hemos usado el dinamómetro para medir la potencia realizada

Los valores obtenidos en las diferentes medidas han sido los siguientes:

	P	$\alpha$	F
1ª medida	pequeña	45°	0.88 N
2ª medida	mediana	45°	1.06 N
3ª medida	grande	45°	1.42 N
4ª medida	peque+meda	30°	0.23 N
5ª medida	peque+meda	45°	1.24 N
6ª medida	peque+meda	60°	2.17 N

A la vista de estos valores podemos establecer las siguientes conclusiones:

- Un plano inclinado siempre es una máquina porque ahorra fuerza
- No se cumple la ley del plano porque  $P \neq R \cdot \cos \alpha$
- Este resultado es lógico porque siempre se producen rozamientos que destruyen las fuerzas que aplicamos.
- Resulta raro es que en algunos casos  $P - R \cdot \cos \alpha$  sea una constante y en otros no

Se pide:

- a) Dibuja los montajes que el grupo de alumnos ha utilizado en la 1ª, 4ª y 5ª medidas. ¿Cómo han podido medir los ángulos sin trasportador?
- b) Señala los errores del informe, indicando y justificando la respuesta correcta en cada caso
- c) A la vista de los resultados de la tabla, ¿a qué conclusiones se podría haber llegado?
- d) ¿Qué contenidos -conceptos, procedimientos y actitudes- están implícitos en la actividad?

4. (Versión en el laboratorio) Monta una palanca de primer género y comprueba la ley de la palanca. Debes entregar: un dibujo esquemático señalando sus elementos, la tabla de valores utilizados, la comprobación de la ley y la interpretación de los resultados. (Se ha preguntado también por la palanca de segundo género, la polea fija, la polea móvil y el plano inclinado).

(Versión papel y lápiz) ¿Se puede decir que, en una palanca -cuando no hay rozamiento- la fuerza aplicada es siempre menor que la resistencia? ¿En qué condiciones se cumple teóricamente la ley de la palanca? ¿Cambia ésta según el género de la misma?

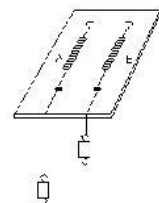
Al comprobar la ley de la polea fija, encontramos que, sea cual sea el peso del objeto que colguemos,  $F - R = 0.8 \text{ N}$  (aproximadamente) ¿Cómo lo interpretas? ¿Qué consecuencias tiene este valor de 0.8 N de cara al peso del objeto que colgamos?

¿Por qué no influye el peso de la polea en la fija y sí influye en la móvil? ¿Dónde hay más errores en la ley de la polea fija o en la móvil? ¿Por qué?

Diseña una estrategia experimental para estudiar la dependencia de la fuerza aplicada de la resistencia y de la pendiente en el plano inclinado o rampa. ¿Es siempre un plano inclinado una máquina?

Figura 3.17 (continuación). Preguntas de examen del Tema 13 (continúa)

5. A continuación aparecen preguntas y respuestas de alumnos de Educación Primaria (ponemos varios ejemplos pero no se preguntan tantos casos). Analízalas indicando: a) respuesta deseables; b) ideas adecuadas, inadecuadas y ambiguas en cada caso; c) qué harías ante esta situación.

Pregunta del maestro	Respuestas de los alumnos
<p>Si las pesas son iguales, los muelles también y los hilos no pesan, ¿qué muelle se alargará más si soltamos las chinchetas?</p> 	<p>9a. Se alarga más el muelle A porque es más largo. Al B le cuesta más hacerse                      9b. Se alarga más el muelle A porque está más cerca del centro de la tierra. El B se queda cerca de la tabla                      9c. Se alarga más el muelle A porque, al soltar la chincheta, cogerá velocidad. La B no puede coger tanta.                      9d. Los dos iguales. Lo que gana el muelle A porque esá menos encogido, lo pierde B porque se alarga más.</p>
<p>¿Qué pasa si sobre un cuerpo no actúan fuerzas?</p>	<p>Eso es imposible. Las fuerzas son algo que tiene los objetos y que causan el reposo o el movimiento de los mismos. Hay muchos tipos de fuerzas: el peso, la tensión, la potencia. Cuando todas las fuerzas que actúan sobre un objeto se anulan, el objeto está en reposo</p>
<p>¿Qué fuerzas aparecen en una pelota cuando está en el aire después de haber sido lanzada?</p>	<p>Mientras sube, la del impulso y la del peso. Cuando baja, sólo la del peso.</p>
<p>¿Qué ocurre cuando sumergimos un objeto en agua?</p>	<p>Todos los cuerpos tienen un peso en su interior. Cuando nos sumergimos es como si parte de ese peso se perdiera en el agua. Después cuando salimos de la piscina lo recuperamos</p>
<p>¿Qué diferencias encuentras entre 1 kg de hierro y 1 kg de paja?</p>	<p>Que la paja ocupa mucho más volumen que el hierro. Por eso su masa es mayor, aunque su peso sea el mismo.</p>

6. Di las principales dificultades que pueden encontrar los alumnos y alumnas de Educación Primaria en el estudio de las máquinas y aparatos.

Figura 3.17 (continuación). Preguntas de examen del Tema 13

Los estudiantes realizaban estas cuestiones –individual o en grupo- fuera del aula. Luego, en las sesiones de tutorías, consultaban las dudas que tenían.

## **CAPÍTULO 4**

### **Conocimientos científicos**

- PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN
- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
- ANÁLISIS DE RESULTADOS
- CONCLUSIONES





## CAPÍTULO 4. CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS

---

El primer ámbito en el que hemos estudiado cómo utilizan los futuros maestros sus conocimientos sobre “*Dispositivos y máquinas mecánicas*” es en el ámbito del conocimiento científico; en concreto, en el de la realización de las actividades prácticas. En este Capítulo, analizaremos las respuestas de unos estudiantes a unas pruebas realizadas tras haber recibido toda la formación inicial en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, por lo que podemos considerarlas que eran las que tenían al finalizar la Diplomatura.

### 4.1. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

No se pueden valorar, con una sola investigación, el aprendizaje de los contenidos científicos de unos estudiantes; ni siquiera sobre una temática concreta como la de “*Dispositivos y máquinas mecánicas*”. Por otro lado, tampoco se pueden generalizar los resultados y, a partir de los obtenidos en un ámbito, inferir que los conocimientos adquiridos tienen estas u otras características. Vamos a realizar una incursión en un campo complejo y asumimos que nuestra visión va a ser parcial y muy limitada. No obstante, con todas sus limitaciones, nuestro estudio puede darnos pistas de cómo utilizaban sus conocimientos científicos ante unas actividades de laboratorio.

Así, partiendo de lo que Mc Millan y Schumacher (2005) entienden por problema de investigación, el interrogante central de este trabajo sería:

**Problema Principal Uno PP1. ¿Cómo utilizan sus conocimientos científicos sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando realizan una actividad de laboratorio?**

Para clarificar y organizar nuestro estudio hemos creído conveniente desdoblar este PP1 en cuatro subproblemas:

- SP1.1. ¿Cómo identifican los elementos de la máquina?
- SP1.2. ¿Cómo realizan el montaje de la experiencia e identifican las fuerzas?
- SP1.3. ¿Cómo realizan las mediciones y las tabulan?
- SP1.4. ¿Cómo establecen las conclusiones? ¿Cumplen las leyes de las máquinas?

Puede verse que son cuestiones clave en la realización de una práctica de laboratorio sobre las máquinas simples que se suelen trabajar en la Educación Primaria (como vimos en el Capítulo 2).

### 4.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Pretendemos estudiar cómo utilizan sus conocimientos científicos cuando deben realizar unas prácticas de laboratorio, una vez finalizado su formación inicial. Previamente se había desarrollado todo el programa de la asignatura, al no tener controlado el proceso de construcción, lo consideramos un diseño “ex post facto”.

Por otro lado, queríamos aprovechar la “situación real” del examen final de prácticas de la asignatura; de esta forma, parecía más garantizada la implicación del alumnado. Éste consistía en que los estudiantes, de forma aleatoria, debían realizar una de las pruebas que se planteaban. Aunque

obviamente podíamos utilizar otras máquinas, optamos por algunas “clásicas”, que han sido mencionadas frecuentemente en los libros de texto que hemos analizado. Las posibles opciones eran seis: palancas (de primer género y segundo género); rampa; poleas (fija y móvil); y Ley de Hooke.

Para no perder la coherencia e interrelación de las respuestas, mantenemos la descripción de los resultados y el establecimiento de conclusiones por máquinas en este Capítulo aunque, en cada una, tratemos de responder los cuatro subproblemas que hemos declarado.

#### **4.2.1. Participantes y Contexto**

En el contexto del examen final de prácticas, debían realizar una sobre una de las máquinas simples (palancas, poleas, rampa) o la Ley de Hooke. Habían 20 puestos en el aula con los materiales necesarios (incluyendo un dinamómetro para pesar las pesas, los carritos, las poleas... y una regla para medir brazos, longitud del muelle...) y una hoja de trabajo con cuestiones que debían responder.

En total se examinaron 117 estudiantes que cursaban la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza de 3er. curso de la Diplomatura de Maestro especialidad Educación Primaria. No obstante, hemos desechado a aquellos que no habían venido a clase y, por ello, nos quedamos con 98.

El protocolo usado por el examinador –el profesor de la materia- era sencillo. Una vez distribuidos los alumnos, uno en cada puesto de trabajo, se les indicaba que sólo podían disponer de un bolígrafo y una calculadora; que tendrían no más de 30 minutos para realizar y responder lo que ponía en la hoja de trabajo; y que les deseaba mucha suerte.

Como es lógico en la dinámica de un examen no se admitió ninguna comunicación entre los participantes; la prueba se desarrolló en silencio. No hubo, en las distintas aplicaciones, preguntas relevantes por parte de los estudiantes: donde ponían el nombre, si debían indicar el número del grupo de prácticas, cuánto tiempo quedaba, si les daba un folio más para seguir escribiendo... Lo único que se les negó era un folio para hacer operaciones; debían hacerlas en el que les habíamos facilitado.

Por nuestra parte, para evitar la comunicación entre los presentados de distintos grupos, se utilizaron estrategias variadas: cambio de datos en los enunciados, modificación de la ubicación de los puestos, sorteo del puesto que debe ocupar...

En cuanto a los participantes en cada tipo de práctica, tenemos:

##### *a) En relación con las prácticas de palancas*

Nos referimos a las respuestas de 44 alumnos (37 chicas y 7 chicos); es decir las que dieron aquellos a los que aleatoriamente les tocó realizar una palanca de 1er. género (21/44) o una de 2º género (23/44).

##### *b) En relación con las prácticas de la rampa*

Tenemos los resultados de un grupo de 23 alumnos (20 chicas y 3 chicos) de un total de 98 –del mismo grupo que los anteriores- a los que aleatoriamente les tocó realizar la práctica de una rampa.

##### *c) En relación con las prácticas de las poleas*

Tenemos los resultados de un grupo de 15 alumnos (13 chicas y 2 chicos), a los que aleatoriamente les tocó realizar la práctica de una polea: 6/15 tuvieron que realizar la polea fija y 9/15 la móvil.

d) En relación con las prácticas de la Ley de Hooke

Por último, tenemos las respuestas de 16 alumnos (13 chicas y 3 chicos) del total del grupo a los que aleatoriamente les tocó realizar la práctica de los cuerpos elásticos, del muelle o de la Ley de Hooke.

#### 4.2.2. Instrumentos de recogida de información

Algunos ejemplos se recogen en el Anexo 4. Mantenemos la división por el tipo de prueba.

a) Prácticas de las palancas

En la Figura 4.1 se recoge el “enunciado tipo” de la prueba sobre la palanca de 1er. género.

**EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)**

**Nombre:**

**1. Monta una palanca de primer género y mide la Fuerza aplicada y el brazo de la fuerza aplicada en las condiciones siguientes**

R = soporte + pesa grande + dos pesas pequeñas  
Brazo de la resistencia = 0.10 m

Se pide:

- Un dibujo del montaje realizado representando los elementos de la palanca.
- Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.
- Una tabla de valores indicando R,  $b_R$ ,  $b_F$  y F. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas con los valores indicados de R y brazo de R.
- Las conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de tus datos.

Figura 4.1. Ejemplo de examen de práctica: palanca 1er.género

En la palanca de 1er. género se hicieron las siguientes combinaciones de datos:

- R = soporte + pesa grande + dos pesas pequeñas # Brazo de la resistencia = 0.10 m
- R = soporte + pesa grande + dos pesas pequeñas # Brazo de la fuerza aplicada = 0.10 m
- R = soporte + pesa grande + dos pesas pequeñas # Brazo de la resistencia = 0.12 m
- R = soporte + pesa grande + dos pesas pequeñas # Brazo de la fuerza aplicada = 0.08 m
- Brazo de la resistencia = 0.10 m # Brazo de la fuerza aplicada = 0.10 m
- Brazo de la resistencia = 0.08 m # Brazo de la fuerza aplicada = 0.10 m

En la Figura 4.2 (ver en la página siguiente) se recoge el “enunciado tipo” de la prueba sobre la palanca de 2º género. En cuanto a éstas, se hicieron las siguientes combinaciones de datos:

- R = soporte + pesa grande + una pesa pequeña # Brazo de la resistencia = 0.06 m
- R = soporte + pesa grande + una pesa pequeña # Brazo de la fuerza aplicada = 0.12 m
- Brazo de la resistencia = 0.08 m # Brazo de la fuerza aplicada = 0.10 m
- R = soporte + pesa grande + una pesa pequeña # Brazo de la resistencia = 0.08 m
- R = soporte + pesa grande + una pesa pequeña # Brazo de la fuerza aplicada = 0.10 m
- Brazo de la resistencia = 0.08 m # Brazo de la fuerza aplicada = 0.12 m

**EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)**

**Nombre:**

**1. Monta una palanca de segundo género y mide la Fuerza aplicada y el brazo de la fuerza aplicada en las condiciones siguientes**

R = soporte + pesa grande + una pesa pequeña  
Brazo de la resistencia = 0.06 m

Se pide:

- Un dibujo del montaje realizado representando los elementos de la palanca.
- Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.
- Una tabla de valores indicando R,  $b_R$ ,  $b_F$  y F. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas con los valores indicados de R y brazo de R.
- Las conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de tus datos.

Figura 4.2. Ejemplo de examen de práctica: palanca 2º género

Aunque en el Anexo 4 se recogen pruebas de las palancas, en la Tabla 4.1 señalamos la exigencia de cada cuestión y los aspectos utilizados. Vale para las palancas de 1er. género y las de 2º.

Pregunta	Exigencia cognitiva	Aspectos a considerar	
1. Dibuja el montaje realizado e indica los elementos de la palanca	- Dibujo del montaje - Identificación de elementos de la palanca (F, $b_F$ , $b_R$ , R y PA)	- Identificación de F - Identificación de $b_F$ - Identificación de R	- Identificación de $b_R$ - Identificación de PA
2. Representa y justifica las fuerzas que intervienen	- Dibujo del montaje - Identificación y representación de fuerzas (F, R, $P_{pal}$ y $T_{clip}$ ) - Justificación interacciones en cada fuerza	- Dibuja F - Dibuja R - Dibuja $P_{pal}$ - Dibuja $T_{clip}$	- Justifica F - Justifica R - Justifica $P_{pal}$ - Justifica $T_{clip}$ - Justifica equilibrio
3. Realiza una tabla con los valores de R, $b_R$ , F y $b_F$ . Toma tres medidas con los valores del enunciado	- Uso de la regla y el dinamómetro - Medición de magnitudes (lectura y unidades) - Tabulación de datos	- Medición de F - Medición de $b_F$ - Medición de R - Medición de $b_R$ - Disposición de datos	- Unidades de F (N) - Unidades de $b_F$ (m) - Unidades de R (N) - Unidades de $b_R$ (m)
4. Conclusiones que se pueden extraer de los datos	- Análisis relaciones entre variables - Contraste entre datos obtenidos y ley de la palanca - Establecimiento de conclusiones	- Relación entre los datos variables del problema - Relación entre R y F - Cálculo $Rb_R = Fb_F$ - Cumplimiento de la Ley de la Palanca	

Tabla 4.1. Propósitos de las preguntas de la prueba escrita del estudio.

En la Figura 4.3 se recoge el referencial deseable desde la ciencia escolar de las palancas. Éste nos servirá más adelante para visualizar los resultados y las conclusiones.

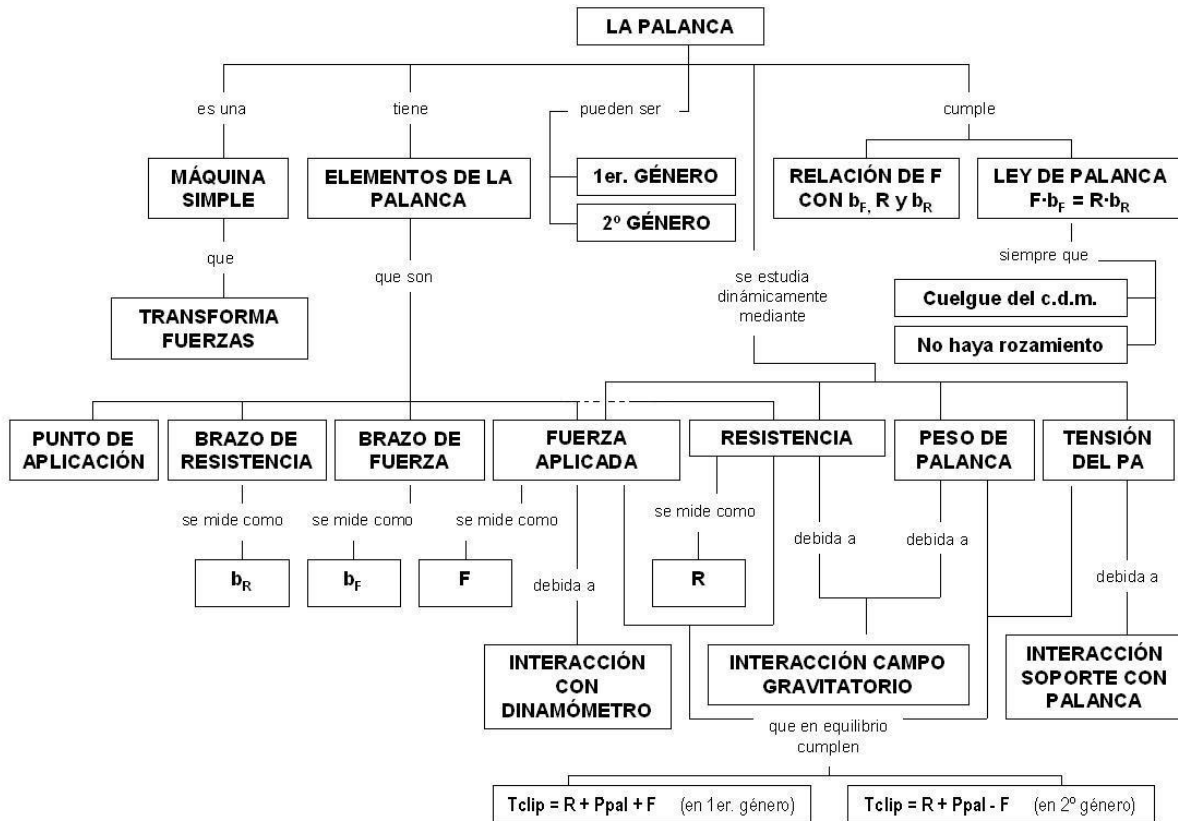


Figura 4.3. Referencial deseable de las Palancas

b) Prácticas de la rampa

En la Figura 4.4 se recoge el “enunciado tipo” de la prueba sobre la rampa.

**EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)**

**Nombre:**

**1. Monta una rampa y mide la Fuerza aplicada, como mínimo, en los TRES casos siguientes**

1)	R = carrito	$\alpha$ (pendiente) = 30 °
2)	R = carrito	$\alpha$ (pendiente) = 40 °
3)	R = carrito + pesa	$\alpha$ (pendiente) = 30 °

**Se pide:**

- Un dibujo del montaje realizado, representando y justificando las fuerzas que intervienen
- Una tabla de valores indicando R,  $\alpha$  y F en cada caso
- Conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de estos datos

Figura 4.4. Ejemplo de examen de práctica: rampa

Se hicieron las siguientes combinaciones de datos:

- R = carrito y  $\alpha = 30^\circ$  # R = carrito y  $\alpha = 40^\circ$  # R = carrito + pesa y  $\alpha = 30^\circ$
- R = carrito y  $\alpha = 35^\circ$  # R = carrito y  $\alpha = 45^\circ$  # R = carrito + pesa y  $\alpha = 35^\circ$
- R = carrito y  $\alpha = 45^\circ$  # R = carrito y  $\alpha = 40^\circ$  # R = carrito + pesa y  $\alpha = 45^\circ$
- R = carrito y  $\alpha = 35^\circ$  # R = carrito y  $\alpha = 45^\circ$  # R = carrito + pesa y  $\alpha = 45^\circ$
- R = carrito y  $\alpha = 40^\circ$  # R = carrito y  $\alpha = 35^\circ$  # R = carrito + pesa y  $\alpha = 35^\circ$
- R = carrito y  $\alpha = 35^\circ$  # R = carrito y  $\alpha = 40^\circ$  # R = carrito + pesa y  $\alpha = 40^\circ$

Aunque en el Anexo 4 se recogen un enunciado de las pruebas de rampa, en la Tabla 4.2, vamos a comentar la exigencia de cada cuestión y los aspectos que hemos estudiado.

Pregunta	Exigencia cognitiva	Aspectos a considerar	
1. Representa y justifica las fuerzas que intervienen	- Dibujo del montaje - Identificación de fuerzas (F, R, N) - Representación de fuerzas - Justificación interacciones de fuerzas	- Dibuja F - Dibuja R - Dibuja N	- Justifica F - Justifica R - Justifica N
2. Realiza una tabla con los valores de R, $\alpha$ y F. Toma medidas con los valores del enunciado	- Uso de la regla y el dinamómetro - Medición de magnitudes (lectura y unidades) - Tabulación de datos	- Medición de F - Medición de $\alpha$ - Medición de R - Medición de $R \cdot \text{sen } \alpha$ - Disposición de datos	- Unidades de F (N) - Unidades de $\alpha$ ( $^\circ$ ) - Unidades de R (N) - Unidades de $R \cdot \text{sen } \alpha$ (N)
3. Conclusiones que se pueden extraer de los datos	- Análisis de relaciones entre aribles - Contraste entre datos y ley de la rampa - Establecimiento de conclusiones	- Relación entre los datos variables del problema - Relación entre R y F - Cumplimiento de la Ley de la Rampa	

Tabla 4.2. Propósitos de las preguntas de la prueba escrita del estudio.

En la Figura 4.5 se recoge el referencial deseable desde la ciencia escolar de la rampa.

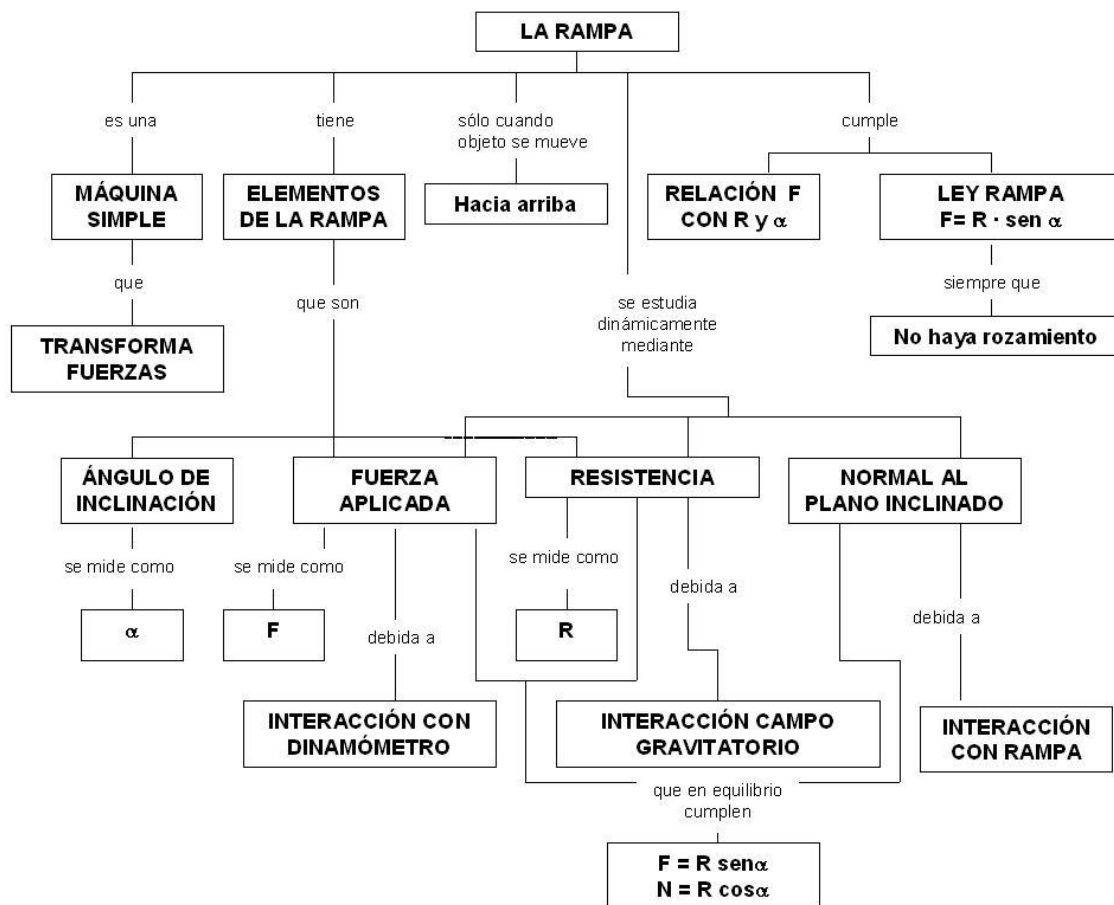


Figura 4.5. Referencial deseable de la rampa

c) Prácticas de las poleas

En las Figuras 4.6 y 4.7 se recogen los “enunciados tipo” de las prueba sobre la polea fija y móvil

<b>EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)</b>	
<b>Nombre:</b>	
<b>1. Monta una polea fija</b> y mide la Fuerza aplicada para diferentes valores de la Resistencia	
Se pide:	Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.
	Una tabla con los valores de R y F en cada caso. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas.
	Conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de estos datos.

Figura 4.6. Ejemplo de examen de práctica: polea fija

En cuanto a la polea fija, no se plantea ningún dato como requisito, dejando al alumno la posibilidad de elegir tres medidas. No obstante, la fuerza de rozamiento exige un valor mínimo de R para que el dinamómetro “empiece” a marcar una cantidad; por ello, no se cumple la Ley de la polea fija.

<b>EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)</b>	
<b>Nombre:</b>	
<b>1. Monta una polea móvil</b> y mide la Fuerza aplicada para diferentes valores de la Resistencia	
Se pide:	Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.
	Una tabla con los valores de R y F en cada caso. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas.
	Conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de estos datos.

Figura 4.7. Ejemplo de examen de práctica: polea móvil

En cuanto a la móvil, tampoco se plantea ningún dato como requisito y el alumnado puede elegir libremente las medidas. También en este caso, la fuerza de rozamiento exige un valor mínimo de R para que el dinamómetro “empiece” a marcar una cantidad pero es muy pequeño; por ello, es más fácil que se aproximen los valores a los previstos en la Ley de la polea móvil.

Aunque en el Anexo 4 se recogen los enunciados de pruebas sobre poleas, en la Tabla 4.3, vamos a comentar las exigencias y los aspectos que hemos estudiado en las pruebas de la polea. Como puede verse, nos vale para los dos tipos de poleas.

Pregunta	Exigencia cognitiva	Aspectos a considerar	
1. Representa y justifica las fuerzas que intervienen	- Dibujo del montaje - Identificación de fuerzas (F, R, P <sub>polea</sub> y T <sub>clip</sub> ) y representación - Justificación de las interacciones en cada fuerza	- Dibuja F - Dibuja R - Dibuja P <sub>polea</sub> - Dibuja T <sub>clip</sub>	- Justifica F - Justifica R - Justifica P <sub>polea</sub> - Justifica T <sub>clip</sub> - Justifica equilibrio
2. Realiza una tabla con valores de R y F. Toma medidas con los valores del enunciado	- 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 (fija) [(R/2) - F] (móvil) - Disposición de datos	- Unidades de F (N) - Unidades de R (N) - Unidades de R-F (N) en fija y [(R/2) - F] (N) en la 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 4.3. Propósitos de las preguntas de la prueba escrita del estudio.

En la Figura 4.8 se recoge el referencial deseable desde la ciencia escolar de la rampa. Éste nos servirá más adelante para visualizar los resultados y las conclusiones.

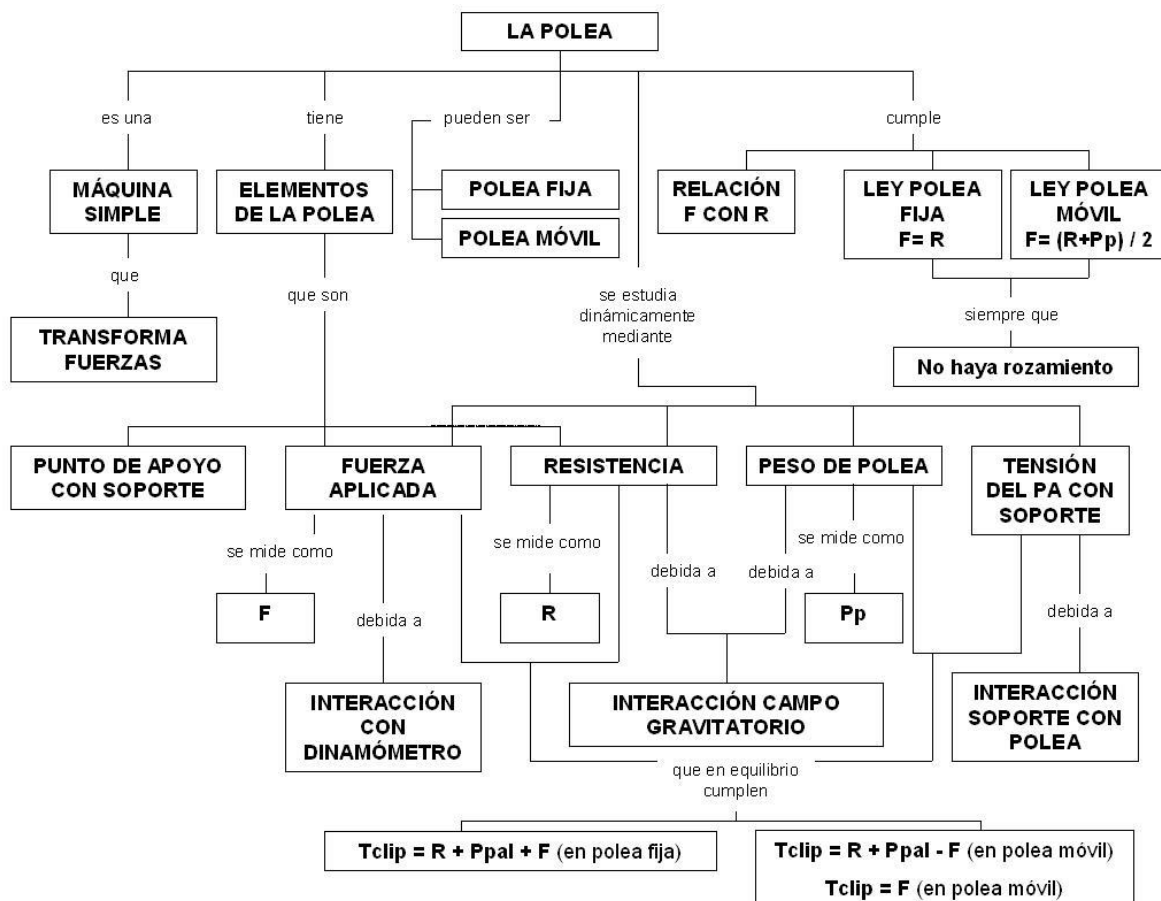


Figura 4.8. Referencial deseable de las poleas

d) Práctica de la Ley de Hooke

En la Figura 4.9 se recoge el “enunciado tipo” de las prueba sobre la ley de Hooke.



**EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)**

**Nombre:**

**1. A partir de la Ley de Hooke**

Se pide: Un dibujo del montaje, representando y justificando las fuerzas que intervienen

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

El valor de la constante elástica del muelle que has usado.

Una vez que has calculado la constante, ¿qué fuerza hace el muelle si éste se alarga 0.10 m?

Figura 4.9. Ejemplo de examen de práctica: Ley de Hooke

En este caso, lo que “diversificaba” las posibles opciones de la prueba era la última cuestión. Estas eran dichas opciones:

- Una vez calculada k, ¿qué fuerza hace el muelle si éste se alarga 0.10 m?
- Una vez calculada k, ¿qué fuerza hace el muelle si éste se alarga 0.05 m?
- Una vez calculada k, ¿cuánto se alargaría el muelle si hacemos una fuerza de 2N?
- Una vez calculada k, ¿cuánto se alargaría el muelle si hacemos una fuerza de 1.5N?

Aunque en el Anexo 4 se recoge el enunciado de una de las pruebas utilizadas, en la Tabla 4.4, recogemos la exigencia de cada cuestión y los aspectos estudiados en esta prueba.

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 $\Delta x$ . 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 $\Delta x$ - Disposición de datos	- Unidades de P (N) - Unidades de x (m) - Unidades de $\Delta x$ (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 medidas - Magnitud errores
4. Calcula $\Delta x$ o la F en función de la k calculada	- Realización de cálculos	- Cálculo de $P = k \cdot \Delta x$ - Unidades en las medidas	

Tabla 4.4. Propósitos de las preguntas de la prueba escrita del estudio.

En la Figura 4.10 se recoge el referencial deseable desde la ciencia escolar de la ley de Hooke que, como hemos dicho en los anteriores, nos servirá para representar las conclusiones.

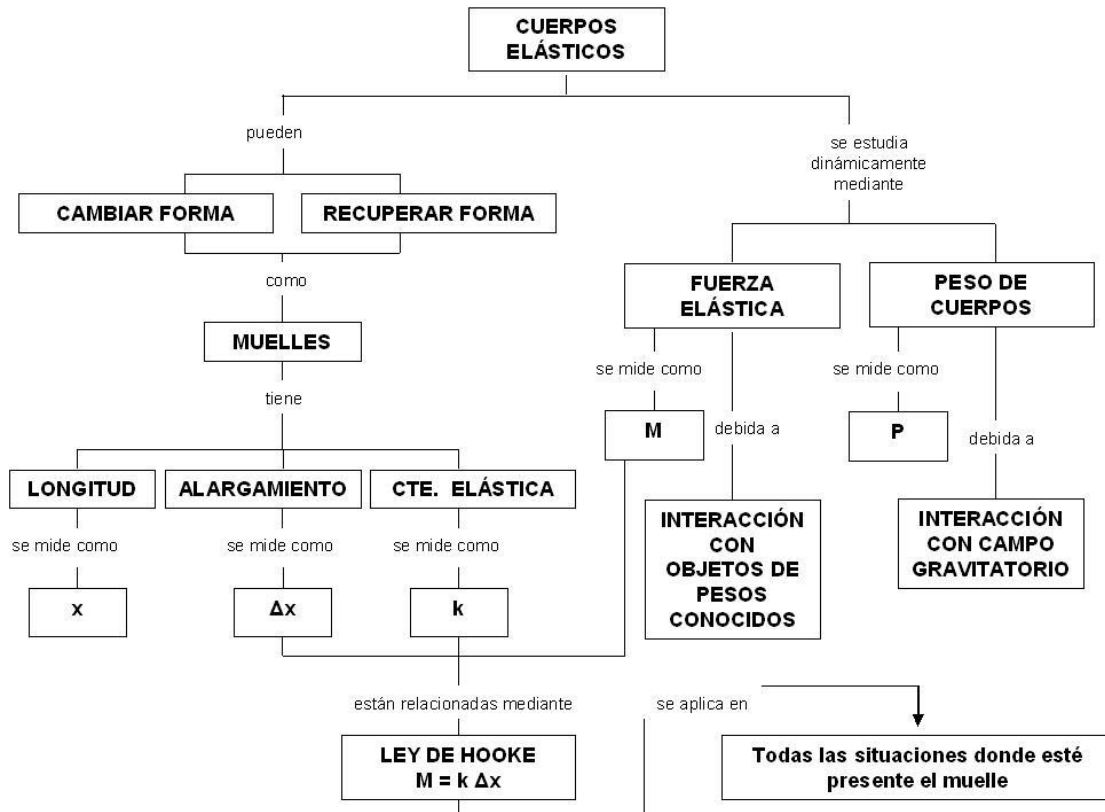


Figura 4.10. Referencial deseable de la Ley de Hooke

### 4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para describir los resultados, en lugar de hacerlo por subproblemas, lo haremos en función de la prueba y, en cada una, mantendremos la formulación secuenciada de los subproblemas.

#### 4.3.1. Pruebas de las palancas

Presentamos los resultados en función de las preguntas planteadas, diferenciando los valores por tipo de palancas y tratando la información de forma global.

#### Elementos de la palanca.

Los datos obtenidos por nuestros futuros maestros en esta pregunta se recogen en la Tabla 4.5.

Elementos de la palanca	palanca 1º género	palanca 2º género	Global (%)
Identifica el elemento F	21/21	23/23	44 (100%)
Identifica el elemento b <sub>F</sub>	18/21	20/23	38 (86%)
Identifica el elemento R	21/21	23/23	44 (100%)
Identifica el elemento b <sub>R</sub>	18/21	19/23	37 (84%)
Identifica el elemento PA	16/21	18/23	34 (77%)
Representa colgado en el c.d.m.	10/21	8/23	18 (41%)

Tabla 4.5. Frecuencias y porcentajes de la identificación de elementos de la palanca.

En la Figura 4.11 vemos ejemplos de respuestas correctas. Así, en la palanca de primer género, el alumno A80 identifica todos los elementos y el alumno A90 lo hace con la de segundo.

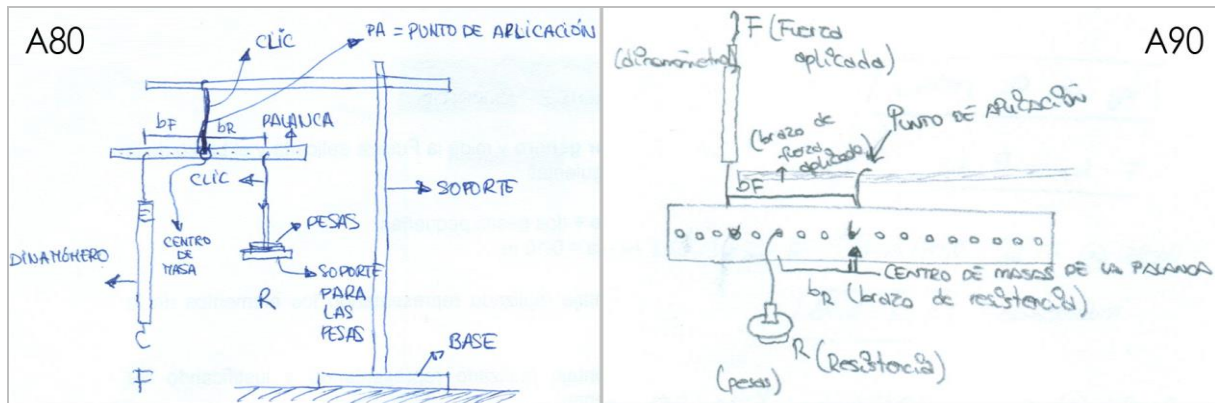


Figura 4.11. Ejemplos de respuestas correctas a la Pregunta 1 de la prueba de la palanca

En relación con la palanca de 1er. género:

- Todos identifican  $F$  y  $R$ ; y un número importante también dibujan  $b_F$  y  $b_R$ . Hay seis alumnos (A4, A15, A22, A24, A29 y A54) que, además de dibujar bien todos los elementos, añaden sus respectivas definiciones por escrito.

- Hay dos alumnos (A35 y A52) que no dibujan ni  $b_F$  ni  $b_R$  y un tercero (A59) lo hace mal puesto que marca las dos distancias como el total de cada brazo completo de la estructura, independientemente de donde se aplique la  $F$  y la  $R$  respectivamente.

- Casi la cuarta parte (A2, A3, A14, A52 y A59) no señalaron el punto de aplicación (PA) sobre el que se sustentaba la palanca. Creemos que es más fruto de una falta de atención que al desconocimiento.

En la Figura 4.12 se recoge algunas respuestas no adecuadas.

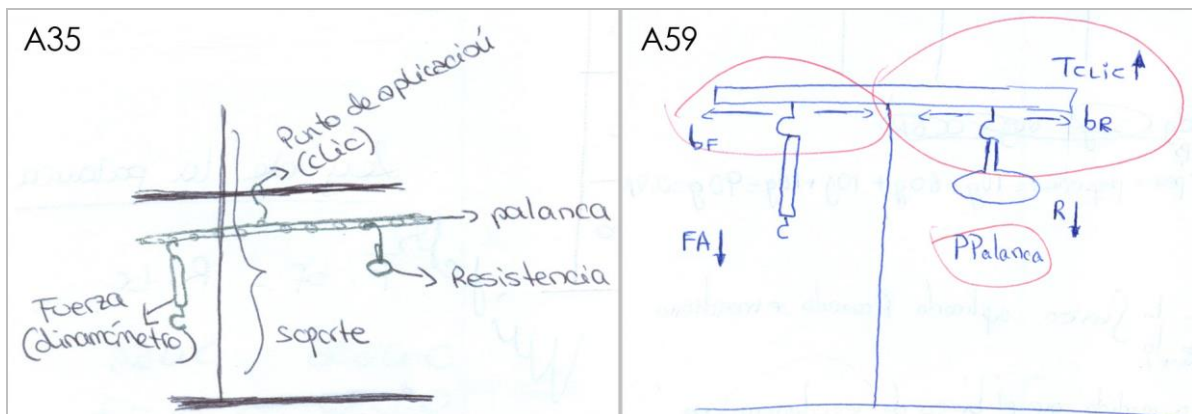


Figura 4.12. Ejemplos de respuestas no adecuadas a la Pregunta 1 de la prueba de la palanca

- Menos de la mitad de los futuros maestros en la de 1er. género indicaron, en su dibujo o por escrito, que la palanca estaría colgada por su centro de masas: seis de ellos lo indicaron en el dibujo (A2, A11, A14, A63, A79 y A80) y los otros cuatro (A4, A15, A24 y A54) lo indicaron por escrito.

En relación con la palanca de 2º género:

- Todos identifican F y R; y un número importante también dibujan  $b_F$  y  $b_R$ . Hay cinco alumnos (A12, A34, A55, A64 y A89) que no sólo dibujan bien los elementos sino que además añaden sus respectivas definiciones por escrito.

- Hay un alumno (A16) que no dibuja ni  $b_F$  ni  $b_R$ ; uno (A31) que dibuja mal las dos, el cual establece ambas distancias como sólo un punto donde se aplican la F y la R respectivamente; uno que dibuja mal  $b_F$  (A8) pues indica toda la distancia del brazo completo de la estructura donde cuelgan las pesas y el soporte sin tener en cuenta hasta donde penden estos; y otro (A33) tiene un fallo menor, pues etiqueta mal  $b_R$  al poner dos veces  $b_F$  en los dos brazos. En la Figura 4.13 se recoge alguna.

- Casi la quinta parte de los participantes en la de 2º no señalaron el punto de aplicación o de apoyo (PA) sobre el que se sustentaba la palanca (A6, A43, A73, A89 y A97). Creemos que es más fruto de una falta de atención que a desconocerlo realmente.

En la Figura 4.13 se recoge algunas respuestas no adecuadas.

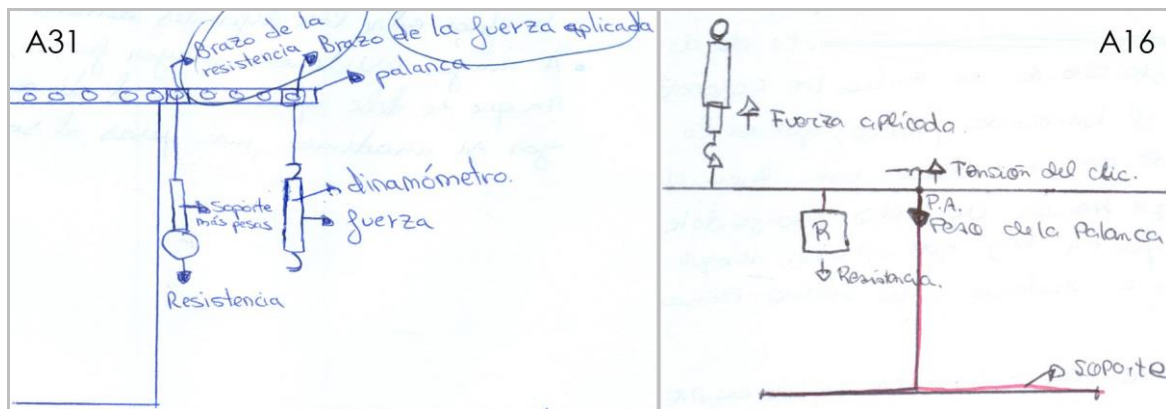


Figura 4.13. Ejemplos de respuestas no adecuadas a la Pregunta 1 de la prueba de la palanca

- Alrededor de la tercera parte en la de 2º indicaron, en su dibujo o por escrito, que la palanca estaría colgada por su centro de masas: cuatro de ellos lo indicaron en el dibujo (A43, A50, A90 y A97) y los otros cuatro (A12, A17, A18 y A55) lo indicaron por escrito.

### Montaje realizado y fuerzas que intervienen

Hemos dividido las respuestas a la segunda pregunta 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 4.6 se recogen los resultados de la primera de ellas.

Representación de las fuerzas		palanca 1º género	palanca 2º género	Global (%)
Dibuja la fuerza aplicada F	completa	17/21	20/23	37 (84%)
	sin flecha	4/21	2/23	6 (14%)
Dibuja la resistencia R	completa	17/21	19/23	36 (82%)
	sin flecha	3/21	3/23	6 (14%)
Dibuja la tensión del clip	completa	17/21	19/23	36 (82%)
	sin flecha	3/21	3/23	6 (14%)
Dibuja peso palanca	completa	16/21	16/23	32 (73%)
	sin flecha	2/21	2/23	4 (9%)

Tabla 4.6. Frecuencias y porcentajes de las fuerzas que intervienen en el montaje.

En la Figura 4.14 hay ejemplos de respuestas correctas en relación con la identificación de las fuerzas; las ofrecen el alumno A80 para la de primer género y el A90 para la de segundo.

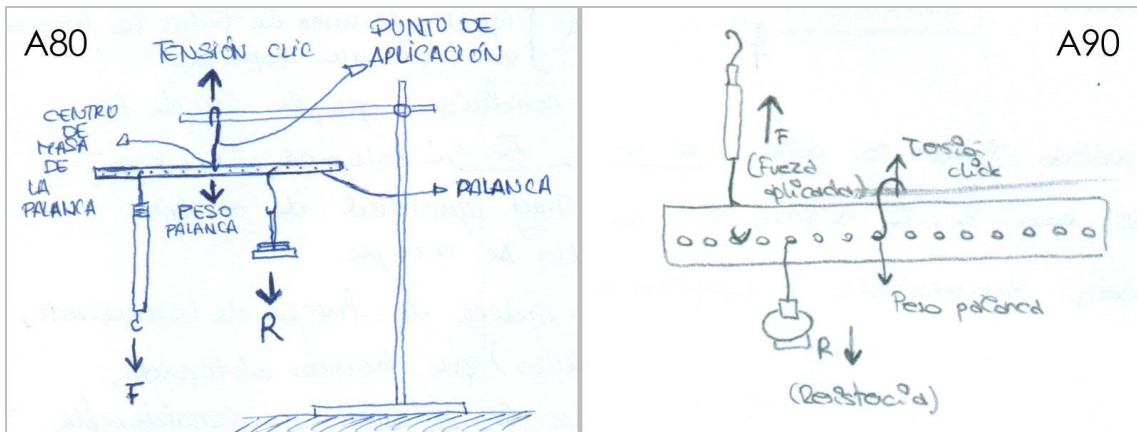


Figura 4.14. Ejemplos de respuestas correctas a la Pregunta 2 de la prueba de la palanca

En relación con la palanca de 1er. género:

- Alrededor de las tres cuartas partes del grupo dibujan correctamente las cuatro fuerzas. Casi todos representan tres fuerzas ( $F$ ,  $R$  y  $T_{clip}$ ), con o sin flecha. Los problemas más importantes se dan con tres alumnos (A2, A24 y A52) que omiten el  $P_{pal}$
- Hay omisiones de las flechas –indicativo del carácter vectorial- en las fuerzas que intervienen, aunque pensamos que éstas se deben más a despistes que a desconocimientos. Así, hay cuatro alumnos (A2, A15, A35 y A63) que representan  $F$  sin flecha; tres (A2, A15 y A35) lo hacen con  $R$ ; tres (A2, A35 y A52) lo hacen  $T_{clip}$ ; y dos (A35 y A59) que representan  $P_{pal}$  sin flecha.
- Entre los errores “sin paliativos” estarían A52 ya que dibuja la resistencia y la fuerza aplicada, de forma perpendicular a la dirección adecuada, o A59 que representa  $T_{clip}$  “fuera del dibujo”.

En la Figura 4.15 se recogen algunas de estas representaciones inadecuadas.

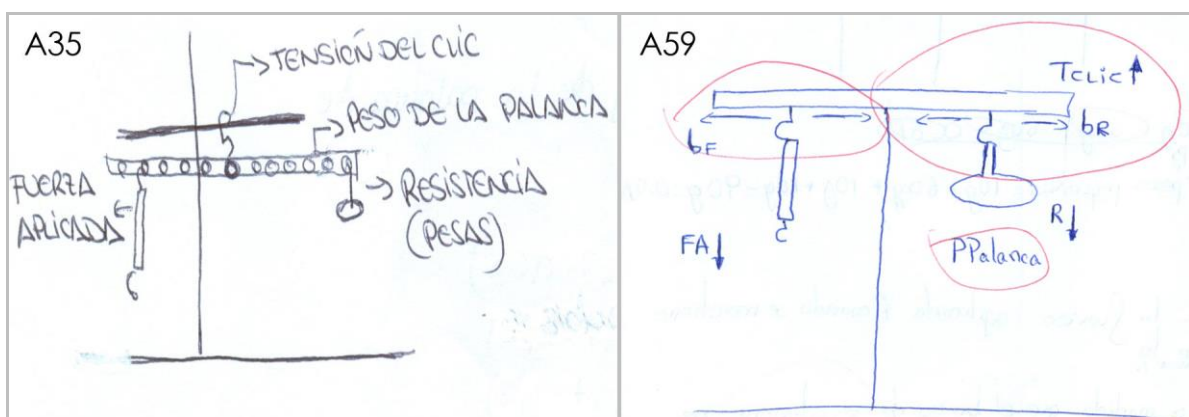


Figura 4.15. Ejemplos de respuestas inadecuadas a la Pregunta 2 de la prueba de la palanca 1er. género

En relación con la palanca de 2º género:

- Alrededor de las tres cuartas partes del grupo dibujan correctamente las cuatro fuerzas. Casi todos representan tres fuerzas ( $F$ ,  $R$  y  $T_{clip}$ ), con o sin flecha. Los problemas más importantes se dan con la

omisión del peso de la palanca ( $P_{pal}$ ): hay cinco (A17, A31, A33, A43 y A73) que omiten el  $P_{pal}$  y uno de ellos (A31) omite  $T_{clip}$ .

- Hay omisiones de las flechas –indicativo del carácter vectorial- en las fuerzas que intervienen, aunque pensamos que éstas se deben a despistes. Así, hay dos (A6 y A43) que representan  $F$  sin flecha; tres (A6, A43 y A55) lo hacen con  $R$ ; tres (A6, A33 y A38) lo hacen con  $T_{clip}$ ; dos (A6 y A70) que representan  $P_{pal}$  sin flecha.

- Entre los errores “sin paliativos” estaría A31, ya que dibuja la fuerza aplicada de forma perpendicular a la dirección adecuada.

En la Figura 4.16 se recoge una de estas representaciones inadecuadas.

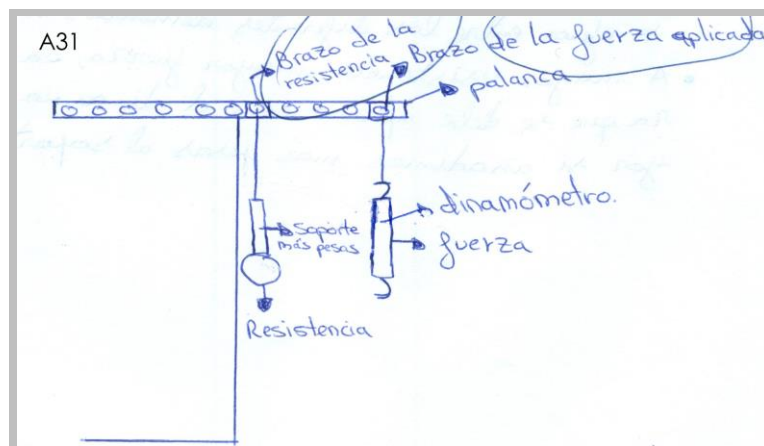


Figura 4.16. Ejemplos de respuestas inadecuadas a la Pregunta 2 de la prueba de la palanca 2º género

### Justificación de las fuerzas

En la Tabla 4.7 recogemos los resultados sobre la justificación de las fuerzas que intervienen.

Define o justifica las fuerzas		palanca 1º género	palanca 2º género	Global (%)
Justifica la fuerza aplicada $F$	completa	15/21	18/23	33 (75%)
	aporta ideas	-	1/23	1 (2%)
Justifica la resistencia $R$	completa	14/21	20/23	34 (77%)
	aporta ideas	1/21	-	1 (2%)
Justifica la tensión del clip	completa	15/21	19/23	34 (77%)
	aporta ideas	-	1/23	1 (2%)
Justifica peso palanca	completa	13/21	17/23	30 (68%)
	aporta ideas	2/21	1/23	3 (7%)
Justifica equilibrio: $T_{clip} = R + P_{pal} + F$ (en 1er. género) ó $T_{clip} = R + P_{pal} - F$ (en 2º género)		7/21	8/23	15 (34%)

Tabla 4.7. Frecuencias y porcentajes la justificación de las fuerzas que intervienen.

Consideramos adecuadas, por ejemplo, las de A4, en la de primer género, y A12, en la de segundo:

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

Además, A4 y A12 señalaron respectivamente que  $T_{clip} = R + P_{pal} + F$  (en la de 1er. género) y  $T_{clip} = R + P_{pal} - F$  (en la de 2º género).

Las frecuencias de respuestas adecuadas recogidas en la Tabla 4.7 son sensiblemente menores que las de la Tabla 4.6, porque la representación suele ser más sencilla que la justificación.

*En relación con la palanca de 1er. género:*

- Respecto a los que no justifican o lo hacen de forma inadecuada, destacaríamos negativamente a cuatro alumnos (A15, A35, A53 y A88) que no fueron capaces de explicar ninguna de las fuerzas.

- Además, otros tuvieron errores o no respondieron a algunas. Así, dos (A24 y A52) no justificaron F; dos (A24 y A79) no lo hicieron con R; dos (A24 y A86) con  $P_{pal}$ ; y dos (A79 y A86) con  $T_{clip}$ . Ejemplos de respuestas incorrectas o de mínima aportación de ideas son:

- *Fuerza aplicada (F): fuerza que representa a la interacción entre la palanca y el resto de fuerzas (dada por A24)*
- *Resistencia (R): es el peso que aplicamos (dada por A24)*
- *Peso de la palanca ( $P_{pal}$ ): fuerza que provoca el peso de la propia palanca (dada por A79)*
- *Tensión del clip ( $T_{clip}$ ): resulta de la resistencia que se opone al peso (dada por A79)*

- Llama la atención que sólo unos pocos justifiquen el equilibrio de todas las fuerzas que intervienen en el montaje; en concreto, siete (A4, A11, A29, A35, A59, A72 y A80).

*En relación con la palanca de 2º género:*

- Dos (A8 y A73) no fueron capaces de explicar ninguna de las fuerzas.

- Otros tuvieron errores o no respondieron a algunas. Así, tres no justificaron adecuadamente  $P_{pal}$  (A31, A38 y A43), uno no lo hizo con  $T_{clip}$  (A31), dos con F (A43 y A50) y uno con R (A38). Ejemplos de respuestas incorrectas o de mínima aportación de ideas son:

- *Fuerza aplicada (F): mantiene el equilibrio de la palanca al contrarrestar la resistencia (dada por A43)*
- *Resistencia (R): interacción representada del campo gravitatorio y la palanca (dada por A38)*
- *Peso de la palanca ( $P_{pal}$ ): como cualquier peso debe medirse en newtons (dada por A50)*
- *Tensión del clip ( $T_{clip}$ ): es el punto donde se sujetan los brazos (dada por A73)*

- Sólo unos pocos justifican el equilibrio de las fuerzas que intervienen en el montaje; en concreto, ocho (A6, A8, A12, A16, A50, A55, A89 y A90), lo que equivale aproximadamente a un tercio del grupo.

### Medición y tabulación de datos

Se pedía al futuro maestro que midieran y tabularan las medidas de F,  $b_F$ , R y  $b_R$  en tres situaciones, como mínimo, y en las condiciones descritas en el enunciado.

En la Figura 4.17 vemos un ejemplo de respuesta correcta –la del alumno A29- en cuyo enunciado se especificaban los valores de  $b_R$  (0,08 m) y  $b_F$  (0,10 m) y se pedía tres medidas de R y F en una palanca de primer género (como puede verse, realiza más medidas de las que se les pedía). También se recoge la tabla elaborada por el alumno A16, que realizó tres medidas de  $b_F$  y F en una de 2º género con unos valores fijos R (0,7 N) y  $b_R$  (0,06 m).

Figura 4.17. Ejemplo de respuesta correcta a la Pregunta 3

Hemos diferenciados la lectura y tabulación, y las unidades. En la Tabla 4.8 se recogen los resultados relacionados con la medición y la tabulación de las variables  $F$ ,  $b_F$ ,  $R$  y  $b_R$ .

Medidas realizadas	palanca 1er. género	palanca 2º género	Global (%)
Medidas correctas de $F$	14/21	12/23	26 (59%)
Medidas correctas de $b_F$	18/21	23/23	41 (93%)
Medidas correctas de $R$	14/21	12/23	26 (59%)
Medidas correctas de $b_R$	18/21	23/23	41 (93%)
Valores ordenados en la Tabla	17/21	20/23	37 (84%)

Tabla 4.8. Frecuencias y porcentajes de las medidas de las variables  $F$ ,  $b_F$ ,  $R$  y  $b_R$ .

*En relación a la palanca de 1er. género*

- Han tenido más problemas para medir las fuerzas que para medir los brazos. Así, alumnos que miden valores impares de las fuerzas cuando el dinamómetro sólo aprecia pares (sus divisiones eran de 0.2 N) en  $F$  (A3, A4, A15, A24 y A79) y en  $R$  (A3, A4, A14, A24 y A63).

- El alumno A3 cambia los valores de una de las variables fijadas en el enunciado; y A24 no mide todos los valores que se pedían.

- En relación con  $b_F$  y  $b_R$ , A24 y A53 tienen problemas con alguna medida. El primero no toma bien una medida de  $b_F$ , no la incluye en la tabla y hace mal los cálculos posteriores. El segundo pone un valor impar cuando todos los demás datos ( $F$ ,  $R$  y  $b_F$ ) son pares

- Por último, hay cuatro (A22, A24, A72 y A79) que colocan sus datos desordenados en la tabla.

*En relación con la palanca de 2º género*

- También han tenido más problemas para medir las fuerzas que para medir los brazos. Así, nueve alumnos (A17, A18, A37, A38, A43, A50, A71, A73 y A90) miden valores impares de la fuerza  $F$  y dos (A31 y A34) en  $R$  cuando, como hemos dicho, el dinamómetro sólo aprecia pares. Además el alumno A34 cambia los valores de una de las variables fijadas en el enunciado.

- Por último, hay tres (A17, A89 y A97) que trasladan los datos a su tabla de forma desordenada.

**Unidades en las medidas**

En la Tabla 4.9, se recoge la segunda parte de la cuestión: unidades de todos los valores.



Unidades en las medidas	palanca 1er. género	palanca 2º género	Global (%)
Pone correctamente unidades de F	14/21	14/23	28 (64%)
Pone correctamente unidades de $b_F$	14/21	13/23	27 (61%)
Pone correctamente unidades de R	13/21	14/23	27 (61%)
Pone correctamente unidades de $b_R$	14/21	13/23	27 (61%)

Tabla 4.9. Frecuencias y porcentajes de las unidades de las variables F,  $b_F$ , R y  $b_R$ .

- Un tercio en la de primer género (8/21) y poco más de dos quintos en la de segundo género (10/23) - porcentajes importantes en nuestra opinión- no indican todas las unidades, ni Newtons (N) para las fuerzas ni metros (m) para las distancias.

- En PL1 hay 7 alumnos (A3, A11, A15, A22, A35, A54 y A72) que no ponen ninguna de las unidades en la tabla. Además (A79) no pone las unidades de R (en las F sí).

- En PL2 hay 9 alumnos (A6, A17, A18, A31, A33, A34, A37, A38 y A67) que no ponen ninguna de las unidades en la tabla. Además (A87) no pone las unidades en ambos brazos.

### Establecimiento de conclusiones

En la Tabla 4.10 se recogen las conclusiones coherentes de los futuros maestros. En la primera fila, dependiendo de los datos del enunciado, sólo podían llegar a una de las opciones entre paréntesis.

Conclusiones a las que llegan	palanca 1º género	palanca 2º género	Global
Relación entre los datos variables del problema ( $b_F \uparrow \Rightarrow F \downarrow$ ; $b_R \uparrow \Rightarrow F \uparrow$ ; $R \uparrow \Rightarrow F \uparrow$ )	16/21	20/23	36 (82%)
Relación adecuada entre R y F	8/21	4/23	12 (27%)
Calcula adecuadamente $R_{b_R} = F_{b_F}$	20/21	23/23	43 (98%)
Cumplimiento o no de la ley de la palanca	21 (0+21)/21	22 (4+18)/23	43 (98%)

Tabla 4.10. Frecuencias y porcentajes de las respuestas de los alumnos a la pregunta 4.

Una respuesta adecuada de las conclusiones nos la ofrece el alumno A59, en relación con la palanca de primer género:

- a) cuando  $b_R$  y R están fijos, si  $b_F$  aumenta, F disminuye.
- b) R es siempre menor que F (no siempre ocurría pero, en estos casos, sí ocurrió).
- c) No cumple la ley de la palanca.

Y el alumno A97 con la de segundo:

- a) cuando  $b_F$  y  $b_R$  están fijos, si aumenta R aumenta F.
- b) R es siempre menor que F.
- c) No cumple la ley de la palanca (en la de 2º género era más probable que se cumpliera).

### En relación con la palanca de 1er. género

- La mayoría establece una relación coherente con sus resultados: cuando  $b_R$  y R están fijos, si  $b_F$  aumenta, F disminuye (también podría haber sido cuando  $b_F$  y R están fijos, si  $b_R$  aumenta, F aumenta; o bien cuando  $b_F$  y  $b_R$  están fijos, si aumenta R aumenta F)

- No obstante, cinco alumnos tienen problemas. Hay dos (A2 y A3) que se equivocan al relacionar los datos de las variables de su problema; mientras que tres (A24, A35 y A80) no indican ninguna relación entre las variables.

- 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 algunos responden de la forma deseada (A2, A11, A14, A15, A53, A59, A79 y A96). El resto, excepto uno (A54), no indica ninguna relación entre F y R; el mencionado A54 establece una relación que no responde a los datos de su tabla.

- Si nos fijamos en las dos últimas filas, prácticamente todo el grupo (salvo A24 que se equivoca en los cálculos y en las conclusiones) concluye que la *Ley de la Palanca* no se cumple, coherentemente con el cálculo realizado. Casi siempre lo justifican por el rozamiento.

*En relación con la palanca de 2º género*

- La mayoría establece una relación coherente con sus resultados (ya hemos visto las opciones en la palanca de primer género).

- No obstante, tres alumnos (A17, A31 y A67) no indican una relación entre las variables del problema que les planteamos.

- Más dificultades 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 cuatro responden de la forma deseada (A73, A89, A90 y A97).

- Si nos fijamos en las dos últimas filas, casi todo el grupo (salvo A73 que no indica nada) concluye que la *Ley de la Palanca* se cumple (sólo en cuatro casos) o no, coherentemente con sus cálculos.

**4.3.2. Pruebas de la rampa**

En este apartado presentamos los resultados de nuestros futuros maestros en función de las preguntas planteadas en la prueba escrita.

**Montaje realizado y fuerzas que intervienen**

Hemos dividido las respuestas de esta pregunta 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 4.11 se recogen los resultados de la representación de las fuerzas que intervienen.

Representación de las fuerzas		Frecuencia	%
Dibuja la fuerza aplicada F	completa	21/23	91%
	sin flecha	2/23	9%
Dibuja la resistencia R	completa	15/23	65%
	sin flecha	-	0%
Dibuja la fuerza N	completa	15/23	65%
	sin flecha	1/23	4%
Dibuja la fuerza $F_R$	completa	2/23	9%
	sin flecha	-	0%

Tabla 4.11. Frecuencias y porcentajes de las fuerzas que intervienen en el montaje.

En la Figura 4.18 mostramos el ejemplo de respuesta correcta en relación con la identificación de las fuerzas que ofrece el alumno A25.

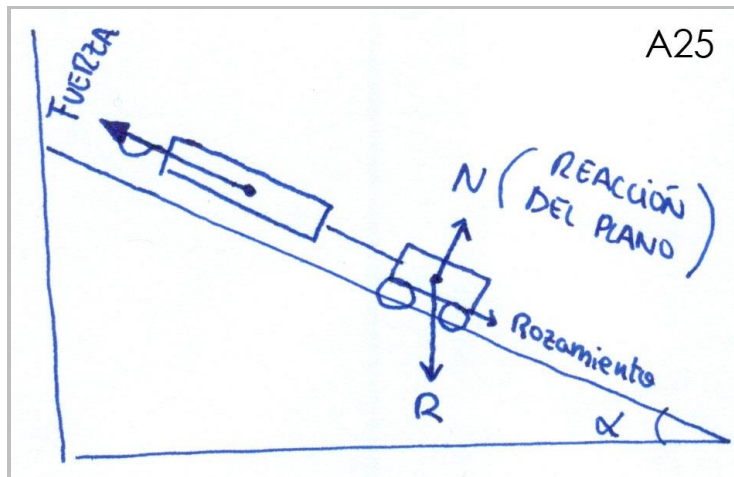


Figura 4.18. Ejemplo de respuesta correcta a la Pregunta 1.

- Casi la totalidad del grupo dibuja la fuerza  $F$  correctamente, sólo dos (A28 y A36) lo hacen sin flecha, aunque pensamos que éstas se deben más a despistes que a desconocimientos.
- Los problemas aparecen con el resto de las fuerzas. Así, en la resistencia  $R$ , seis alumnos (A1, A5, A7, A23, A27 y A28) representan la fuerza perpendicular a la superficie del plano (lo equivalente a  $R \cdot \cos \alpha$ ) y 2/21 (A81 y A92) la representan paralela a la superficie del plano.
- Respecto a la reacción del plano ( $N$ ), cinco (A7, A77, A81, A84 y A92) omiten su dibujo y dos (A23 y A27) no lo hacen de manera perpendicular al plano.

En la Figura 4.19 se recogen algunas de las representaciones inadecuadas.

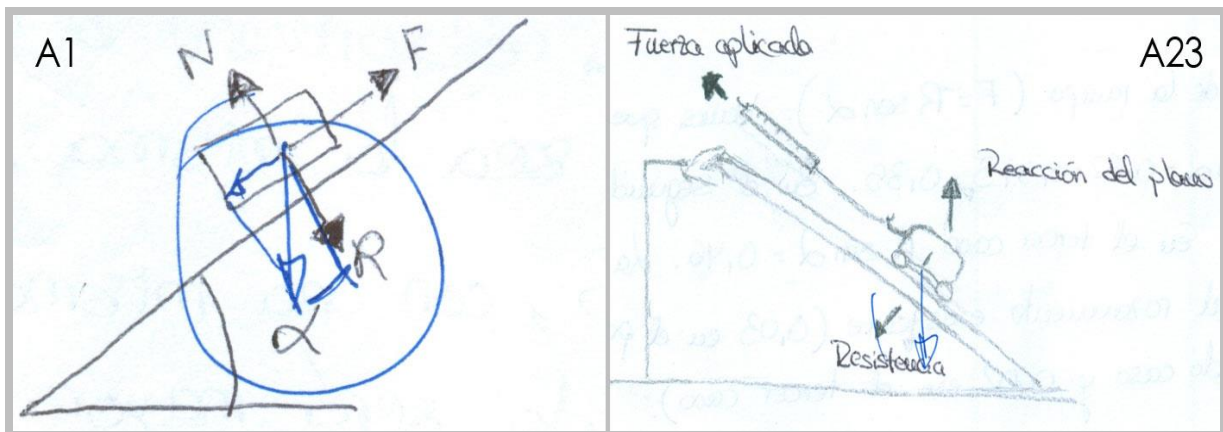


Figura 4.19. Ejemplos de respuestas no correctas a la Pregunta 1 de la prueba de la rampa

- Aunque es cierto que no se pedía, llama la atención la escasa alusión a la fuerza de rozamiento (19/21 no lo hacen), sobre la que se ha insistido en las clases; sólo A20 y A25 la identifican pero no la representan exactamente sobre la superficie en los dibujos realizados.

### Justificación de las fuerzas

En la Tabla 4.12 recogemos los resultados sobre la justificación de las fuerzas que intervienen.

Define o justifica las fuerzas		Frecuencia	%
Justifica la fuerza aplicada F	completa	8/23	35%
	aporta ideas	7/23	30%
Justifica la resistencia R	completa	15/23	65%
	aporta ideas	-	0%
Justifica la fuerza N	completa	8/23	35%
	aporta ideas	8/23	35%

Tabla 4.12. Frecuencias y porcentajes la justificación de las fuerzas que intervienen.

Consideramos adecuada, por ejemplo, la respuesta dada por el alumno A27:

- Fuerza aplicada (F): es la fuerza que representa la interacción del dinamómetro con el carrito.
- Resistencia (R): es la fuerza que representa la interacción del carrito y las pesas que colocamos en él con el campo gravitatorio.
- Reacción del plano (N): es la fuerza que representa la interacción en sentido contrario del carrito con el plano para que no se "hunda".

- Las frecuencias de respuestas adecuadas recogidas en la Tabla 4.13 son inferiores que las de la tabla anterior, porque la representación suele ser más sencilla que la justificación.

- Tres alumnos (A7, A81 y A92) no justifican ninguna de las fuerzas. Cinco dejan en blanco la justificación de F (A7, A10, A68, A81 y A92); tres no lo hacen con R (A7, A81 y A92); y cinco no explican N (A7, A77, A81, A84 y A92).

- Hay cinco (A1, A28, A56, A77 y A84) que aportan algo en las definiciones de R y un alumno (A56) que lo hace en la definición de N.

- Hay otros que lo hacen con errores: dos con F (A23 y A30); y uno con N (A10). Ejemplos de respuestas incorrectas o de mínima aportación de ideas son:

- Fuerza aplicada (F): fuerza que representa la interacción del dinamómetro con la rampa (dada por A23)
- Fuerza aplicada (F): fuerza que ejerce la resistencia R y se mide con el dinamómetro (dada por A30)
- Resistencia (R): resistencia que ejerce el cochecito (dada por A77)
- Resistencia (R): resistencia por la acción de la gravedad (dada por A84)
- Reacción del plano (N): fuerza ejercida por la inclinación de la rampa (dada por A28)
- Reacción del plano (N): fuerza de fricción (dada por A10)

- Por último, encontramos que nadie justifica la fuerza de rozamiento en el montaje; lo que por otra parte parece lógico teniendo en cuenta que sólo dos alumnos la identificaban en su dibujo.

### Medición y tabulación de datos

Se pedía al futuro maestro que midieran y tabularan las medidas de R,  $\alpha$  y F en tres situaciones, como mínimo, y en las condiciones descritas en los enunciados. Diferenciamos la tabulación y las unidades

En la Figura 4.20 vemos un ejemplo de respuesta correcta –la del alumno A25- en cuyo enunciado se especificaban distintos valores de R y  $\alpha$ , y se pedían tres medidas de R y F en un plano inclinado (como puede verse, realiza más medidas de las que se les pedía).

	F (Nw)	Peso del carro (Nw)	P (Nw)	$R = P_{\text{carro}} + P$ (Nw)	$R \cdot \text{sen } \alpha$ (Nw)	$R \cdot \text{sen } \alpha - F$ (Nw)
Caso 1	0.32	0.58	0	0.58	$0.58 \cdot \text{sen } 35^\circ = 0.33$	0.01
Caso 2	0.42	0.58	0	0.58	$0.58 \cdot \text{sen } 45^\circ = 0.41$	0.01
Caso 3	0.48	0.58	0.1	0.68	$0.68 \cdot \text{sen } 45^\circ = 0.48$	0.02
Caso 4	0.42	0.58	0.2	0.78	$0.78 \cdot \text{sen } 35^\circ = 0.44$	0.02

Figura 4.20. Ejemplo de respuesta correcta a la Pregunta 2.

En la Tabla 4.13 se recogen los resultados de la medición y la tabulación de F, R,  $\alpha$  y  $R \cdot \text{sen } \alpha$ .

Medidas realizadas	Frecuencia	%
Medidas correctas de F	17/23	74%
Medidas correctas de R	19/23	83%
Medidas correctas de $\alpha$	22/23	96%
Medidas correctas de $R \cdot \text{sen } \alpha$	18/23	78%
Valores ordenados en la Tabla	23/23	100%

Tabla 4.13. Frecuencias y porcentajes de las medidas de las variables F, R,  $\alpha$  y  $R \cdot \text{sen } \alpha$ .

- A la hora de medir las fuerzas F y R, los alumnos trasladan a sus tablas valores impares de las fuerzas cuando el dinamómetro sólo aprecia pares (sus divisiones eran de 0.2 N); seis (A5, A23, A28, A56, A77 y A82) en el caso de F y cuatro (A20, A28, A56 y A68) en el de R (repetiendo A28 y A56 en ambos casos).

- El alumno A81 traslada el valor de la pendiente  $\alpha$  dividido entre cien.

- Hay cinco (A1, A23, A27, A42 y A92) que no ponen los valores de  $R \cdot \text{sen } \alpha$  en la tabla, lo que dificulta el establecimiento de conclusiones.

- Todos trasladan los datos a sus tablas de forma ordenada, siguiendo el orden de las mediciones.

En la Figura 4.21 se recogen algunas de las representaciones inadecuadas.

A82					A56						
	$\alpha$	R	F	$R \cdot \text{sen } \alpha$	Peso coche	Pesas	Resistencia	$\alpha^\circ$	F	$R \cdot \text{sen } \alpha$	$F - R \cdot \text{sen } \alpha$
1	40°	0,52 N	0,32 N	0,33	0,55 Nw	0 Nw	0,55 Nw	40°	0,38 Nw	0,35	0,03
2	35°	0,52 N	0,34 N	0,30	0,55 Nw	0 Nw	0,55 Nw	35°	0,31 Nw	0,31	0
3	35°	0,62 N	0,34 N	0,35	0,55 Nw	0,1 Nw	0,65 Nw	35°	0,36 Nw	0,37	0,01
					0,55 Nw	0,3 Nw	0,85 Nw	35°	0,50 Nw	0,49	0,01

Figura 4.21. Ejemplos de respuestas inadecuadas a la Pregunta 2 de la prueba de la rampa

## Unidades de medida

En la Tabla 4.14, se recoge la segunda parte de la cuestión: unidades de todos los valores.

Unidades en las medidas	Frecuencia	%
Pone correctamente unidades de F	19/23	83%
Pone correctamente unidades de R	19/23	83%
Pone correctamente unidades de $\alpha$	22/23	96%
Pone correctamente unidades de $R \cdot \text{sen } \alpha$	9/23	39%

Tabla 4.14. Frecuencias y porcentajes de las unidades de las variables F, R,  $\alpha$  y  $R \cdot \text{sen } \alpha$ .

- Casi una quinta parte del grupo (A7, A81, A91 y A92) no indican las unidades de fuerzas en Newtons (N) ni para F ni para R.

- Además, casi un 40% del grupo que realizó esta prueba omiten las unidades para  $R \cdot \text{sen } \alpha$ ; en concreto, son nueve (A7, A10, A36, A56, A68, A81, A82, A91 y A95). A estos se podrían añadir los cinco (A1, A23, A27, A42 y A92) que no incluyeron la columna con los valores de  $R \cdot \text{sen } \alpha$ .

- Hay un alumno (A81) que olvida poner las unidades de  $\alpha$ .

## Establecimiento de conclusiones

En la Tabla 4.15 se recogen las conclusiones coherentes a las que han llegado los futuros maestros.

Conclusiones a las que llegan	Frecuencia	%
Relación entre los datos variables del problema ( $R \uparrow \Rightarrow F \uparrow$ )	20/23	87%
Relación entre los datos variables del problema ( $\alpha \uparrow \Rightarrow F \uparrow$ )	18/23	78%
Relación adecuada entre R y F	3/23	13%
Cumplimiento o no de la ley de la rampa	18 (1+17)/23	78%

Tabla 4.15. Frecuencias y porcentajes de las respuestas de los alumnos a la pregunta 3.

Una respuesta adecuada de las conclusiones nos la ofrece el alumno A10.

- a) si mantenemos constante el valor de  $\alpha$ , si aumenta el valor de R aumenta F.
- b) para un valor de R constante, cuanto mayor es el grado de inclinación  $\alpha$  mayor es F.
- c) R es siempre menor que F.
- d) No se cumple la ley del plano inclinado (se demuestra que  $F \neq R \cdot \text{sen } \alpha$ ).

- La mayoría establecen conclusiones acordes con sus resultados pero dos (A7 y A77) llegan a relaciones que no son coherentes. Además, uno (A28) no establece ninguna relación entre variables y tres (A25, A56 y A98) no indica la segunda relación.

- Más problemas hay con la relación de desigualdad entre F y R; hay sólo tres (A10, A28 y A98) que establecen una relación correcta entre F y R. En los demás casos no mencionan si la hay o no.

- Si nos fijamos en la última fila, casi un 80% del grupo concluye que la *Ley de la Rampa* se cumple (1/23) o no (17/23), coherentemente con los cálculos que realizaron; hay cinco (A1, A27, A42, A84 y A92) que no lo indican. En los que no se cumple (17/23) lo justifican por el rozamiento.

### 4.3.3. Pruebas de poleas

Presentamos los resultados en función de las preguntas planteadas, diferenciando los valores por tipo de poleas y tratando la información de forma global.

#### Montaje realizado y fuerzas que intervienen

Dividimos las respuestas a la primera cuestión en dos: la representación de las fuerzas que intervienen y la justificación de las mismas. En la Tabla 4.16 se recogen los resultados de la primera.

Representación de las fuerzas (Polea)		polea fija	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%)

Tabla 4.16. Frecuencias y porcentajes de las fuerzas que intervienen en el montaje.

En la Figura 4.22 hay ejemplos de respuestas correctas en relación con la identificación de las fuerzas; las ofrecen los alumnos A62 (polea fija) y A41 (polea móvil).

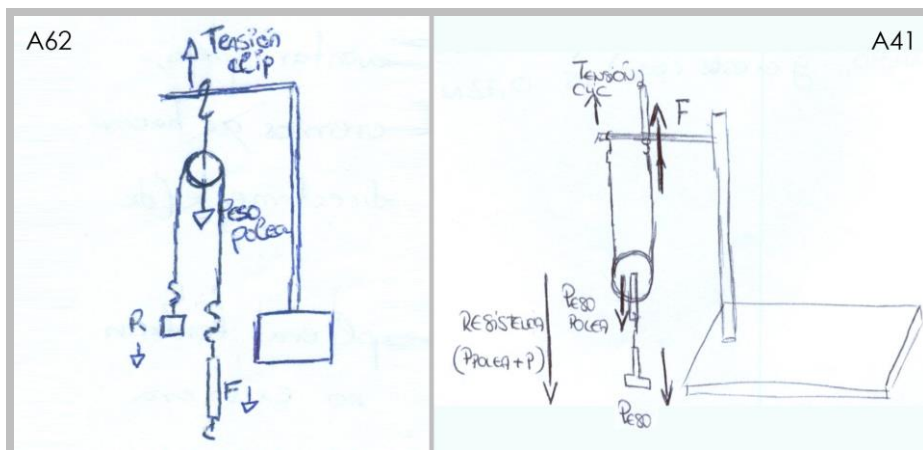


Figura 4.22. Ejemplos de respuesta correcta a la Pregunta 1 de las pruebas de las poleas

#### En relación con la polea fija

- Hay sólo un alumno (A62), ya mencionado, que representa bien todas las fuerzas.
- Todos representan F y R, con o sin flecha (A74, sin flecha).
- Hay tres que representan  $T_{clip}$  y  $P_{polea}$  (sin flecha, A74 en  $P_{polea}$  y A44 en  $T_{clip}$ ). La otra mitad (A19, A93 y A94) omite  $T_{clip}$  y  $P_{polea}$ .

#### En relación con la polea móvil

- Hay seis (A41, A45, A46, A58, A65 y A69) que representan bien todas las fuerzas.

- Todos representan F y R, con o sin flecha (A75 y A78, sin flecha).
- Hay dos (A49 y A78) que omiten  $T_{clip}$  y uno (A49) que omite  $P_{polea}$

### Justificación de fuerzas

En la Tabla 4.17 recogemos la justificación de las fuerzas que intervienen en las poleas.

Define o justifica las fuerzas (Polea)		polea fija	polea móvil	Global (%)
Justifica la fuerza aplicada F	completa	3/6	8/9	11 (73%)
	aporta ideas	1/6	-	1 (7%)
Justifica la resistencia R	completa	4/6	8/9	12 (80%)
	aporta ideas	1/6	-	1 (7%)
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	1/6	1/9	2 (13%)
Justifica equilibrio: $T_{clip} = R + P_{polea} + F$ (en polea fija) ó $T_{clip} = R + P_{polea} - F$ (en polea móvil)		-	-	0 (0%)

Tabla 4.17. Frecuencias y porcentajes sobre la justificación de las fuerzas que intervienen.

Consideramos adecuadas, por ejemplo, las del alumno A44 (polea fija, excepto la justificación de equilibrio) y A45 (polea móvil, con la misma excepción):

- 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 polea ( $P_{polea}$ ): 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).

Las frecuencias de respuestas adecuadas recogidas en la Tabla 4.17 son sensiblemente menores que las de la Tabla 4.16, porque, como hemos dicho, la representación es más sencilla que la justificación.

#### En relación con la polea fija

- Sólo tres alumnos (A44, A62 y A74) justifican bien todas las fuerzas.
- Hay un alumno (A93) que no justifica ninguna de las fuerzas.
- Otros tuvieron errores o no justificaron algunas fuerzas. Así, dos no lo hicieron adecuadamente con  $P_{polea}$  (A19 y A94), dos con  $T_{clip}$  (A19 y A94) y uno (A19) justificó mal F. Ejemplos de respuestas incorrectas o de mínima aportación de ideas son:

- Fuerza aplicada (F): representa la interacción del dinamómetro con el peso que colgamos (dada por A19)
- Fuerza aplicada (F): es la fuerza que ejercemos al tirar para medir (dada por A94)
- Resistencia (R): es el peso que colgamos (dada por A94)

- Llama la atención negativamente que ningún alumno justifique el equilibrio de todas las fuerzas que intervienen en la polea fija.

#### En relación con la polea móvil

- Hay un alumno (A49) que no justifica ninguna de las fuerzas.



- Sólo 5 alumnos (A45, A46, A58, A65 y A69) justifican bien todas las fuerzas.
- Otros tuvieron errores o no justificaron algunas fuerzas. Así, dos no lo hicieron con  $P_{polea}$  (A41 y A78), y uno con  $T_{clip}$  (A78).

Ejemplo de respuesta de mínima aportación de ideas sería:

- o Tensión del clip ( $T_{clip}$ ): interacción de la fuerza que interviene entre el soporte y punto de apoyo (dada por A75)

- Ningún alumno justifica el equilibrio de todas las fuerzas que intervienen en la polea móvil.

### 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. En la Figura 4.23 vemos ejemplos de respuestas correctas de cada prueba; las ofrecen los alumnos A19 (polea fija) -aunque le faltan las unidades- y A41 (polea móvil).

	R	F	R-F
Soporte + pesad grande	0,6	0,5	0,1
" + 1 peso	0,7	0,58	0,12
" + 2 pesos	0,8	0,68	0,12
" + 3 pesos	0,9	0,78	0,12
" + 4 pesos	1	0,88	0,12

Polea (N)	Peso (N)	Resistencia (N) (Polea + ?)	F (N)	R/2	F-R/2
0,72N	0,7 N	1,42 N	0,78 N	0,71 N	0,07 N
0,72N	0,8 N	1,52 N	0,82 N	0,76 N	0,06 N
0,72N	0,9 N	1,62 N	0,88 N	0,81 N	0,07 N

Figura 4.23. Ejemplos de respuesta correcta a la Pregunta 2 de las pruebas de poleas.

Hemos diferenciado la lectura y la tabulación y las unidades. En la Tabla 4.18 se recogen los resultados de la medición y la tabulación de las variables ( $F$ ,  $R$  y su diferencia en el equilibrio según el tipo).

Medidas realizadas (Polea)	polea fija	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 fija) ó [(R/2) - F] (en móvil)	4/6	8/9	12 (80%)
Valores ordenados en la Tabla	6/6	9/9	15 (100%)

Tabla 4.18. Frecuencias y porcentajes de las medidas de las variables  $F$ ,  $R$ ,  $[R - F]$  ó  $[(R/2) - F]$  para poleas

#### En relación con la polea fija

- Pocos alumnos tienen problemas para medir las fuerzas en las poleas fijas.
- En relación con la medida de  $F$ , A62 mide algún valor impar cuando el dinamómetro sólo aprecia pares. En cuanto a  $R$ , A94 utilizan los datos en gramos.
- Hay dos (A62 y A94) que no incluyen en la tabla los valores de  $[R-F]$

- En las poleas fijas, todos los alumnos colocan sus datos ordenados en la tabla

*En relación con la polea móvil*

- Igualmente pocos alumnos tienen problemas para medir las fuerzas en las poleas móviles.

- A78 mide un valor impar de la fuerza  $F$ . En cuanto a  $R$ , A78 utilizan los datos en gramos.

- Hay un alumno (A78) que no incluyen en la tabla los valores de  $[(R/2)-F]$ .

- En las poleas móviles, todos los alumnos colocan sus datos ordenados en la tabla

### Unidades de medida

En la Tabla 4.19, se recoge la segunda parte de la cuestión: las unidades de todos los valores.

Unidades en las medidas (Polea)	polea fija	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 fija) ó $[(R/2) - F]$ (en móvil)	1/6	3/9	4 (27%)

Tabla 4.19. Frecuencias y porcentajes de las unidades de las variables  $F$ ,  $R$ ,  $[R - F]$  ó  $[(R/2) - F]$  para poleas

- 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.

- En PF sólo uno (A74) pone correctamente las unidades de todas las variables

- En PM sólo tres (A41, 49 y A58) ponen correctamente las unidades de todas las variables

### Establecimiento de conclusiones

En la Tabla 4.20 se recogen las conclusiones coherentes a las que han llegado los futuros maestros.

Conclusiones a las que llegan (Polea)	polea fija	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)	4/6	7/9	11 (73%)
Cumplimiento o no de la Ley de la polea	5 (0+5)/6	9 (0+9)/9	14 (93%)

Tabla 4.20. Frecuencias y porcentajes de las respuestas de los alumnos a la pregunta 3 en poleas

Una respuesta adecuada de las conclusiones nos la ofrecen el alumno A44, en relación con la polea fija, y el alumno A45 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).

*En relación con la polea fija*

- Todos establecen una relación coherente con sus resultados.
- Hay dos (A19 y A94) que no establecen relación entre F y R, el primero no responde a sus datos y el segundo porque no la menciona si la hay o no.
- Casi todos (excepto A94) concluyen que la *Ley de la Polea* no se cumple, coherentemente con el cálculo realizado, y casi todos (excepto A74) lo justifican por el rozamiento

*En relación con la polea móvil*

- La mayoría establece una relación coherente con los resultados; sólo tres (A58, A69 y A78) tienen problemas
- Hay seis (A41, A49, A58, A65, A75 y A78) que no establecen relación entre F y R, en todos los casos no responden a sus datos.
- Todos concluyen que la *Ley de la Polea* no se cumple, coherentemente con el cálculo realizado, y casi todos (excepto A78) lo justifican por el rozamiento.

**4.3.4. Pruebas de la Ley de Hooke**

En este apartado presentamos los resultados de nuestros futuros maestros en función de las preguntas planteadas en la prueba escrita.

**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 4.21 se recogen los resultados de la representación de las fuerzas que intervienen.

Representación de las fuerzas (Hooke)		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%

Tabla 4.21. Frecuencias y porcentajes de las fuerzas que intervienen en el montaje.

En la Figura 4.24 hay un ejemplo de respuesta correcta en relación con la identificación de las fuerzas para Hooke, la que ofrece A83 (incluye la Tensión del clip que no se pedía).

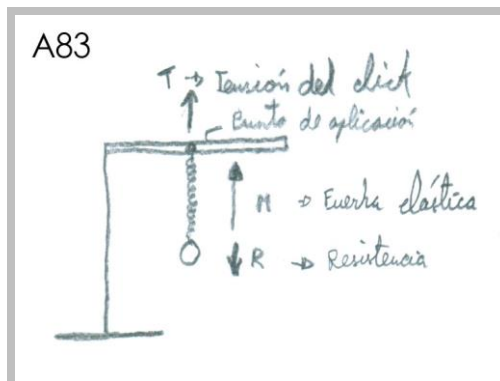


Figura 4.24. Ejemplo de respuesta correcta a la Pregunta 1 de la prueba de la Ley de Hooke

- Todos representan la fuerza  $P$  y sólo uno (A9) representa mal  $M$ , en sentido contrario.

- 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; hay 2 alumnos (A13 y A47) que representan  $M$  sin flecha y uno (A13) que representa  $P$  sin flecha

### Justificación de las fuerzas

En la Tabla 4.22 recogemos los resultados sobre la justificación de las fuerzas que intervienen.

Define o justifica las fuerzas (Hooke)		Ley Hooke	%
Justifica la fuerza elástica $M$	completa	6/16	38%
	parcialmente	8/16	50%
Justifica la resistencia $P$	completa	10/16	63%
	parcialmente	3/16	19%

Tabla 4.22. Frecuencias y porcentajes sobre la justificación de las fuerzas que intervienen.

Consideramos adecuadas, por ejemplo, las dadas por el alumno A83 (que, como vemos, incluye  $T_{clip}$ , aunque realmente no se pide)

- 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.

- Destacaríamos negativamente al alumno A21 que no fue capaz de explicar ninguna de las fuerzas. Otros tuvieron errores o no justificaron algunas fuerzas: así, uno (A48) no lo hizo adecuadamente con  $M$  y tres (A57, A61 y A66) con  $P$ .

### Medición y tabulación de datos

Se pedía al futuro maestro que midiera y tabulara al menos tres medidas como mínimo de la longitud ( $x$ ) y alargamiento del muelle ( $\Delta x$ ) en función del peso ( $P$ ) para Hooke. En la Figura 4.25 vemos un ejemplo de respuesta correcta que proporciona el alumno A26.

$P(N)$	$x(m)$	$\Delta X(m)$
0	0,11m	0
0,4N + 0,5N 0,9N	0,17m	0,17m - 0,11m = = 0,06m
0,4N + 0,7N 1,1N	0,19m	0,19m - 0,11m = = 0,08m
0,4N + 0,8N 1,2N	0,2 m	0,2 m - 0,11m = = 0,09m

Figura 4.25. Ejemplos de respuesta correcta a la Pregunta 2.

Como en los demás casos, hemos diferenciado la lectura y las unidades. En la Tabla 4.23 se recogen los resultados relacionados con la medición y la tabulación de las variables de la prueba ( $P$ ,  $x$  y  $\Delta x$ ).

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

Tabla 4.23. Frecuencias y porcentajes de las medidas de las variables P, x,  $\Delta x$  para Ley de Hooke.

- Casi todos los alumnos realizan correctamente el montaje y las medidas.
- En dos casos A9 y A61 miden valores impares de P.
- El alumno A57 obtiene valores de longitud del muelle que decrecen si aumenta el peso que se cuelga.
- Este alumno y A60 –que deja valores sin contestar- son los mismos que trasladan los datos a su tabla de valores de forma desordenada o errónea.

En la Tabla 4.24, se recoge la segunda parte de la cuestión: las unidades de todos los valores.

Unidades en las medidas (Hooke)	Ley Hooke	%
Pone correctamente unidades de P	14/16	88%
Pone correctamente unidades de x	13/16	81%
Pone correctamente unidades de $\Delta x$	12/16	75%

Tabla 4.24. Frecuencias y porcentajes de las unidades de las variables P, x,  $\Delta x$  para Hooke.

- Algo más de un cuarto de los que realizan esta prueba no indican correctamente todas las unidades de las magnitudes que estudian.
- Hay cuatro que no ponen correctamente todas las unidades de las variables: A9 no las pone en ninguna de las variables; A32 pone mal las de 'x' y ' $\Delta x$ ' (pone Newtons!!!); A60 no contesta la pregunta; A76 no pone unidades en ' $\Delta x$ ' (debe ser un despiste porque las pone bien para 'x')

### Establecimiento de conclusiones

En la Tabla 4.25 se recogen las conclusiones coherentes de los futuros maestros. Respecto a los datos, las dos últimas filas corresponden con los cálculos que se exigían en la cuarta pregunta de la prueba.

Cálculos y conclusiones a las que llegan (Hooke)	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
	aceptable ( $0,5 < e < 1$ )	4/16
Calcula correctamente $P = k \cdot \Delta x$	13/16	81%
Pone correctamente las unidades	13/16	81%

Tabla 4.25. Frecuencias y porcentajes de las respuestas de los alumnos a las preguntas 3 y 4 en Hooke.

- La mayor parte de los alumnos realizan correctamente los valores de k.
- Hay tres (A9, A60 y A76) que no calculan los valores de 'k' para cada par de valores de f e  $\Delta x$ . Además, hay uno (A57) que hace los cálculos pero los traslada con errores.

- Entre los alumnos con problemas para obtener el valor medio de  $k$ , destacamos a dos con fallos importantes A13 (que utiliza un valor  $k_i$  igual a cero para obtener la media) y A76 (que suma pesos por un lado y alargamientos de muelle por otro para obtener la media). Además, A9, A57, A60 y A66 no calculan este valor.
- Sólo la mitad del grupo obtiene un valor medio de  $k$  con un error adecuado (A32, A39, A40 y A85) o aceptable (A21, A26, A47 y A61).
- Si nos fijamos en las dos últimas filas, correspondientes a la cuestión 4 de la prueba de Hooke, tan sólo tres no realizan los cálculos (A9, A57 y A60) u olvidan poner las medidas (A9, A32 y A60). Es decir, la mayoría son capaces de aplicar el valor calculado de  $k$ .

#### 4.4. CONCLUSIONES

Nuestro trabajo tenía como objetivo central el análisis del conocimiento científico del alumnado en relación con unas actividades prácticas sobre el tema “*Dispositivos y máquinas mecánicas*” y nos planteamos cuatro Subproblemas Principales:

SP1.1. ¿Cómo identifican los elementos de la máquina?

SP1.2. ¿Cómo realizan el montaje de la experiencia e identifican las fuerzas?

SP1.3. ¿Cómo realizan las mediciones y las tabulan?

SP1.4. ¿Cómo establecen las conclusiones?

En el contexto de un examen de prácticas, debían realizar una actividad de laboratorio sobre una de las máquinas simples (palancas, poleas, rampa) y la ley de Hooke. En cada puesto, estaban los materiales necesarios (incluyendo un dinamómetro para pesar las pesas, los carritos, las poleas... y una regla para medir brazos, longitud del muelle...) y la hoja de trabajo, donde se recogían las cuestiones que debían responder. En total tenemos 98 exámenes.

Hemos descrito y analizado estos documentos, manteniendo la diferenciación de las máquinas. Por ello, a la hora de establecer conclusiones, también las mantendremos. Usaremos los referenciales deseables. En función de los colores de los conceptos etiquetados, representaremos los valores globales de las submuestras correspondientes del grupo.

##### a) *En relación con las palancas*

En la Figura 4.26 se recogen esquemáticamente los resultados. Como podemos ver, las etiquetas de los conceptos tienen diferentes colores. Hemos utilizado el blanco cuando los alumnos no tienen problemas y el negro cuando los problemas son muy importantes. En medio, hemos catalogado de problemas leves (existentes entre el 10% y 25% de los participantes) y los hemos representado en amarillo; los medianos (entre el 25% y el 40%) en verde vivo; los graves (entre el 40 y el 55%) con verde mar; y muy graves (en más del 55% de los participantes) con negro.

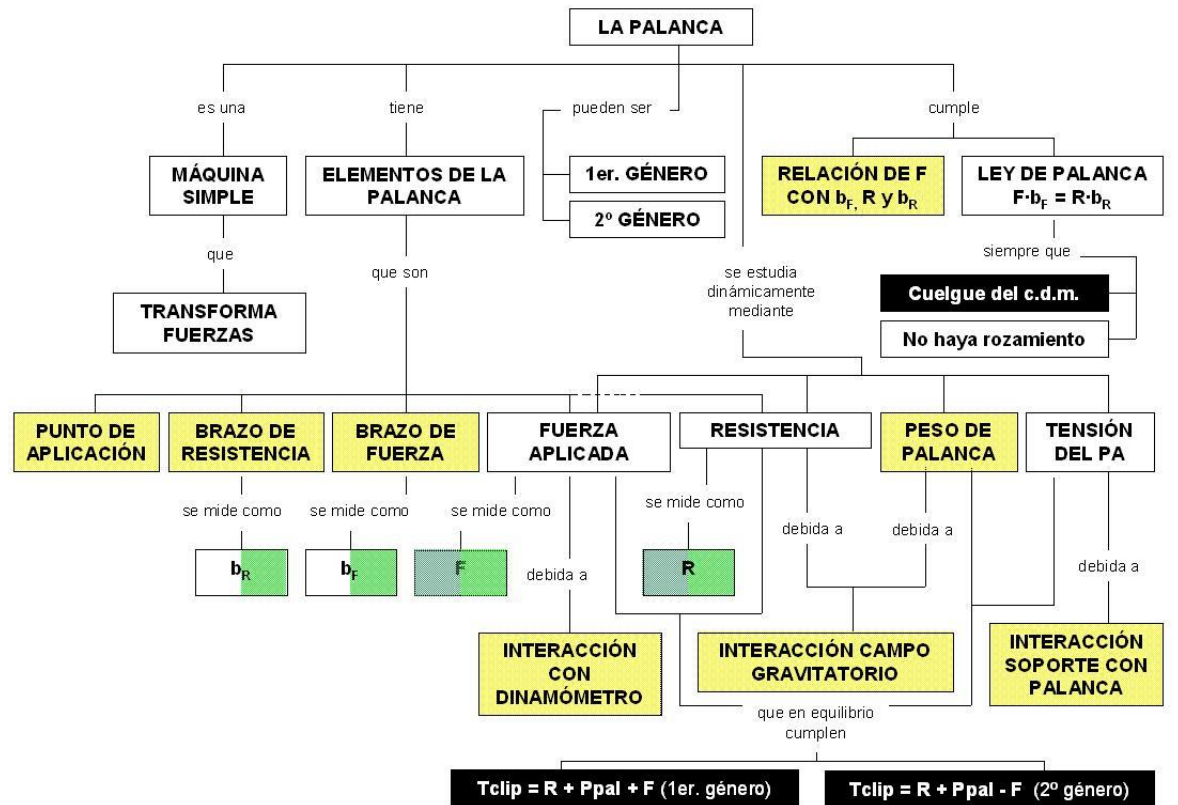


Figura 4.26. Conclusiones respecto a las palancas

A la vista de los resultados globales, podemos decir:

- No tienen problemas para identificar una palanca, considerarla como máquina simple y reconocer si es de primer o segundo género.
- Tampoco tienen problemas con la idea de Elemento de palancas.
- En relación con la Fuerza aplicada, no tienen problemas en identificarla como elemento y en dibujarla. Tienen problemas medianos con la medida y graves en unidades de F (de ahí el doble color de la etiqueta: verde para las medidas y verde vivo para las unidades).
- En relación con la Resistencia, tampoco tienen problemas en identificarla como elemento y en dibujarla. Tienen problemas medianos con la medida de R y graves con sus unidades.
- En relación con los Brazos de la Fuerza aplicada y de la Resistencia, tienen leves problemas para identificarlos pero no tiene ninguno para medir  $b_F$  y  $b_R$ . En cuanto a las unidades, con el  $b_F$  tiene medianos problemas y con el  $b_R$  leves problemas (por ello, en la etiqueta, aparece dos colores, uno para las medidas y tabulación, y otra para las unidades).
- En relación con el PA, tienen problemas leves. Por otro lado, tiene problemas muy importantes para señalar explícitamente que han hecho coincidir PA con el cdm.

- En relación con el Peso de la palanca, tienen leves problemas para dibujarla. Y no tienen problemas para dibujar la Tensión del clip.
- Tienen leves problemas en la justificación de las interacciones que están detrás de F, R, Peso de la polea y Tensión del clip.
- En cuanto a la situación de equilibrio, tienen problemas muy importantes para establecer una ecuación que represente el conjunto de las interacciones.
- En cuanto el establecimiento de conclusiones, tienen leves problemas para reconocer las relaciones entre las variables que demanda el enunciado de las pruebas (relaciones directas de F con R y con  $b_R$  e inversa con  $b_F$ ).
- No tienen problemas para reconocer la ley de la palanca y comprobar si se cumple. Cuando no se cumple no tienen problemas para incidir en el rozamiento como causa del incumplimiento. Pero, como hemos dicho, tienen problemas muy importantes para señalar que el PA debe coincidir con el centro de masas.

Si consideramos el porcentaje de aciertos que tienen los futuros maestros que “les tocó” la prueba de la palanca (de 1er. o de 2º género), los podemos categorizar. En la Tabla 4.26 hemos recogido los resultados de la categorización.

Categoría	Porcentaje éxito	Alumnos
Adecuado	Más de 90%	A12, A29, A55, A80, A89, A90, A96, A97
Aceptable	Entre 80 y 90%	A2, A4, A11, A14, A16, A50, A59, A63, A64, A70, A71, A86, A87
Poco aceptable	Entre 70 y 80%	A6, A8, A18, A22, A43, A53, A54, A67, A72, A79, A88
Casi nada aceptable	Entre 60 y 70%	A17, A33, A37, A52
Nada aceptable	Menos de 60%	A3, A15, A24, A31, A34, A35, A38, A73

Tabla 4.26. Categorización del alumnado que realizó las palancas.

Los alumnos con un mayor porcentaje de éxito han sido A12 y A55 que han acertado 26/27 exigencias. El que menos ha sido A31 con 9/27.

*b) En relación con la rampa*

En la Figura 4.27 se recogen esquemáticamente los resultados. Hemos mantenido los mismos criterios en la representación de los porcentajes globales de logros y dificultades. Así, hemos catalogado de problemas leves, medianos, graves y muy graves, con los mismos intervalos de porcentajes de aciertos. También hemos mantenido los mismos significados en los colores.



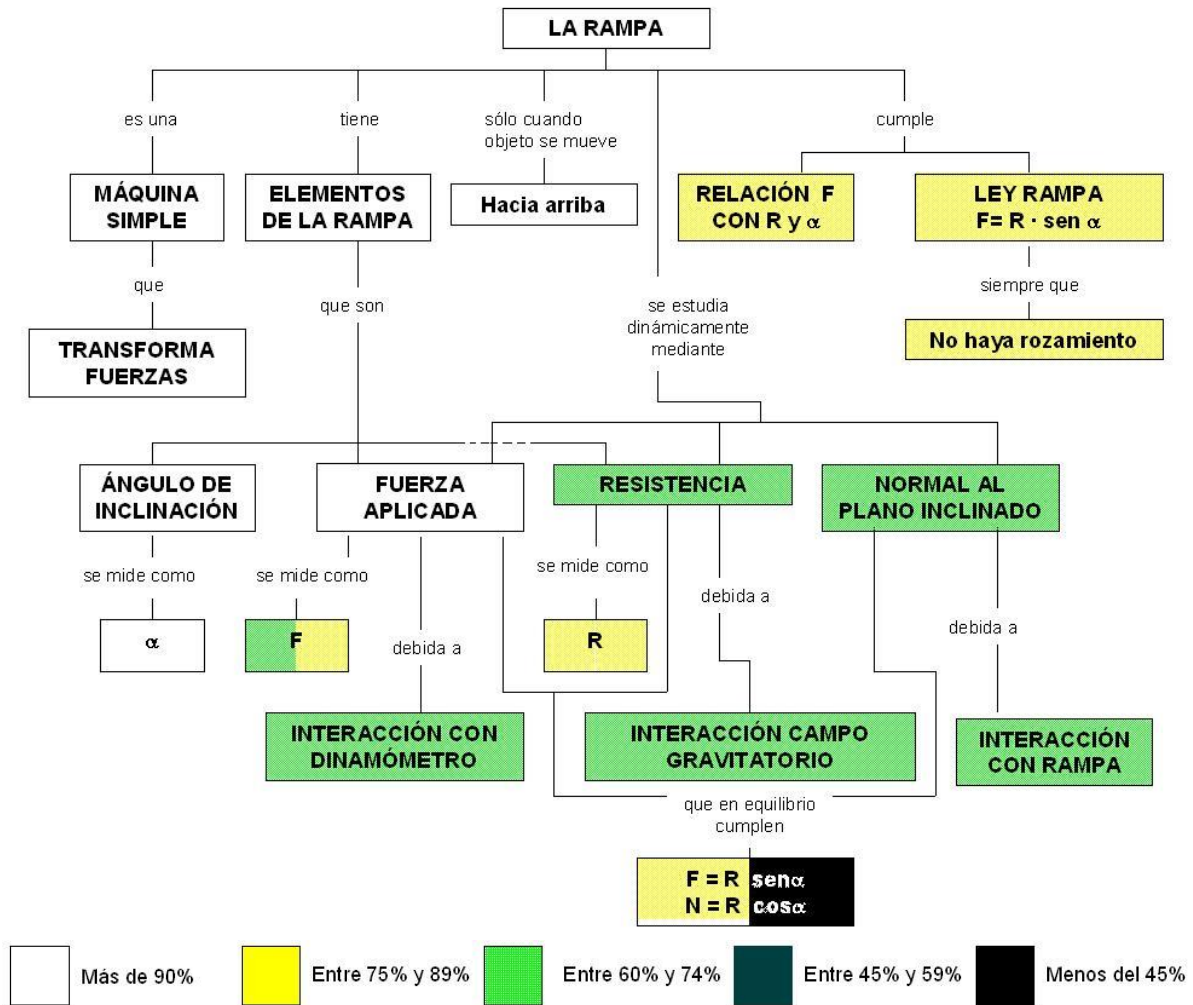


Figura 4.27. Conclusiones respecto a la rampa

A la vista de los resultados globales, podemos decir:

- No tienen problemas para identificar una rampa y considerarla como máquina simple (cuando se tira hacia arriba).
- Tampoco tienen problemas para conocer qué son los Elementos de las rampas.
- No tienen problemas con la identificación y representación de la fuerza aplicada. Tienen problemas medianos con las medidas y leves con las unidades (de ahí, el doble color de la etiqueta: amarillo por las medidas y verde vivo por las unidades).
- En relación con la Resistencia, tampoco tienen problemas en identificarla como elemento y en dibujarla. Tienen leves problemas con sus medidas y con sus unidades.
- No tienen problemas con la identificación y representación del ángulo del plano con la horizontal ( $\alpha$ ) o pendiente del plano.

- En relación con la Normal al plano, tienen problemas medianos para identificarla y dibujarla. No relacionan este valor con el de la fuerza de rozamiento. Tienen problemas muy graves para las unidades de  $R \cdot \text{sen } \alpha$ .
- Tienen problemas medianos en la justificación de F, R y Normal al plano, como medidas de las interacciones correspondientes.
- Tienen problemas leves para especificar la ecuación representativa de equilibrio pero, como hemos dicho, tienen problemas muy graves con las unidades de  $R \cdot \text{sen } \alpha$  (de ahí, el doble color de la etiqueta: amarillo por la ecuación y negro por las unidades).
- En cuanto el establecimiento de conclusiones, tienen leves problemas para reconocer las relaciones entre las variables que demanda el enunciado (relaciones directas de F con R y  $\alpha$ ).
- No tienen problemas para reconocer la ley de la rampa y comprobar si se cumple. Cuando no se cumple no tienen problemas para incidir en el rozamiento como causa del incumplimiento.

Si consideramos el porcentaje de aciertos que tienen los futuros maestros que “les tocó” la prueba de la rampa; en la Tabla 4.27 los hemos recogido.

Categoría	Porcentaje éxito	Alumnos
Adecuado	Más de 90%	A25, A51, A98
Aceptable	Entre 80 y 90%	A10, A20, A30, A95
Poco aceptable	Entre 70 y 80%	A5, A28, A36, A42, A68, A82, A84, A91
Casi nada aceptable	Entre 60 y 70%	A1, A27, A56, A77
Nada aceptable	Menos de 60%	A7, A23, A81, A92

Tabla 4.27. Categorización del alumnado que realizó la rampa.

Los alumnos con un mayor porcentaje de éxito han sido A25, A51 y A98 que han acertado 17/18 exigencias. Los que menos han sido A81 y A92 con 6/18.

### c) En relación con las poleas

En la Figura 4.28 (ver página siguiente) se recogen esquemáticamente los resultados. Hemos mantenido los mismos criterios en la representación de los porcentajes globales de logros y dificultades que habíamos utilizado.

A la vista de los resultados globales, podemos decir:

- No tienen problemas para identificar las poleas, tanto fija como móvil, y considerarla como máquina simple que trasforma fuerzas.
- Tampoco tienen problemas para conocer qué son los Elementos de las poleas.
- No tienen problemas con la identificación y representación de la fuerza aplicada. Tienen problemas leves con las medidas y medianos con las unidades (de ahí, el doble color de la etiqueta: amarillo por las medidas y verde vivo por las unidades).
- En relación con la Resistencia, tampoco tienen problemas en identificarla como elemento y en dibujarla. Tienen leves problemas con sus medidas y graves con sus unidades.

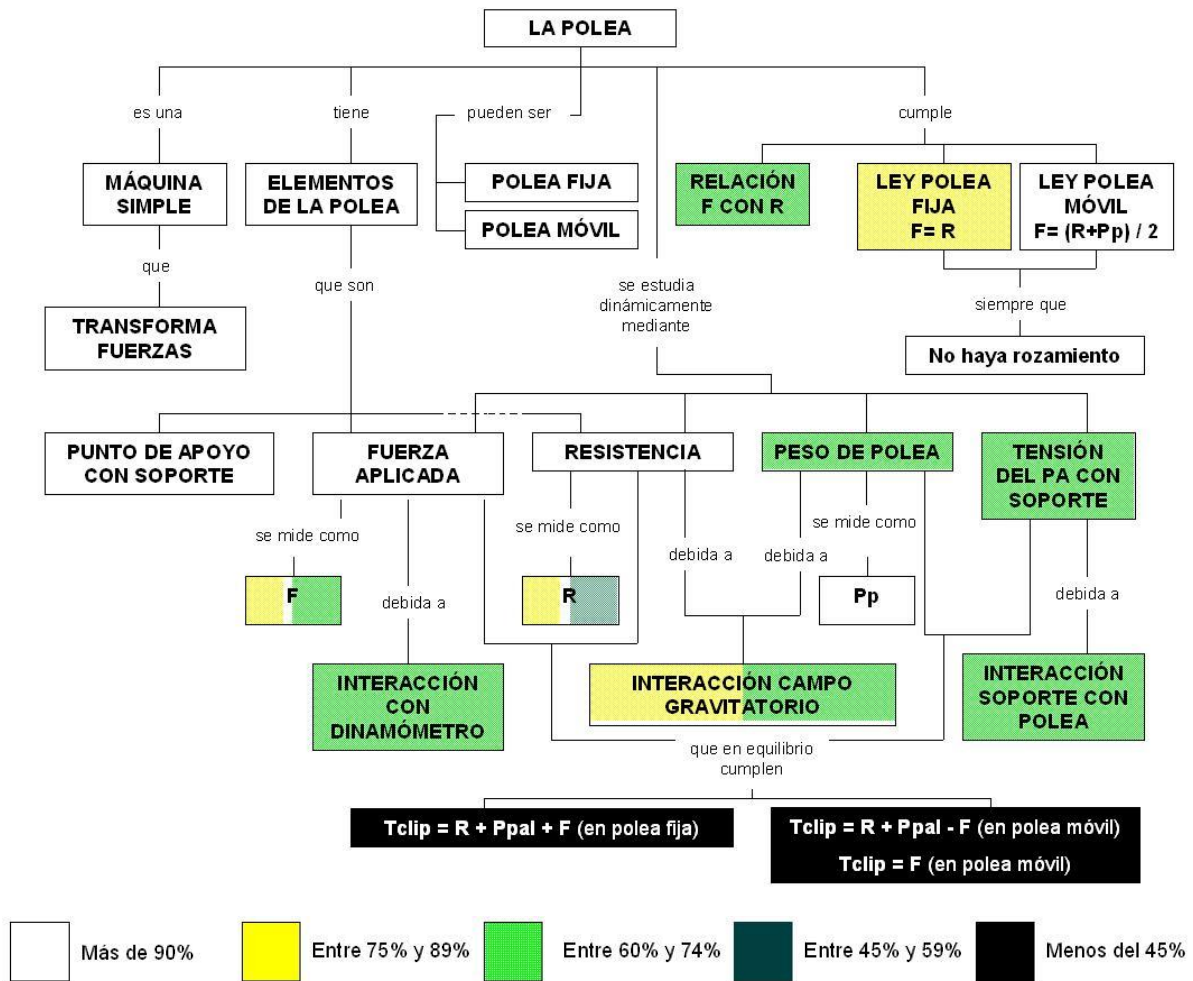


Figura 4.28. Conclusiones respecto a las poleas

- No tienen problemas con la identificación y representación del peso de la polea, su exclusión en la Ley de la polea fija y su inclusión en la móvil.
- En relación con los cálculos para demostrar o no la Ley de la polea, tienen problemas leves para calcular  $F = R$  (polea fija) o para  $F = (R + P_p) / 2$  y muy graves para sus unidades.
- Tienen problemas medianos en la justificación de  $F$  y  $P_p$ , como medidas de las interacciones correspondientes; con  $R$  los problemas son leves.
- En cuanto al establecimiento de conclusiones, tienen problemas medianos para reconocer las relaciones entre las variables que demanda el enunciado (relaciones directas de  $F$  y  $R$ ); en particular que  $F < R$ .
- No tienen problemas para reconocer la ley de la polea (alguno leve en la polea fija) y comprobar si se cumple. Cuando no se cumple no tienen problemas para incidir en el rozamiento como causa del incumplimiento.

Si consideramos el porcentaje de aciertos que tienen los futuros maestros que “les tocó” las pruebas de las poleas; en la Tabla 4.28 los hemos recogido.

Categoría	Porcentaje éxito	Alumnos
Adecuado	Más de 90%	A74
Aceptable	Entre 80 y 90%	A41, A44, A45, A46, A69, A75
Poco aceptable	Entre 70 y 80%	A58, A65
Casi nada aceptable	Entre 60 y 70%	A62
Nada aceptable	Menos de 60%	A19, A48, A78, A93, A94

Tabla 4.28. Categorización del alumnado que realizó las poleas.

Los alumnos con un mayor porcentaje de éxito ha sido A74 que ha acertado 18/19 exigencias en una polea fija. El que menos ha sido A94 con 5/19 en una polea fija.

d) En relación con la Ley de Hooke

En la Figura 4.29 se recogen esquemáticamente los resultados. Hemos mantenido los mismos criterios en la representación de los porcentajes globales de logros y dificultades que habíamos utilizado.

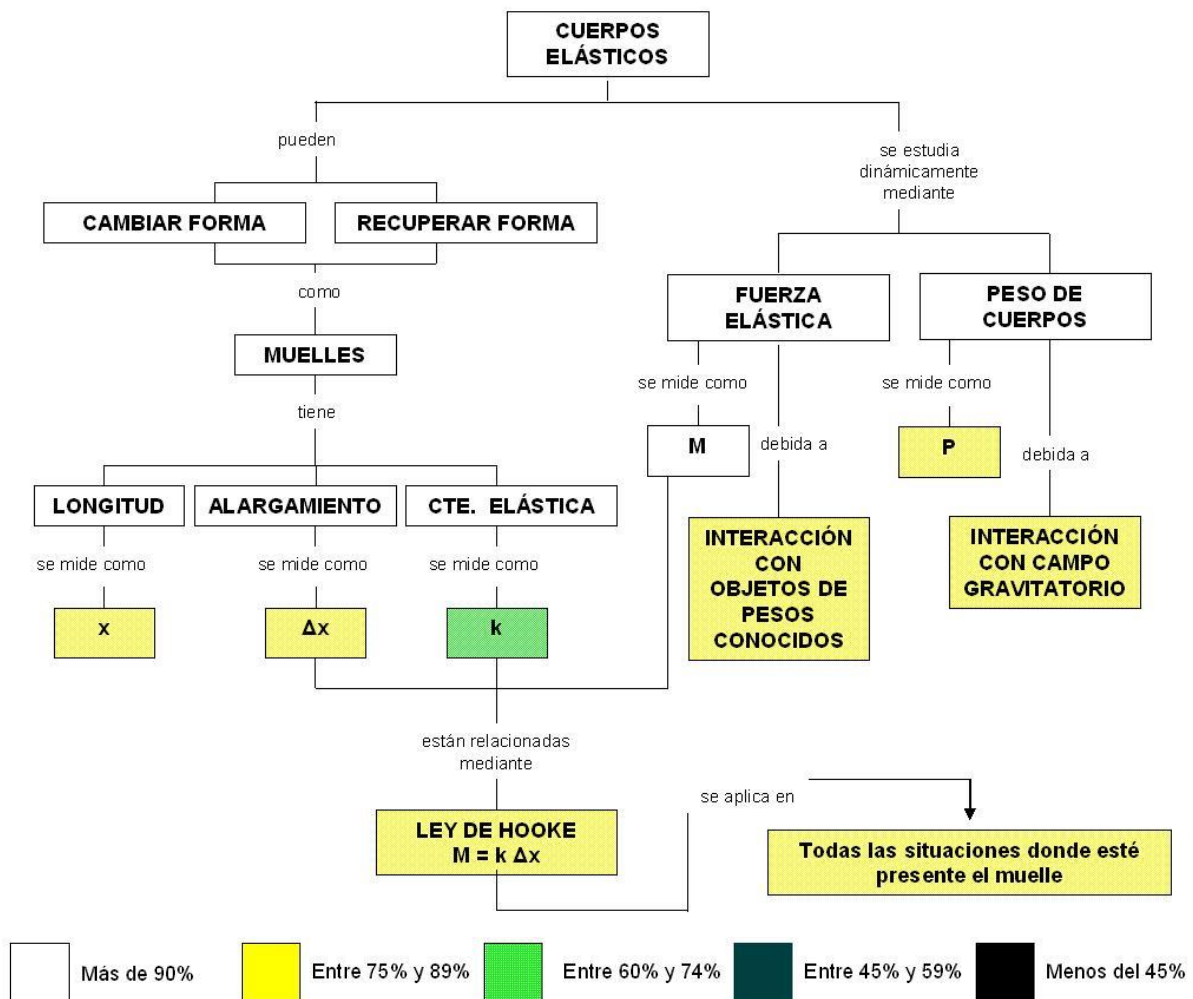


Figura 4.29. Conclusiones respecto a la ley de Hooke

A la vista de los resultados globales, podemos decir:

- No tienen problemas para identificar los cuerpos elásticos, las propiedades de deformarse y recuperar la forma primitiva y el procedimiento de deducción de la Ley de Hooke.

- Tampoco tienen problemas para conocer cuáles son los Elementos característicos de los muelles: la longitud, el alargamiento, la fuerza elástica y la constante elástica.
- No tienen problemas con la identificación y representación de la fuerza elástica.
- En relación con los Pesos de los objetos que se le va colgando en la experiencia tampoco tienen problemas en identificarla como elemento y en dibujarla. Tienen leves problemas con sus medidas y con sus unidades (de ahí un solo color en la etiqueta).
- No tienen problemas con la identificación y representación de la longitud y del alargamiento. Tienen problemas leves en las medidas y unidades de longitud. En el alargamiento, los problemas de medida y de las unidades son medianos (de ahí un sólo color de la etiqueta).
- Tienen problemas leves en la justificación de M y P, como medidas de las interacciones correspondientes.
- En cuanto el establecimiento de conclusiones, tienen leves problemas para calcular el valor de la constante elástica y problemas medianos con sus unidades.
- Tienen problemas leves para reconocer la ley de Hooke y comprobar si se cumple.
- Tienen problemas leves para aplicar el valor de k en otras situaciones hipotéticas o de carácter teórico.

Si consideramos el porcentaje de aciertos que tienen los futuros maestros que “les tocó” la prueba de la Ley de Hooke; en la Tabla 4.29 los hemos recogido.

Categoría	Porcentaje éxito	Alumnos
Adecuado	Más de 90%	A26, A39, A40, A47, A83, A85
Aceptable	Entre 80 y 90%	A13, A21, A48, A61
Poco aceptable	Entre 70 y 80%	A32, A66, A76
Casi nada aceptable	Entre 60 y 70%	
Nada aceptable	Menos de 60%	A9, A57, A60

Tabla 4.29. Categorización del alumnado que realizó la rampa.

Los alumnos con un mayor porcentaje de éxito han sido A26, A39, A40, A47 y A85 que han acertado 17/17 exigencias; es decir, todas. El que menos ha sido A60 con 4/17. Parece que es la prueba con mejores resultados.

### Conclusiones Globales del PP1

Puesto que existía una categorización en función del porcentaje de éxito en cada una de las máquinas, hicimos un contraste entre los que habían realizado las palancas de 1er. y 2º género y las de poleas fijas y móvil. Aplicada la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney (contraste de diferencias entre muestras independientes), los resultados fueron:

$$Z (\text{entre palanca } 1^\circ\text{-palanca } 2^\circ) = 0.012 \text{ (ns)}$$

$$Z (\text{entre poleafija-polea móvil}) = 0.439 \text{ (ns)}$$

Es decir, no hay diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las palancas o de las poleas. Por ello, los hemos tratado en conjunto (aumentábamos el número de cada uno de ellos).

En la Tabla 4.30 se recogen los resultados globales. De esta forma pretendemos tener una visión global de las pruebas de laboratorio.

Categoría	Porcentaje éxito	Alumnos palancas	Alumnos rampas	Alumnos poleas	Alumnos Ley Hooke
Adecuado	Más de 90%	A12, A29, A55, A80, A89, A90, A96, A97	A25, A51, A98	A74	A26, A39, A40, A47, A83, A85
		8 / 44	3 / 23	1 / 15	6 / 16
Aceptable	Entre 80 y 90%	A2, A4, A11, A14, A16, A50, A59, A63, A64, A70, A71, A86, A87	A10, A20, A30, A95	A41, A44, A45, A46, A69, A75	A13, A21, A48, A61
		13 / 44	4 / 23	6 / 15	4 / 16
Poco aceptable	Entre 70 y 80%	A6, A8, A18, A22, A43, A53, A54, A67, A72, A79, A88	A5, A28, A36, A42, A68, A82, A84, A91	A58, A65	
		11 / 44	8 / 23	2 / 15	0 / 16
Casi nada aceptable	Entre 60 y 70%	A17, A33, A37, A52	A1, A27, A56, A77	A62	A32, A66, A76
		4 / 44	4 / 23	1 / 15	3 / 16
Nada aceptable	Menos de 60%	A3, A15, A24, A31, A34, A35, A38, A73	A7, A23, A81, A92	A19, A48, A78, A93, A94	A9, A57, A60
		8 / 44	4 / 23	5 / 15	3 / 16

Tabla 4.30. Categorización global del alumnado en función de la máquina simple de las pruebas.

A la vista de los resultados recogidos en la Tabla 4.30 parece que las mejores respuestas se han obtenido en la prueba de la Ley de Hooke y los peores en las poleas. No obstante, queríamos saber si existían diferencias estadísticamente significativas entre las pruebas. Aplicada la prueba U de Mann-Whitney, se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\begin{aligned}
 Z(\text{palanca-rampa}) &= 0.569 \quad (\text{ns}) & Z(\text{palanca-rampa}) &= 0.480 \quad (\text{ns}) \\
 Z(\text{palanca-Hooke}) &= 1.708 \quad (p = 0.08) & Z(\text{rampa-polea}) &= 0.893 \quad (\text{ns}) \\
 Z(\text{rampa-Hooke}) &= 1.676 \quad (p = 0.09) & Z(\text{polea-Hooke}) &= 1.309 \quad (\text{ns})
 \end{aligned}$$

Si asumimos un 5% como riesgo de error, podemos decir que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las pruebas pero, si asumimos un riesgo mayor (10%), hay diferencias entre los que realizaron la Ley de Hooke y el resto. Es cierto que, al ser los grupos muy desiguales en cuanto al número, podría haberse favorecido la existencia de diferencias por lo que el carácter aleatorio de asignación de participantes a cada una, parece que no ha sido suficiente.

No obstante, podemos hablar de resultados globales del grupo, manteniendo las categorías. En la Tabla 4.31 se recogen.

Categoría	Nada aceptable	Casi nada aceptable	Poco aceptable	Aceptable	Adecuado
Frecuencia (%)	20 (20%)	12 (12%)	21 (21%)	27 (28%)	18 (18%)

Tabla 4.31. Categorización global del alumnado en función de la prueba de laboratorio.

Los resultados no se pueden considerar satisfactorios, dada la dificultad de la prueba. Menos de la quinta parte de los participantes están en la categoría “adecuado” frente a una tercera parte que están entre “nada aceptable” y “casi nada aceptable”. Aunque los estudiantes ponen de manifiesto que han adquirido conocimientos científicos en este ámbito, tienen aún contenidos que aprender.

## **CAPÍTULO 5**

### **Conocimientos didácticos**

- PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN
- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
- ANÁLISIS DE RESULTADOS
- CONCLUSIONES





## CAPÍTULO 5. CONOCIMIENTOS DIDÁCTICOS

---

El segundo ámbito en el que hemos estudiado cómo utilizaban los futuros maestros sus conocimientos sobre “*Dispositivos y máquinas mecánicas*” era en el ámbito del conocimiento didáctico; en concreto, en el del diseño de una actividad de enseñanza y en el diseño de una prueba para evaluar el aprendizaje del alumnado de Educación Primaria. En este Capítulo, analizaremos las respuestas de los estudiantes a dos cuestiones planteadas en el examen final, tras haber recibido toda la formación inicial en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, por lo que, como las del Capítulo 4, podemos considerarlas que eran las que tenían al finalizar la Diplomatura.

### 5.1. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

Como decíamos en el Capítulo anterior, no se pueden valorar, con una sola investigación, el aprendizaje de los contenidos didácticos de los futuros profesores; ni siquiera sobre una temática concreta como el diseño de actividades o la evaluación del aprendizaje de subcompetencias. Por ello, no pretendemos generalizar los resultados ni tan siquiera en los ámbitos mencionados. No obstante, con todas sus limitaciones, nuestro estudio puede dar pistas de cómo utilizaban los conocimientos didácticos adquiridos durante su formación para aplicarlos al tema de los “*Dispositivos y máquinas mecánicas*”; en el diseño de la actividad de enseñanza, debían utilizar el fragmento de un cómic y, en la prueba de evaluación, utilizar una experiencia realizada por el maestro o maestra delante de su alumnado.

Así, partiendo de lo que Mc Millan y Schumacher (2005) entienden por problema de investigación, el interrogante central de este trabajo sería:

**Problema Principal Dos (PP2). ¿Cómo utilizaban sus conocimientos didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando les planteaban el diseño de una actividad de enseñanza o una prueba de evaluación de subcompetencias?**

Para clarificar y organizar nuestro estudio hemos creído conveniente desdoblar este PP2 en dos subproblemas, una para cada instrumento de recogida de información:

- SP2.1. ¿Cómo utilizaban sus conocimientos didácticos sobre los “*Dispositivos y máquinas mecánicas*” los futuros maestros cuando planteaban una actividad de enseñanza de subcompetencias, utilizando un cómic?

Para clarificar y organizar nuestro estudio hemos desdoblado este subproblema principal en cuatro subproblemas:

SP2.1.1. ¿Se ajustaban las propuestas de los futuros maestros a los requisitos planteados en la actividad?

SP2.1.2. ¿Qué aciertos tuvieron a la hora de identificar subcompetencias?

SP2.1.3. ¿Qué dificultades tenían a la hora de utilizar subcompetencias?

SP2.1.4. ¿Qué errores conceptuales han tenido en el desarrollo de la actividad de enseñanza?

- SP2.2. ¿Cómo utilizaban sus conocimientos didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando planteaban una actividad de evaluación de subcompetencias, utilizando una prueba experiencial?

Para clarificar y organizar nuestro estudio hemos desdoblado este subproblema principal en cuatro subproblemas:

SP2.2.1. ¿Se ajustaban las propuestas de los futuros maestros a los requisitos planteados en la actividad?

SP2.2.2. ¿Qué aciertos tuvieron a la hora de identificar subcompetencias?

SP2.2.3. ¿Qué dificultades tenían a la hora de utilizar subcompetencias?

SP2.2.4. ¿Qué errores conceptuales han tenido en el desarrollo de la actividad de enseñanza?

La actividad de enseñanza y la de evaluación debían ser realizadas a partir de unos condicionantes, por lo que lo primero que debíamos constatar era si sus propuestas se ajustaban o no a las reglas y pautas que se habían incluido en los enunciados. Luego tratamos de identificar los aciertos y los planteamientos adecuados en ambas actividades. Por último, localizamos los errores y las dificultades a la hora de plantear las cuestiones para enseñar o evaluar subcompetencias.

## 5.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Pretendemos estudiar cómo utilizaban nuestros estudiantes unos conocimientos didácticos concretos – sobre diseño de actividades de enseñanza y la evaluación de aprendizajes de subcompetencias- una vez finalizado su periodo de formación inicial. Las subcompetencias del SP2.1 eran de comunicación lingüística y las del SP2.2 de conocimiento e interacción con el mundo físico. Se trata, en ambos casos, de unos diseños ex post facto.

Por otro lado, como en el caso anterior, queríamos aprovechar una situación que garantizara la implicación del alumnado en la resolución. Nos pareció que el examen final de la asignatura reunía las condiciones óptimas para garantizarlo. Éste consistía en la respuesta por escrito a cinco cuestiones, dos de las cuales tenían que ver con los “Dispositivos y máquinas mecánicas”.

Para no perder la coherencia e interrelación de las respuestas, mantenemos la descripción de los resultados, el análisis de los mismos y el establecimiento de conclusiones en cada prueba, tratando de responder los tres subproblemas que hemos declarado.

### 5.2.1. Participantes y Contexto

Entre las preguntas incluidas en el examen final (de lápiz y papel), debían realizar dos diseños: uno de una actividad de enseñanza y otro de una prueba de evaluación. Cada alumno debía responder individualmente las dos cuestiones.

En total se examinaron 110 estudiantes que cursaban la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza de 3er. curso de la Diplomatura de Maestro especialidad Educación Primaria. No obstante, hemos desechado a aquellos que no habían venido a clase y, por ello, nos quedamos con 97 (82 chicas y 15 chicos); de ellos, algunos debieron hacer el “examen de incidencias” por causas ajenas a nuestra investigación (repetidores que les coincidían las fechas con los exámenes de otra asignaturas, estudiantes con ausencias justificadas...).

El protocolo usado por el examinador –el profesor de la materia- era sencillo. Una vez distribuidos los alumnos de forma de que no hubiera comunicación, uno en cada puesto de trabajo, se les indicaba que sólo podían disponer de un bolígrafo y una calculadora; que tendrían tres horas para realizar la prueba completa (lo que suponía que, para responder las dos cuestiones objeto de nuestro trabajo, necesitaban una hora o una hora y media); y que les deseaba mucha suerte.

Como es lógico, en la dinámica de un examen, la prueba se desarrolló en silencio. No hubieron preguntas aclaratorias relevantes por parte de los estudiantes: donde ponían el nombre, cuánto tiempo quedaba, si les daba un folio más para seguir escribiendo... Lo único que se les negó era un folio para hacer esquemas; debían hacerlas en el que les habíamos facilitado.

En cuanto a los participantes en cada prueba, tenemos:

*a) En relación con el diseño de una actividad usando un cómic*

Nos referimos a las respuestas de 97 alumnos (82 chicas y 15 chicos); como diremos se les presentaban dos opciones pero sólo debían diseñar una actividad de enseñanza sobre una de ellas. En la Tabla 5.1 recogemos la distribución de los alumnos según los tipos de tiras de cómic elegidas por ellos; los Cómic 3 y 4 corresponden a los casos de incidencias, por lo que el número se reduce bastante.

Tipos de Cómic			
Cómic 1 (Hooke)	Cómic 2 (Palanca)	Cómic 3 (Hooke)	Cómic 4 (Rampa)
30 / 97	63 / 97	2 / 97	2 / 97

Tabla 5.1. Elección de tiras de cómic

*b) En relación con una prueba de tipo experiencial*

Nos centramos en las respuestas de los mismos estudiantes. En la Tabla 5.2 se recoge la distribución de alumnos según el tipo de experiencia que seleccionaron para plantear la prueba; la de la palanca fue la que usaron los exámenes de incidencias.

Tipos de Prueba Experiencial (P.E.)		
P.E. Polea	P.E. Rampa	P.E. Palanca
55 / 97	38 / 97	4 / 97

Tabla 5.2. Elección de pruebas experienciales

### 5.2.2. Instrumentos de recogida de información

Hemos hablado de dos cuestiones y vamos a describirlas por separado, ya que comparten la temática pero ponen en juego subcompetencias diferentes.

*a) Respecto a la prueba de evaluación de competencias de comunicación*

En la Figura 5.1 se recoge el texto introductorio, común para todas las pruebas. Siempre se planteaban dos tiras y dos posibles temáticas (relacionadas con las tiras) para que el estudiante eligiera una de ellas, en la que se sintieran más cómodos.

**1. Elige UNA de las dos tiras de cómic que aparecen a continuación. Debes diseñar con ella una actividad de enseñanza -para 3er.ciclo de Educación Primaria- sobre la utilidad de los materiales elásticos (Ley de Hooke) o sobre las palancas.**

**La actividad debe tener un texto introductorio no muy largo. Luego vendría la tira. Y, por último, unas preguntas –entre 7 y 10- sobre el texto introductorio o el comic. Dos de las preguntas, cómo mínimo, deben ser “inferencias cercanas al texto” o “a la imagen” y otra “localización de errores”**

**Debes indicar las subcompetencias específicas de cada una de las preguntas que formules.**

Figura 5.1. Texto introductorio prueba del cómic

En los exámenes de incidencias se ofertaron otros dos que se referían a la ley de Hooke y a la rampa. Luego aparecían las tiras que se recogen en las Figuras 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5.



Figura 5.2. Tira de Cómic 1 prueba del cómic



Figura 5.3. Tira de Cómics 2 prueba del cómic



Figura 5.4. Tira de Cómics 3 prueba del cómic

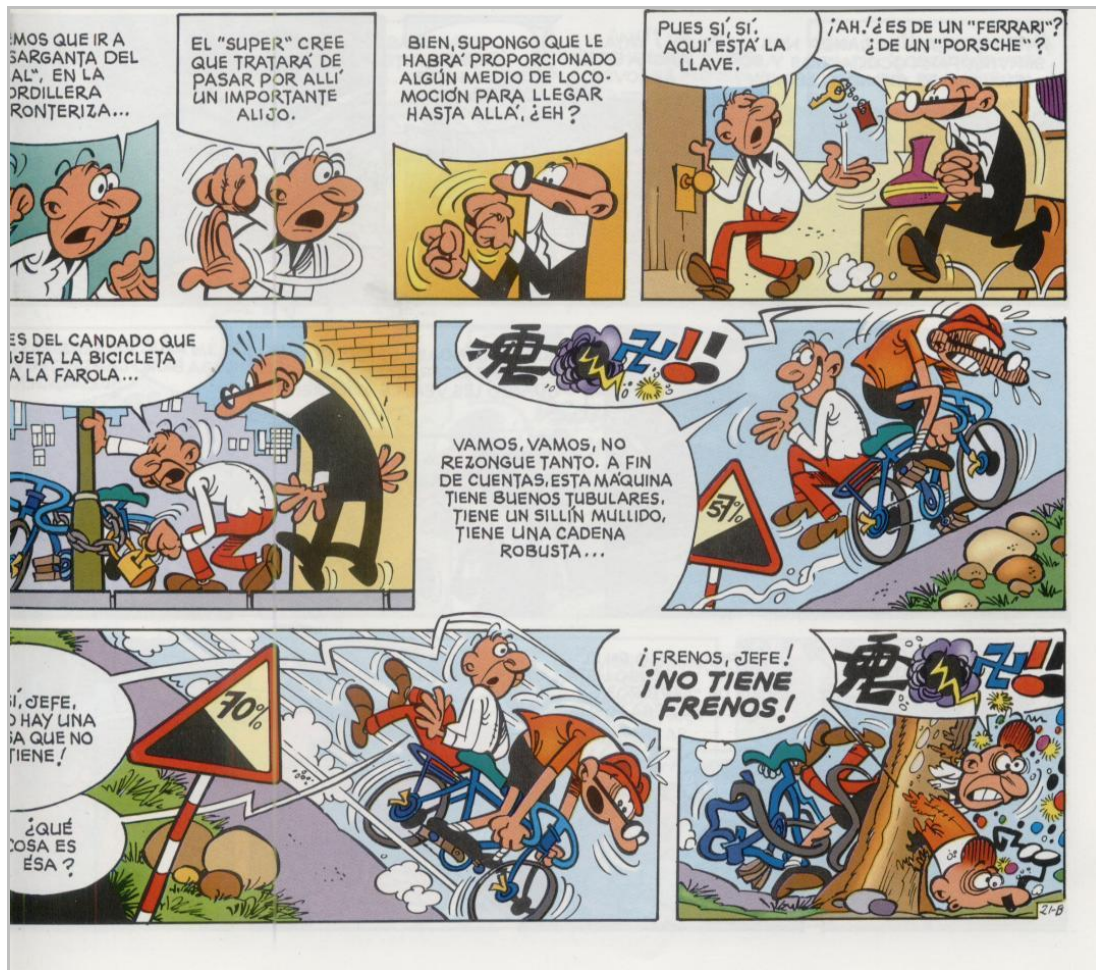


Figura 5.5. Tira de Cómics 4 prueba del cómic

Para facilitar la tarea, se sugería la utilización de un Cuadro como el de la Figura 5.6 pero no era obligatorio seguirlas.

<p>Texto introductorio (se supone que sólo para contextualizar la actividad)</p>	
<p>Se incluiría la tira UNO ó DOS (sólo elegir una de ellas. Si quieres cambiar el texto de algún bocadillo, por favor, especifica el nuevo texto e indica a qué viñeta le afecta)</p>	
<p>Preguntas a plantear al alumnado</p>	<p>Subcompetencia específica</p>
<p>1.</p>	
<p>2.</p>	
<p>3.</p>	
<p>...</p>	<p>...</p>

Figura 5.6. Sugerencia para la prueba del cómic

Las subcompetencias que habíamos identificado y trabajado en clase, en relación con la competencia de comunicación lingüística (concretamente comprensión lectora), eran:

- identificación de ideas en material escrito (o imágenes): cuando la respuesta se encuentra “literalmente” en el texto
- significado de términos o expresiones (o de imágenes): cuando se pregunta por la interpretación de un término, una frase o un fragmento de texto.
- inferencia cercana al texto (o a la imagen): la contestación a la pregunta se apoya en alguna información que aporta el texto (o la imagen).
- localización de errores: la respuesta exige la identificación de una errata o error, ya sea gramatical, ortográfico, conceptual... en el texto (o en la imagen).
- posicionamiento argumentado: la respuesta exige un juicio de valor, una valoración, una opinión... justificada sobre el contenido del texto (o la imagen).
- búsqueda de información: la respuesta exige que el que responda utilice otra fuente (enciclopedia, internet, revistas, libros...) y la busque, en dicha o dichas fuentes.
- inferencia lejana: el texto (o la imagen) no aporta ninguna información en la que apoyar la respuesta.

*b) Respecto a la prueba de evaluación de competencias de conocimiento e interacción con el mundo físico*

En la Figura 5.7 se recoge el texto común para todas las pruebas. Siempre se planteaban dos posibles temáticas para que el estudiante eligiera aquella en la que se sintiera más cómodo (en este caso, la polea móvil y la palanca de primer género).

**2. Diseña una prueba experiencial para conocer las ideas de un alumno de 2º ciclo de Educación Primaria sobre UNO de los temas siguientes:**

**Tema 1: La polea**

**Tema 2: La rampa**

**Explica en qué consiste la experiencia. Dí qué protocolo de aplicación utilizarías como aplicador de la prueba y qué preguntas plantearías.**

**Indica las subcompetencias específicas de cada una de las cuestiones que planteas.**

*Figura 5.7. Planteamiento prueba experiencial*

En el examen de incidencias, las opciones eran la palanca de primer género y la rampa.

Una prueba experiencial, como hemos dicho, es una prueba en la que el aplicador realiza una experiencia, visualiza un hecho o un acontecimiento, proyecta un fenómeno... Los alumnos deben verlo con atención y, en base a lo que habían visto, responder una serie de cuestiones.

En nuestra prueba debían:

- describir la experiencia, explicándola y justificándola con argumentos y razonamientos de carácter científico;
- describir el protocolo –lo que dice- del aplicador de las pruebas;
- especificar las preguntas que plantearían;
- y señalar sus correspondientes subcompetencias.

Las subcompetencias que habíamos identificado y trabajado en clase, en relación con la competencia de conocimiento e interacción con el mundo físico (concretamente los procedimientos y actitudes propios del trabajo científico), eran:

- descripción de una observación: cuando se pide que el alumno describa algo que ha visto de la experiencia realizada por el aplicador de la prueba. Pueden ser de tres tipos: por relato; por contraste y mediatizada por un modelo o concepción.
- interpretación de una 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...
- realización de una 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 eran observables o no eran observables.
- interpretación de una predicción: se pide al estudiante que explique o justifique científicamente algo que ha predicho.
- tabulación y representación de datos: a partir de unos datos –teóricos o experimentales– se pide la representación de los mismos mediante tablas, gráficas, histogramas, diagramas...
- establecimiento de conclusiones: a partir de una serie de datos y tras el debido análisis de los mismos, se establecen 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...

### 5.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para describir los resultados lo vamos a hacer por subproblemas –en función del diseño de la actividad y de la prueba– y, en cada uno, mantendremos la formulación secuenciada de sus subproblemas correspondientes.



### 5.3.1. Subproblema Principal SP2.1

Vamos a describir en unas Tablas algunos de los resultados obtenidos en la Cuestión que pedía el diseño de una actividad de enseñanza, a partir de la tira de un cómic. La pregunta fue contestada por 97 (todos excepto A45 que no asistió).

Las subcompetencias que debían aparecer en las preguntas planteadas eran las siguientes:

- II: Identificación de ideas
- ST: Significado de término
- SE: Significado de expresión
- SI: Significado de imagen
- IC: Inferencia cercana
- LE: Localización de error
- IL: Inferencia lejana
- BI: Búsqueda de información

Mantendremos la división en los subproblemas mencionados.

#### SP2.1.1. ¿Se ajustan a los requisitos planteados en la actividad?

En la Tabla 5.3 mostramos los alumnos que incluyen o no el texto introductorio en la actividad.

Introducción	
Si	No
94 / 97	3 / 97

Tabla 5.3. Texto introductorio

- Sólo 3 alumnos (A74, A94 y A95) no incluyeron el texto introductorio

Respecto a una de las condiciones del enunciado de la prueba, el número de preguntas exigidas (entre 7 y 10), anotamos los datos en la Tabla 5.4.

Condiciones Enunciado (Nº de preguntas)	
Pone 3 preguntas	1 alumno
Pone 7 preguntas	37 alumnos
Pone 8 preguntas	34 alumnos
Pone 9 preguntas	19 alumnos
Pone 10 preguntas	5 alumnos
Pone 12 preguntas	1 alumno

Tabla 5.4. Acatamiento de las condiciones del enunciado

- Hay sólo un alumno (A70) que no llega al mínimo de 7 preguntas que se pedía en el enunciado de la prueba, en concreto sólo pone un total de 3 preguntas, las cuales son:

- En la viñeta 1, ¿dónde encontramos el punto de aplicación de la palanca?
- ¿Qué propiedades tiene la madera de la tercera viñeta?
- ¿Quién era Arquímedes?

- Además, hay un alumno (A87) que sobrepasa, con doce, el número máximo de preguntas que se pedían, las cuales son:

- ¿Por qué Mortadelo, ya no puede ayudar a Filemón?
- ¿De qué se disfraza Mortadelo para bajar el monte?
- En la viñeta 2, ¿a qué se refiere con ese MPFFFF?
- ¿Está Filemón situado en un buen lugar para levantar la piedra?
- ¿Qué significa "norma de seguridad"?
- ¿Qué normas de seguridad cumples en la escuela?
- ¿Está cumpliendo Filemón una norma de seguridad?
- ¿Has sido un error que Filemón soltara el palo en la viñeta 3?
- ¿Por qué no debemos soltar algo con mucho peso?
- ¿De qué dos cosas se tiene que recuperar Filemón?
- ¿Sabes qué es una palanca?
- ¿Cómo se llama el brazo donde Filemón hace esfuerzo?

Respecto a otra de las condiciones del enunciado de la prueba, los tipos de preguntas exigidas –dos de inferencia cercana (IC) y una de localización de error (LE)– mostramos los datos a continuación en la Tabla 5.5.

Condiciones Enunciado (Tipo de preguntas)			
Dos de tipo IC		Una de tipo LE	
Si	No	Si	No
37 / 97	60 / 97	59 / 97	38 / 97

Tabla 5.5. Respeto condiciones enunciado

- Hay sólo 16 alumnos (A1, A3, A8, A12, A17, A19, A23, A25, A26, A41, A43, A44, A55, A59, A79 y A95) que cumplen ambas condiciones. Algunas se exponen a continuación:

Alumno 12

- ¿De qué va disfrazado Mortadelo a la última viñeta?
- ¿Qué es una palanca? ¿Cuáles son sus partes más importantes?
- ¿Qué significa "afección de estómago" y ¿"rodando"?
- **¿Por qué crees que en la primera viñeta el protagonista no tiene fuerza suficiente para mover la piedra? (IC)**
- ¿Quién era Arquímedes?
- **¿Qué tipo de palanca observamos en la primera viñeta? (IC)**
- **En la viñeta 2 hay un error, ya que si lo hiciéramos en realidad eso no se cumpliría. ¿Podrías decir cuál es? Fíjate en la barra de la palanca (LE)**
- ¿Qué le dice Mortadelo al señor cuando se lo encuentra por primera vez? ¿Y la última vez que lo ve?

Alumno 19

- ¿Qué significan los términos "afección", "esfuerzo", "accidente" y "peñasco"?
- **¿Crees que hay algún error en el texto? (LE)**
- **¿Piensas que está haciendo un uso correcto de la palanca Filemón? (IC)**
- Di 4 usos cotidianos que se le da a la palanca
- **¿Qué significa el gesto que está haciendo Mortadelo en la viñeta 7? (IC)**
- ¿Por qué crees que dice Filemón en la primera viñeta: "Aunque no me llamo Arquímedes"?
- ¿Qué dice la señora mayor cuando ve a Filemón aplastado por la piedra?

Alumno 79

- ¿Qué quiere decir "que crees que hago con mi sueldo"?
- ¿Qué son los materiales elásticos?
- **¿Por qué crees que se "alargan" los objetos elásticos al aplicarles una fuerza? (IC)**
- ¿Qué quieren decir los términos "ovni" y "china"?
- Describe brevemente qué ha ocurrido en la viñeta 6
- **Fíjate en la viñeta 2, ¿qué hecho no ocurriría en la vida real? (LE)**
- **Di tres objetos que no aparezcan en el texto que sean elásticos (IC)**
- **¿Por qué le ocurre esto a Mortadelo y Filemón? (IC)**
- ¿De qué material podría haber sido el tirachinas para que funcionase?

Además, respecto a la justificación del error que debían incluir en la pregunta de “localización de errores”, obtenemos lo que se recoge en la Tabla 5.6.

Alumnos que incluyen pregunta LE correctamente		
Si justifica	No justifica	Error al justificar
20 / 59	32 / 59	7 / 59

Tabla 5.6. Respeto condiciones del enunciado: incluyen LE correctamente

- Aproximadamente un tercio de los alumnos que incluyen la pregunta “localización de errores” justifican el error correctamente de dicha pregunta (A5, A6, A13, A19, A20, A25, A26, A30, A33, A34, A36, A43, A44, A55, A57, A60, A65, A69, A78 y A90). Así, por ejemplo, tenemos:

- **Un muelle puede estirarse indefinidamente porque gracias a su elasticidad nunca se romperá, siempre recuperará su forma inicial, ¿crees que esto es cierto? Justifica tu respuesta.**  
*Justificación del error:* se les dice en el texto que un muelle jamás se rompería si estiramos indefinidamente de él (A5).
- **¿Crees que hay algún error en el texto?**  
*Justificación del error:* en el texto introductorio se ha puesto que para mover una piedra hay que hacer poco esfuerzo. Los alumnos deben saber que cuanto más pesado es el objeto que quieres mover con la palanca hay que hacer un mayor esfuerzo. (A19).
- **Localiza el error existente en la tira o en el texto.**  
*Justificación del error:* en el texto introductorio se indica que una palanca puede realizarse con un objeto de cualquier material, forma o tamaño. (A26).

- Entre los que no justifican el error, hay 3 alumnos (A4, A58 y A59) que no lo hacen porque su pregunta no contiene error. Los demás incluyen este tipo de cuestión pero simplemente no explican dónde está.

- Hay 7 alumnos (A15, A17, A22, A23, A27, A29 y A47) que aunque lo intentan, no realizan una justificación correcta del error. Algunos casos son:

- **Localiza algún error en el cómic.**  
*Justificación del error:* indica que hay error en el bocadillo modificado de la viñeta 4 que no es tal. (A15)
- **Observa la viñeta 3, ¿encuentras algún error? Explica tu respuesta.**  
*Justificación del error:* indica que hay error en el bocadillo modificado de la viñeta 3 que no es tal. (A17)

En la Tabla 5.7 se recogen los que no incluían preguntas de “localización de errores” o no lo justificaban adecuadamente.

Alumnos que no incluyen pregunta LE correctamente		
No pone ninguna pregunta LE	Error en subcompetencia y mala justificación	Error en subcompetencia y no justifican
12 / 38	3 / 38	23 / 38

Tabla 5.7. Respeto condiciones del enunciado: no incluyen LE incorrectamente

- Hay 12 alumnos (A7, A11, A14, A16, A18, A24, A40, A67, A70, A75, A81 y A97) que no pueden justificar un error porque no incluyen preguntas para poder hacerlo (no hay errores).

- Hay 3 alumnos (A10, A28 y A35) que, al no identificar correctamente la subcompetencia “localización de error” en las cuestiones que planteaban, fallaban también en la justificación que daban de la misma. Respectivamente sus preguntas fueron:

- ¿Crees que realiza correctamente el esfuerzo Filemón en la viñeta 2? (A10)
- Localiza si existe algún error en el texto de los bocadillos del cómic. (A28)
- ¿Crees que fue Arquímedes el inventor de la palanca? (A35)

- Hay 23 alumnos (A2, A38, A42, A48, A50, A53, A58, A61, A62, A63, A71, A72, A76, A77, A84, A85, A88, A89, A91, A92, A93, A94 y A98) que cometen error al identificar la subcompetencia LE cuando no es tal y además no la justificaban.

### SP2.1.2. ¿Qué aciertos tienen a la hora de identificar subcompetencias?

En la Tabla 5.8 se recogen el número de preguntas bien planteadas y en las que el futuro maestro acierta las subcompetencias correspondientes. Para no sobre cargar la Tabla, hemos omitido los alumnos de 5 ó 6 aciertos.

Número de preguntas ACERTADAS		
Nº aciertos	Nº alumnos	Alumnos
0 aciertos	1	A92
1 acierto	3	A70, A75, A84
2 aciertos	7	A21, A33, A53, A58, A77, A85, A88
3 aciertos	12	A6, A10, A31, A38, A42, A48, A59, A68, A74, A76, A90, A93
4 aciertos	11	A4, A5, A24, A27, A63, A64, A67, A80, A82, A94, A98
5 aciertos	28	[...]
6 aciertos	18	[...]
7 aciertos	11	A3, A8, A14, A15, A19, A23, A26, A47, A46, A69, A79
8 aciertos	6	A12, A13, A30, A51, A57, A87

Tabla 5.8. Aciertos en las subcompetencias de las preguntas planteadas

A la vista de los resultados, podemos decir que:

- Los alumnos, con más de 7 preguntas acertadas (se pedían entre 7 y 10), constituyen el 18% de los participantes.
- En sentido contrario, encontramos que el 35% de los participantes tienen menos de 4 aciertos.

En la Tabla 5.9 se recogen el tipo de aciertos (subcompetencias acertadas); se indican el número de aciertos, el número de veces que se señala dicha subcompetencia por nuestros estudiantes; y el porcentaje que supone de aciertos.

Tipos de Aciertos			
Subcompetencias	Aciertos	Total	%
Identificación de ideas (II)	119	213	56%
Significado de término (ST)	62	78	79%
Significado de expresión (SE)	37	67	55%
Significado de imagen (SI)	17	22	77%
Inferencia cercana (IC)	120	233	52%
Localización de error (LE)	60	73	82%
Inferencia lejana (IL)	68	129	53%
Búsqueda de información (BI)	0	4	0%

Tabla 5.9. Tipo y porcentaje de aciertos de subcompetencias

A la vista de los resultados, podemos decir que:

- Con bastante diferencia sobre el resto, las subcompetencias más utilizadas por los alumnos son “inferencia cercana” e “identificación de ideas”; y, en un nivel superior, “localización de error”.
- Las subcompetencias con menor frecuencia son “Búsqueda de información” y “Significado de imagen, la primera aparece casi de manera despreciable si la comparamos con todas las demás.
- Porcentualmente, las subcompetencias que más aciertan cuando la utilizan son, por este orden, “Localización de errores”, “Significado de términos” y “Significado de imágenes”.
- Por el contrario, las subcompetencias con menor presencia estarían a la hora de identificarlas, exceptuando a BI por su poca frecuencia; destacamos en orden a IC, IL, SE e II.

### SP2.1.3. ¿Qué dificultades tienen a la hora de utilizar subcompetencias?

En la Tabla 5.10, hemos recogido el número de preguntas falladas en sus pruebas.

Número de preguntas FALLADAS		
Nº fallos	Nº alumnos	Alumnos
0 fallos	5	A12, A19, A23, A51, A69
1 fallo	11	A13, A14, A26, A29, A30, A34, A35, A36, A57, A61, A86
2 fallos	23	[...]
3 fallos	24	[...]
4 fallos	15	A18, A24, A28, A31, A42, A48, A62, A68, A76, A78, A87, A89, A90, A93, A94
5 fallos	10	A6, A38, A53, A59, A63, A64, A65, A77, A88, A91
6 fallos	6	A10, A21, A58, A74, A84, A85
7 fallos	2	A33, A75
8 fallos	1	A92

Tabla 5.10. Fallos en las subcompetencias de las preguntas planteadas

Aunque inicialmente podríamos pensar que es la misma tabla que la 5.8, no coinciden debido a que hubo cuestiones con más de una subcompetencias a la vez; errores por omisión (falta alguna subcompetencia); se computa como fallo de la subcompetencia deseable (no aparece); errores por exceso (sobra alguna subcompetencia)... Hay un desfase en los casos donde se pone más de una subcompetencia (dos) y la deseable no coincide con ninguna de las puestas.

- Los alumnos con cero y un fallo constituyen un 17% de los participantes.
- Hay 41 alumnos -unas dos quintas parte del grupo- con más de 4 fallos lo que supone un porcentaje superior al 40%, lo cual es un porcentaje demasiado preocupante en nuestra opinión.

En cuanto al tipo de fallos, en el Tabla 5.11 se recogen los que hemos encontrado. En la primera fila se exponen los que mencionan los alumnos y en la primera columna, los que serían deseables desde nuestra perspectiva. Es decir, si pone II, el alumno indica en la pregunta una subcompetencia de tipo identificación de ideas; si pone ST, el alumno indica una subcompetencia de significado de término; si pone SE, indica que la pregunta es del tipo significado de expresión; si pone SI, la pregunta es un significado de imagen; si pone IC, la pregunta es una subcompetencia de tipo inferencia cercana... Si pone OTRA, no se corresponde con ninguna subcompetencia.

Por otro lado, lo deseable es la categorización de respuestas, según nuestros criterios. Si para nosotros una cuestión es Identificación de ideas, lo señalaremos como error.

↓ Deseable	Pone									TOTAL
	II	ST	SE	SI	IC	LE	IL	BI	OTRA	
Identificación de Ideas (II)	*	7	1	10	50	5	9	0	13	95
Significado de Término (ST)	3	*	5	0	2	0	0	0	3	13
Significado de Expresión (SE)	0	1	*	0	12	1	3	0	6	23
Significado de Imagen (SI)	2	1	0	*	2	0	0	0	0	5
Inferencia Cercana (IC)	29	0	6	10	*	12	35	0	13	105
Localización de Error (LE)	1	0	0	1	8	*	0	0	2	12
Inferencia Lejana (IL)	3	0	0	0	47	2	*	0	6	58
Búsqueda de Información (BI)	0	2	0	0	0	0	1	*	1	4
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>121</b>	<b>20</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>44</b>	<b>315</b>

Tabla 5.11. Tipos de fallos encontrados

A la vista de los resultados de la tabla anterior, podemos decir de los fallos más comunes que:

- Las mayores confusiones en cuanto a identificación de ideas (II) se dan, en más de un 50% de los casos (50/95), con la inferencia cercana (IC).

Ejemplos de preguntas planteadas	El alumno pone	Debería poner
¿Por qué crees que les ha caído la piedra en la cabeza? (A21)	IC	II
¿Cuál es la resistencia y cuál es la fuerza que aparece en el cómic? (A41)	IC	II
¿Ha conseguido Mortadelo hacer palanca? (A78)	IC	II

- En cuanto a las confusiones respecto al significado de término (ST), en casi un 40% de los casos (5/13), lo confunden con un significado de expresión (SE); se puede considerar un error menor.

Ejemplos de preguntas planteadas	El alumno pone	Debería poner
¿Qué significa "peñasco"? (A20)	ST	SE
¿Qué significa "¡AAAY!?" (A27)	ST	SE
¿Qué quiere decir "cuerpo elástico"? (A66)	ST	SE

- En cuanto a las confusiones respecto al significado de expresión (SE), poco más de la mitad de los casos (12/23), lo confunden con una inferencia cercana (IC).

Ejemplos de preguntas planteadas	El alumno pone	Debería poner
¿Qué quiere decir Arquímedes con la expresión que aparece en el texto? (A10)	SE	IC
¿Por qué dice Mortadelo: "ese Hooke no es de fiar"? (A57)	SE	IC
¿Por qué dijo Arquímedes dadme un punto de apoyo y moveré el mundo? (A67)	SE	IC

- La inferencia cercana (IC) la confunden normalmente, en un tercio de los casos (35/105), con una inferencia lejana (IL) o con una identificación de ideas (II) en casi un 30% de los casos (29/105).

Ejemplos de preguntas planteadas	El alumno pone	Debería poner
¿Crees que han conseguido darle al ovni? (A21)	IC	IL
¿Cómo crees que podría haber levantado mejor la piedra Filemón? (A38)	IC	IL
¿Qué podría hacer Filemón para ayudar al jefe? (A40)	IC	IL
¿Crees que la palanca es una máquina útil? (A62)	IC	II
¿Sabrías decir por qué Filemón nombra a Arquímedes? (A84)	IC	II
¿A qué juguete te recuerda la máquina de Mortadelo? (A95)	IC	II

Por otro lado, las confusiones de inferencia lejana (IL) con la cercana (IC) también alcanzan a más de 80% de los casos.

Ejemplos de preguntas planteadas	El alumno pone	Debería poner
¿Cómo hubiera ayudado a Filemón hacer una palanca? (A33)	IL	IC
¿Fue Arquímedes quién inventó la palanca? (A52)	IL	IC
¿Conoces otros tipos de máquinas simples? (A64)	IL	IC
¿Crees que un destornillador puede ser utilizado para mover algo? (A77)	IL	IC
¿Por qué podemos afirmar que la palanca es una máquina simple? (A93)	IL	IC
¿Conoces otra máquina que pudiera ayudar a Mortadelo a levantar la roca? (A96)	IL	IC

- En dos de cada tres preguntas en las que deben indicar una localización de error los alumnos ponen una inferencia cercana (IC); éste se puede considerar también un error menor.

Ejemplos de preguntas planteadas	El alumno pone	Debería poner
¿Tiene algo que ver Arquímedes con la palanca? (A58)	IC	LE
¿Qué le ha faltado a la palanca de Filemón (PA, R, F)? (A58)	IC	LE
¿Crees que una roca tan pesada puede dar ese salto? (A64)	IC	LE
¿Crees que la palanca es adecuada? (A84)	IC	LE
¿Está Filemón situado en un buen lugar para levantar la piedra? (A87)	IC	LE
¿Crees que la piedra saldrá rodando en la realidad? ¿Por qué? (A98)	IC	LE

- En las escasas ocasiones en las que no indican correctamente una búsqueda de información (BI) confundían principalmente esta subcompetencia con un significado de término (ST).

Parece ser que las principales confusiones se realizan con la IC, tanto poniéndolas sin serlo como no reconocerlas en casos en los que está. Otras confusiones provienen del empleo indebido de IL, en casos en los que mencionan otras subcompetencias. Por último, estarían las confusiones entre IC e IL que son recíprocas.

#### SP2.1.4. ¿Qué errores conceptuales han tenido en el diseño de la actividad de enseñanza?

En las Tablas 5.12 y 5.13, recogemos los errores cometidos en las cuestiones que aparecían en sus actividades de enseñanza. Como dijimos, había dos opciones (excluimos las de la rampa). En la opción con palancas, recogemos los errores, el total de alumnos y quiénes los cometen.

Errores en texto introductorio y preguntas (Palancas)		
Error cometido	Nº alumnos	Alumnos
Palanca ahorra (menos) esfuerzo	31	A4, A8, A10, A12, A14, A20, A23, A24, A29, A34, A35, A40, A43, A46, A47, A49, A50, A51, A52, A62, A63, A64, A68, A70, A71, A75, A83, A86, A88, A93 y A96
Confusión trabajo o energía / fuerza	7	A7, A18, A40, A55, A68, A77, A84
Confusión histórica	4	A16, A20, A24 y A67
Coherente con un texto introductorio con error	3	A43, A78 y A87
Confusión peso / cuerpo u objeto	3	A3, A35 y A75
Finalidad de la palanca	3	A2, A3 y A62
Fuerzas que intervienen	2	A1 y A2
Confusión punto de aplicación / punto de apoyo	2	A41 y A70
No representa bien las fuerzas	2	A20 y A35

Tabla 5.12. Confusiones conceptuales en las actividades de palancas (continúa)

Errores en texto introductorio y preguntas (Palancas)		
Error cometido	Nº alumnos	Alumnos
Confusión bicicleta / palanca	1	A3
Confusión 3º género con 1º género	1	A7
Confusión punto de aplicación / brazos	1	A14
Confusión masa / peso	1	A16
Confusión columpio / palanca	1	A18
Confusión potencia / fuerza	1	A23
Confusión resistencia / objeto	1	A23
Confusión dinamómetro / palanca	1	A31
Confusión definición punto de apoyo	1	A31
Confusión palanca-fuerza-resistencia	1	A31
Tensión no es una fuerza	1	A35
Ejemplo de palanca de 2º género	1	A38
Resistencia en extremo de palanca	1	A41
Punto de apoyo siempre en el centro	1	A43
Confusión resistencia / brazo resistencia	1	A87
Confusión fuerza / brazo fuerza	1	A87

Tabla 5.12 (continuación). Confusiones conceptuales en las actividades de palancas

El error más extendido es el que sostiene la tercera parte de los participantes: todas las palancas ahorran esfuerzo. La afirmación es cierta en las de segundo género pero no lo es en las de 3º y en algunas de 1º (depende de los valores de los brazos).

- *En texto introductorio (A4): "Como habéis podido observar, la utiliza para mover un objeto pesado. Por ello, una palanca es una máquina que nos sirve para ahorrar esfuerzo."*
- *En texto introductorio (A8): "Como sabemos la palanca se inventó hace mucho tiempo, la utilizaban nuestros antepasados para mover objetos pesados, sin realizar esfuerzos mayores."*
- *En texto introductorio (A14): "¿Sabías que la palanca es una máquina que permite reducir el esfuerzo que se hace para levantar un objeto?"*
- *En texto introductorio (A40): "La palanca es una máquina simple y sencilla que tiene la característica de facilitar el trabajo al hombre, por ejemplo disminuir el esfuerzo que hacemos para levantar un gran objeto."*

Hubo otro grupo importante que confundió fuerza con potencia o energía o con potencia (a pesar de nuestra insistencia). También hubo confusiones con fuerza y peso o masa.

- *En texto introductorio (A16): "La palanca es una máquina simple puesto que nos ayuda día a día a poder vencer una masa o una resistencia que nos encontramos [...]"*
- *En texto introductorio (A23): "La fuerza o potencia es la fuerza ejercida para levantar la resistencia, aquello que queremos levantar."*
- *En texto introductorio (A55): "La polea y la palanca han sido utilizadas desde la antigüedad para facilitar el trabajo de las personas. Con ellas se aprovechan con más rendimiento las fuerzas [...]"*
- *En texto introductorio (A77): "Como bien sabéis a lo largo de la historia el hombre utilizó máquinas para hacer más fácil el trabajo [...]"*

Aunque es cierto que había errores conceptuales, también lo es que existía una falta de preocupación por cuidar el lenguaje en la comunicación.

El segundo se refiere a los errores realizados en el diseño de la actividad que se refería a la Ley de Hooke. En la Tabla 5.13 se recogen los datos, con los mismos criterios; hay superíndice que refleja el número de veces que comete dicho error.



Errores en texto introductorio y preguntas (Hooke)		
Error cometido	Nº alumnos	Alumnos
Confusión peso / cuerpo u objeto	2	A9 <sup>3</sup> y A21 <sup>2</sup>
Confusión muelle / máquina	2	A28 y A30
Confusión sencilla / simple	1	A30
Confusión potencia / fuerza	1	A65
Confusión resistencia / límite de elasticidad	1	A66
Confusión flexibilidad / elasticidad	1	A85
Confusión trabajo o energía / fuerza	1	A92

Tabla 5.13. Confusiones conceptuales en las actividades Ley de Hooke

La principal errata es la confusión “peso-cuerpo u objeto” y sigue apareciendo la confusión “fuerza y potencia”.

- *En texto introductorio (A9): “Si observamos un muelle al que le colgamos un peso vemos que éste se alarga y si le quitamos peso comprobamos que el muelle vuelve a su posición inicial.”*
- *En texto introductorio (A65): “Han creado un tirachinas gigante para lanzar piedras, ya que piensan que este objeto tiene una gran potencia y es capaz de lanzar objetos a gran altitud.”*

No sintetizamos los resultados del cómic referidos a la rampa por ser muy limitado el número de los que escogen esta tira.

### Conclusiones del SP2.1

La prueba que les planteábamos, consistía en que, a partir de una tira (que se les facilitaba), debían diseñar una actividad de enseñanza, con 7 a 10 preguntas ductoras y unas determinadas condiciones; además debían elegir una entre dos temas –dos máquinas simples- y justificar los errores introducidos por los estudiantes y especificar las subcompetencias de cada una de las preguntas planteadas.

Casi todos realizaron un texto introductorio y se ajustaron al número de preguntas que les solicitábamos. Los problemas vinieron al querer introducir preguntas con una determinada subcompetencia (inferencia cercana y localización de errores). En este sentido, las dificultades son mayores en la primera condición (cerca de un 40% de aciertos) que en la segunda (cerca de un 60%). La falta de estudios en esta línea nos impide valorar si los resultados son esperables o no pero hemos de decir que, antes de analizar los resultados, “esperábamos” mejores resultados en las de “inferencia cercana”, ya que habíamos insistido mucho más (con ejemplos, explicaciones, justificaciones...) en este tipo de subcompetencias.

En cuanto a la justificación de los errores introducidos intencionadamente por ellos, hemos de decir que son muchos más los que lo hacen de manera inadecuada (sólo un 20% del total de participantes o un tercio de los que incluyen la “localización de errores”) que los que no lo justifican o vierten errores en sus planteamientos. Creemos que, en algunos casos, puede deberse a un despiste pero, en cualquier caso, creemos que los resultados no son los “ideales”.

En cuanto los aciertos, fueron muchos... Las preguntas que más propusieron son la “*identificación de ideas* (en el texto o en la imagen)” y la de “*inferencia cercana*”. Sin embargo, las más acertadas por el alumnado fueron la de “*localización de error*”, “*significado de términos*” y “*significado de imagen*”, con porcentajes de aciertos superiores al 70%. Estas diferencias no son fáciles de justificar.

En cuanto a los errores o dificultades en el tema de las subcompetencias, los resultados más preocupantes son las de “*inferencia cercana*” e “*inferencia lejana*”. Por otro lado, se percibe un cierto

desfase de la tabla anterior respecto a los fallos esperados que se obtendrían de la diferencia (total-aciertos) de cada subcompetencia en la tabla “Tipos de Aciertos”.

En cuanto a los errores que se han deslizado en el planteamiento de la actividad, aparecen algunos que ha identificado la literatura especializada: confusión fuerza con trabajo, energía...; utilización inadecuada de potencia en lugar de fuerza aplicada; confusión peso-masa... Obviamente esperábamos una menor presencia de estos en nuestros estudiantes. Es probable que se deban más a un descuido en el lenguaje que a concepciones realmente equivocadas.

### 5.3.2. Subproblema Principal SP2.2

Vamos a describir en unas Tablas algunos de los resultados obtenidos en la Cuestión que pedía el diseño de una prueba experiencial para evaluar el aprendizaje del alumnado, a partir de la tira de un cómic. La pregunta fue contestada por 97 (todos excepto A45); hay otro alumno (A67) que realiza parcialmente el ejercicio.

Las subcompetencias que debían aparecer en las preguntas planteadas eran las siguientes:

- OR: Observación por relato
- OC: Observación por contraste / comparación
- IO: Interpretación de una observación
- IP: Interpretación de una predicción
- IA: Interpretación de una aplicación
- P: Predicción
  - Pcon: Predicción con todos los elementos observables
  - Psin: Predicción sin todos los elementos observables
- A: Aplicación

#### SP2.2.1. ¿Se ajustan a los requisitos planteados en la actividad?

En este caso, eran menores las condiciones establecidas en el enunciado. Respecto a una de ellas, el número de preguntas exigidas, se recogen los datos en la Tabla 5.14.

Condiciones Enunciado (Nº de preguntas)	
Pone 0 preguntas	1 alumno
Pone 4 preguntas	1 alumno
Pone 5 preguntas	6 alumnos
Pone 6 preguntas	12 alumnos
Pone 7 preguntas	13 alumnos
Pone 8 preguntas	15 alumnos
Pone 9 preguntas	13 alumnos
Pone 10 preguntas	8 alumnos
Pone 11 preguntas	16 alumnos
Pone 12 preguntas	5 alumnos
Pone 13 preguntas	4 alumnos
Pone 14 preguntas	2 alumnos
Pone 16 preguntas	1 alumno

Tabla 5.14. Ajuste al enunciado

Entre los alumnos que no llegaron al mínimo de 7 preguntas estaban: el mencionado A67 con ninguna; un alumno (A39) con cuatro; seis (A8, A21, A55, A69, A73 y A94) con cinco preguntas; y doce (A4, A9,

A44, A45, A49, A52, A60, A68, A76, A77, A80 y A83) con seis. Es decir, un 20% no llegaron a plantear las que les exigíamos.

Por otro lado, hubo 28 alumnos que sobrepasaron el número máximo de diez preguntas que se pedían: dieciséis alumnos (A3, A12, A13, A15, A26, A41, A47, A54, A56, A64, A65, A86, A90, A93, A95 y A96) con 11 preguntas; cinco (A6, A11, A20, A22 y A30) con doce; cuatro alumnos (A19, A32, A34 y A38) con trece; dos (A24 y A91) con 14 preguntas; y uno (A98) con 16 preguntas. Vamos a poner algunas:

Alumno 13

- *¿Qué ha hecho el profesor con la anilla?*
- *¿Por qué crees que ha hecho esto?*
- *¿Qué ha hecho el profesor en el primer caso?*
- *¿En cuál de los tres casos ha colocado el profesor más pesas?*
- *¿En cuál de los tres casos crees que se ha realizado mayor esfuerzo?*
- *¿Por qué crees eso?*
- *¿Qué crees que pasaría si le quitas las ruedas al carro?*
- *¿Por qué crees que pasaría eso?*
- *¿Qué crees que pasaría si elevamos la rampa hasta la parte más alta y volvemos a desplazar el carrito por la barra?*
- *¿En qué se diferencia esta rampa con la de los playmobils?*
- *¿Cómo podrías subir 20 cajas a un camión?*

Alumno 20

- *¿Qué ha tardado más en bajar, la pelota o el carrito?*
- *¿Por qué crees que ocurre esto?*
- *¿Quién ha marcado más la arena?*
- *¿Por qué crees que ocurre esto?*
- *¿Qué ha ocurrido cuando ha bajado el carrito y la pelota?*
- *¿Qué pasaría si inclinásemos más la rampa, es decir, en vez de 3 libras fuesen 4 libras?*
- *¿Por qué crees que ocurre?*
- *¿Qué pasaría si encima del carrito le pusiésemos una pelota?*
- *¿Por qué crees que ocurre?*
- *¿Qué pasaría si pusiésemos una rampa más larga?*
- *¿Por qué crees que ocurre?*
- *¿En tu vida diaria bajas alguna rampa?*

Alumno 34

- *¿Qué ha ocurrido al poner tres pesas en un extremo de la cuerda?*
- *¿Por qué?*
- *¿En cuál de las tres experiencias has realizado más esfuerzo?*
- *¿Por qué?*
- *¿Qué ocurriría si pusiésemos ocho pesas?*
- *¿Por qué?*
- *¿En qué situaciones de nuestra vida cotidiana podríamos utilizar la polea?*
- *¿Qué ocurriría si pusiésemos una única pesa?*
- *¿Por qué?*
- *¿Qué ocurriría si no introdujésemos correctamente el hilo en la garganta?*
- *¿Por qué?*
- *¿Qué has observado al finalizar todas las experiencias?*
- *¿Por qué crees que ocurre eso?*

Uno de los errores más habituales en este tipo de pruebas es que los estudiantes las confunden con la impartición de una clase o la realización de una actividad práctica o de laboratorio. A pesar de nuestra insistencia -en un examen no se facilita información y en una clase sí; sólo hay que decir “estad muy atentos porque sólo lo voy a hacer una vez”; el alumno no manipula ni toca nada, observa lo que hace el maestro y responde las preguntas...- parece que no fue suficiente. En la Tabla 5.15 mostramos los alumnos que plantean una prueba experiencial y una clase.

Diseña una prueba experiencial		
Adecuada	Plantea una clase	Plantea una clase y confunde con una máquina
30 / 97	58 / 97	9 / 97

Tabla 5.15. Prueba o clase

Menos de un tercio del grupo plantea una prueba experiencial adecuadamente sin incurrir en el error de plantear una clase, estos son:

- Dieciocho alumnos (A12, A15, A17, A18, A19, A27, A28, A29, A30, A32, A36, A40, A51, A54, A56, A68, A69 y A95) realizaron la Polea
- Once (A1, A16, A22, A25, A42, A53, A58, A66, A77, A82 y A93) realizaron la Rampa.
- Un alumno (A3) realizó la Palanca.

Hubo nueve alumnos (A5, A10, A20, A24, A41, A65, A75, A89 y A96) que, además de plantear una clase, utilizan una rampa pero no como una máquina (dejan caer el objeto).

En cuanto a la descripción de la prueba de aquellos alumnos que plantean adecuadamente la experiencia, lo hacen indicando de uno a tres montajes, como recogemos en la Tabla 5.16.

Descripción (Número de montajes)		
Nº de montajes	Nº alumnos	Alumnos
Uno	15	A15, A16, A17, A18, A30, A32, A36, A54, A56, A68, A69, A77, A82, A93, A95
Dos	12	A1, A3, A12, A19, A22, A25, A28, A29, A40, A42, A53, A66
Tres	3	A27, A51, A58

Tabla 5.16. Número de montajes utilizados

El hecho de usar más de un montaje era una recomendación que se les realizó durante el desarrollo de las clases. El motivo es que, para un alumno de Educación Primaria, es más fácil describir una observación por contraste (con dos o más montajes ya que puede hablar de “el montaje o tubo 1 tiene más... que...”, “el montaje o tubo 1 tiene menos--- que...”, “tiene igual... que ...”. Un ejemplo de representación con tres montajes se recoge en la Figura 5.8.



Figura 5.8. Ejemplo de representación de montajes (con 3 dibujos) del alumno A27

Además, como se indica en la Tabla 5.17, la mayoría de estos alumnos representa la prueba con un dibujo. Es el caso de todos excepto dos de ellos, los alumnos A18 y A68.

Descripción (Representa con dibujo)	
Si	No
28 / 30	2/ 30

Tabla 5.17. Dibujo de montajes utilizados

Los dibujos tampoco eran obligatorios pero los sugeríamos para explicar científicamente en qué consistía la experiencia que realizarían delante del alumnado. Además, sobre ellos, resultaba más sencillo representar las fuerzas intervinientes, dónde estaban aplicadas, la dirección de la interacción...

En cuanto a la identificación de fuerzas y elementos, según el tema escogido, de los 30 alumnos que diseñaron una prueba de forma adecuada (es decir, una “auténtica” prueba experiencial”), recogemos la información en las Tablas 5.18 (polea) y 5.19 (rampa). El único alumno que realizó correctamente una prueba de la palanca no identificó ninguna fuerza; por ello, no incorporamos su tabla.

Identificación en la descripción (Polea)			
Identifica	No identifica	Nº alumnos	Alumnos
NADA	F, R, P <sub>polea</sub> , T <sub>clip</sub>	8	A15, A17, A18, A19, A27, A36, A54, A95
NADA	F, R, P <sub>polea</sub> , T <sub>clip</sub> , M	5	A28, A32, A40, A68, A69
R	F, P <sub>polea</sub> , T <sub>clip</sub> , M	2	A12, A56
F, R	P <sub>polea</sub> , T <sub>clip</sub>	2	A29, A30
F, R	P <sub>polea</sub> , T <sub>clip</sub> , M	1	A51

Tabla 5.18. Identificación de fuerzas en la prueba de la polea

A la vista de los resultados, podemos decir:

- Hubo 13 alumnos que no identificaron ninguna de las fuerzas. No obstante, entre sí, también había diferencias: unos realizaban la fuerza manualmente y otros mediante un muelle (M).
- Hubo 2 que identificaron solamente R y lo hicieron sin flecha.
- Los 3 alumnos que identificaron F y R lo hicieron diferente. Así, A30 lo hizo correctamente indicando las fuerzas con flechas; A29 puso ambas sin flechas; y A51 omitió la flecha sólo en F.

Identificación en la descripción (Rampa)			
Identifica	No identifica	Nº alumnos	Alumnos
NADA	F, R, N, $\alpha$ , M	4	A22, A42, A66, A77
NADA	F, R, N, $\alpha$	2	A53, A58
$\alpha$	F, R, N, M	2	A16, A93
$\alpha$	F, R, N	2	A25, A82
F, R, $\alpha$	N, M	1	A1

Tabla 5.19. Identificación de fuerzas en la prueba de la rampa

A la vista de los resultados, podemos decir:

- Hubo 6 alumnos que no identificaron ninguna de las fuerzas. Como en el anterior, hubo quienes hicieron el esfuerzo manualmente y otros emplearon un muelle.
- Hay cuatro alumnos que sólo identificaron ‘ $\alpha$ ’, dos sin muelle y otros dos con muelle.
- Sólo uno (A1) identifica ‘ $\alpha$ ’ y también las fuerzas F (con flecha) y R (sin flecha).

Hemos de señalar que 20 de los 30 alumnos que diseñan correctamente la prueba experiencial no identifican nada. Y que ningún alumno identifica completamente todas las fuerzas que intervienen en sus pruebas. Son datos ciertamente preocupantes y poco previsibles a la vista de los resultados del Capítulo anterior. Parece que sus conocimientos científicos no han sido capaces de transferirlos a una cuestión didáctica. Una prueba más de que “el que sabe, no tiene por qué saber enseñar”.

En relación al protocolo que iban a usar en la aplicación de la prueba experiencial y referido sólo a los 30 que diseñaron una prueba, hemos considerado adecuado aquél que sólo trata de llamar la atención de los niños y que la información que da es necesaria para que alguien que sólo observa sin tocar, pueda responder las preguntas que se les plantea. En la Tabla 5.20, aparecen los resultados.

Protocolo (Sólo una vez)		Protocolo (incluye cosas de más)	
Si	No	Si	No
22 / 30	8 / 30	12 / 30	18 / 30

Tabla 5.20. Protocolo de la prueba experiencial

Hubo casi tres cuartos de los alumnos que plantearon una prueba experiencial que dijeron que “lo haré una sola vez” pero, de ellos, sólo 18 dicen lo adecuado (A12, A15, A16, A17, A18, A22, A27, A28, A32, A36, A42, A51, A58, A66, A69, A82, A93 y A95). Entre los más adecuados estarían:

- *En protocolo de aplicación (A12): “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 sólo repetiremos la experiencia una sola vez.”*
- *En protocolo de aplicación (A16): “Cada una de las experiencias las 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.”*

Otros, además de advertir que lo realizarían una vez, dijeron más cosas en el protocolo de aplicación.

- *Valores de alargamiento del muelle en descripción de la experiencia (A68): “En los dos casos medimos lo que se alarga el muelle y se lo mostramos y comunicamos a los alumnos...”*

Sin embargo, ocho alumnos (A3, A15, A28, A32, A53, A58, A66 y A95), a pesar de lo que reiteradamente habíamos realizado en clase, no dijeron nada de que sólo lo hacían una vez.

Por otro lado, hubo alumnos que añadieron al protocolo más indicaciones de las necesarias. Esto nos preocupa porque se trata de un error que desvirtúa bastante el sentido de una prueba experiencial. En la Tabla 5.21 se recogen el tipo de “cosas de más” de los protocolos.

Protocolo (Tipos de cosas de más incluidas)		
Tipo	Tema	Alumnos
Nombra elementos de la rampa	Rampa	A1
Explica completamente de la experiencia	Palanca	A3
Da valores de los pesos	Polea	A19, A40
Da medidas con dinamómetro y ángulos	Rampa	A25
Realiza una comparativa 70-70 con 70-100	Polea	A29
Da explicaciones sobre qué es una polea	Polea	A30
Da valores de F en los dos casos	Rampa	A53
Da valores del tiempo de subida	Polea	A54
Explica detalladamente lo que hace	Polea	A56
Da valores de alargamiento de los muelles	Polea	A68
Da más información sobre lo que es una rampa	Rampa	A77

Tabla 5.21. Exceso de información en los protocolos de las pruebas experienciales

Siguiendo con el protocolo, el aplicador debía dar información o indicación sobre algunos elementos que intervenían. En la Tabla 5.22 se recogen las respuestas adecuadas en el tema de la Polea.

Protocolo (Condiciones tema de la Polea)		
Condiciones	Nº alumnos	Alumnos
No (no es necesario)	5	A17, A18, A30, A32, A95
No (muelles iguales)	2	A12, A51
No (no es necesario, mismo muelle)	2	A68, A69
No (no es necesario; se pueden observar)	1	A27
No (no es necesario; describe elementos)	1	A36
No (no es necesario; R distinto)	1	A54
No (no es necesario; valores de R)	1	A56
Si	4	A19, A28, A29, A40
Si (menciona elementos)	1	A15

Tabla 5.22. Información adecuada de las condiciones en las pruebas de poleas

Había casos que no era necesario ya que se podía apreciar que usaba el mismo muelle, la misma resistencia... o porque las diferencias “saltaban a la vista” (colgaba distinto número de pesas, objetos de diferente peso...). Sólo en cinco casos dieron información y ésta era necesaria.

En la misma línea, en la Tabla 5.23 se recogen las condiciones de los once alumnos que plantean una prueba experiencial adecuada con el tema de la Rampa.

Protocolo (Condiciones tema de la Rampa)		
Condiciones	Nº alumnos	Alumnos
No (no es necesario; muelles y R iguales)	4	A1, A22, A25, A42
No (no es necesario)	2	A16, A82
No (muelles iguales)	1	A53
No (no es necesario, mismo muelle)	1	A77
No (no es necesario, mismo muelle y R)	1	A93
Si (gesticula esfuerzo)	1	A58
Si (muelles iguales)	1	A66

Tabla 5.23. Información adecuada de las condiciones en las pruebas de rampas

Como, en las pruebas experienciales de las poleas, hubo casos –aunque siempre minoritarios- que no era necesario dar más explicaciones. Entre los que no dieron información, uno la daba de tipo gestual (expresando con gestos si el esfuerzo era menor o mayor) y el otro usaba unos muelles que, a simple vista, se aprecian las diferencias (el uso de muelles nos parece más adecuado por cuanto la fuerza aplicada queda reflejada por el alargamiento del dispositivo).

En cuanto a las condiciones del alumno que planteaba una prueba experiencial adecuada con el tema de la Palanca, no era necesario porque usaba un solo muelle y una palanca.

### SP2.2.2. ¿Qué aciertos tienen a la hora de identificar subcompetencias?

En la Tabla 5.24 se recogen el número de preguntas bien planteadas y en las que el futuro maestro acierta las subcompetencias correspondientes. Para no sobrecargar la Tabla, hemos omitido los alumnos que no han acertado ninguno.

Número de preguntas ACERTADAS		
Nº aciertos	Nº alumnos	Alumnos
0 aciertos	27	[...]
1 acierto	4	A27, A60, A61, A77
2 aciertos	5	A11, A45, A46, A47, A62
3 aciertos	9	A33, A39, A50, A54, A63, A68, A79, A90, A96
4 aciertos	9	A4, A17, A18, A36, A37, A48, A69, A70, A80
5 aciertos	8	A1, A7, A15, A28, A51, A58, A66, A83
6 aciertos	6	A5, A10, A14, A56, A95, A97
7 aciertos	14	A3, A12, A13, A16, A23, A25, A40, A41, A64, A71, A82, A86, A89, A98
8 aciertos	3	A22, A72, A93
9 aciertos	5	A20, A30, A34, A65, A81
10 aciertos	3	A26, A38, A91
11 aciertos	2	A19, A24
13 aciertos	1	A32

Tabla 5.24. Aciertos en las subcompetencias de las preguntas planteadas

A la vista de los resultados, podemos decir que:

- Hay 96/97 alumnos que plantean preguntas. De los que no tienen ningún acierto, se ha quitado a uno (A67) por tener incompleta la prueba y no contemplar ninguna pregunta.
- Los alumnos, con más de 7 preguntas acertadas (se pedían entre 7 y 10), constituyen casi el 30% de los participantes. Hay dos que aciertan todas las subcompetencias de las preguntas:

Alumno 32

- De las poleas 1 y 3. ¿En cuál has notado que se ha hecho más fuerza al tirar del muelle?
- ¿Por qué crees que ocurre eso?
- ¿Qué pasaría si al tercer vaso le añadimos una pesa más?
- ¿Por qué ocurre eso?
- Si comprobáramos el tiempo que tardan en subir los vasos. ¿Cuál de los tres tardaría menos en subir?
- ¿Por qué ocurre eso?
- Al tirar del muelle en la polea 2 y 3. ¿En cuál de ellos el muelle ha estirado más?
- ¿Por qué ocurre eso?
- Al tirar del muelle en la polea 1 y 3. ¿En cuál de ellas el muelle ha estirado más?
- ¿Por qué crees que ocurre esto?
- ¿Se estiraría más el muelle al ponerle a un vaso cinco pesas?
- ¿Por qué ocurre eso?
- Dime alguna máquina que se utilice en la vida diaria con el mismo sistema de la polea

Alumno 81

- En la experiencia 1, ¿cuándo has hecho más esfuerzo, con la cajita vacía o con la cajita llena de piedras?
- ¿Por qué crees que ocurre esto?
- ¿Cuándo haré menos esfuerzo, cuando la caja esté vacía o cuando esté llena?
- ¿Por qué crees que ocurre esto?
- En la experiencia 2, ¿cuándo has realizado más esfuerzo, con mucha inclinación de la rampa o con poca?
- ¿Por qué crees que ocurre esto?
- ¿Qué crees que pasaría si le pusiéramos ruedas a la cajita?
- ¿Por qué crees que los repartidores de las tiendas utilizan una rampa para meter la mercancía pesada al camión?
- ¿En qué situaciones de la vida cotidiana podemos utilizar la rampa?

- En sentido contrario, encontramos que el 55% de los participantes tienen menos de 4 aciertos y casi el 30% no tiene ningún acierto.

En la Tabla 5.25 se recogen el tipo de aciertos (subcompetencias acertadas); se indican el número de aciertos, el número de veces que se señala dicha subcompetencia por nuestros estudiantes; y el porcentaje que supone de aciertos.



Tipos de Aciertos			
Subcompetencias	Aciertos	Total	%
Observación por relato	0	83	0%
Observación por comparación/contraste	51	113	45%
Interpretación de una observación	100	153	65%
Interpretación de una predicción	45	59	76%
Interpretación de una aplicación	2	5	40%
Predicción	82	90	91%
Predicción con elementos observables	8	18	44%
Predicción sin elementos observables	23	45	51%
Aplicación	74	97	76%
Medición	0	24	0%
Interpretación de Medición	0	4	0%
Realización de montajes	0	5	0%
Representación	0	5	0%
Conjetura	0	2	0%
Metaconocimiento	0	1	0%
Establecimiento de conclusiones	0	1	0%
Valoración de la experiencia	0	1	0%

Tabla 5.25. Tipos y número de aciertos en subcompetencias

A la vista de los resultados, podemos decir que:

- Con bastante diferencia sobre el resto, la subcompetencia más utilizada es la interpretación de una observación. Seguidamente, aunque en un nivel inferior, destacamos -por orden de mayor a menor uso- tres subcompetencias que utilizan los alumnos: observación por contraste, aplicación y predicción.
- Las subcompetencias con menor frecuencia son el metaconocimiento, el establecimiento de conclusiones, la valoración de la experiencia y la conjetura.
- Las más acertadas son, por este orden, predicción, aplicación e interpretación de predicción.
- La más problemática (en las que plantean más de cinco preguntas) es la observación por relato, aunque la mayoría identifican la observación sin especificar si es o no de este tipo.

### SP2.2.3. ¿Qué dificultades tienen a la hora de utilizar subcompetencias?

En la Tabla 5.26, hemos recogido el número de preguntas falladas en sus pruebas.

Número de preguntas FALLADAS		
Nº fallos	Nº alumnos	Alumnos
0 fallos	2	A32, A81
1 fallo	5	A5, A26, A39, A69, A83
2 fallos	13	A1, A4, A14, A16, A19, A51, A65, A71, A72, A80, A82, A89, A97
3 fallos	14	A10, A20, A23, A24, A25, A28, A30, A38, A40, A48, A58, A68, A70, A93
4 fallos	14	A3, A7, A12, A13, A17, A22, A34, A37, A41, A45, A64, A66, A86, A91
5 fallos	10	A8, A18, A21, A55, A56, A60, A73, A77, A94, A95
6 fallos	11	A9, A15, A36, A44, A46, A49, A52, A62, A63, A76, A79
7 fallos	11	A2, A27, A31, A33, A35, A42, A43, A50, A53, A74, A88
8 fallos	10	A29, A54, A57, A61, A78, A84, A85, A87, A90, A96
9 fallos	3	A47, A75, A98
10 fallos	2	A11, A92
12 fallos	1	A6

Tabla 5.26. Fallos en las subcompetencias de las preguntas planteadas

Aunque inicialmente podríamos pensar que es la misma tabla que la anterior, no coinciden ya que hubo cuestiones con más de una subcompetencias; errores por omisión (falta alguna subcompetencia); errores por exceso (sobra alguna subcompetencia)...

- Los dos alumnos sin fallos y otros dos (A5 y A26) con un fallo ponen en su prueba al menos 7 preguntas, número mínimo que se pedía en el enunciado.

Alumno 26

- ¿Qué coche pesa más?
- ¿Qué coche pesa menos?
- ¿Con qué coche se ha estirado más el muelle y por tanto hemos hecho más fuerza?
- ¿Por qué crees que ocurre esto?
- ¿Con qué coche se ha estirado menos el muelle y por tanto hemos hecho menos fuerza?
- ¿Por qué crees que ocurre esto?
- ¿Cuánta fuerza hemos hecho con el coche 2? (el número que hemos señalado)
- Si añadimos 10g más a cada coche, ¿Con cuál haríamos más fuerza? ¿Y menos?
- ¿Por qué?
- Si añadimos 10g más sólo al coche 2, ¿tendríamos que hacer más o menos fuerza para desplazarlo?
- Vamos a hacer una carrera mi padre y yo subiendo la cuesta que hay detrás de mi casa. Él dice que como yo peso menos me costará más subirla, ¿crees que tiene razón?

- La mitad del grupo (48/96) tiene más de 4 fallos. Casi la mitad de los alumnos tienen fallos que superan el 50% de las preguntas que plantean, lo que nos resulta excesivamente preocupante.

En cuanto al tipo de fallos, en el Tabla 5.27 se recogen los que hemos encontrado. En la primera fila se exponen las respuestas de los alumnos; hemos incluido las categorías “NADA” (la respuesta del alumno no contempla subcompetencias), “OTRA” (la respuesta alude a otras subcompetencias) y “SC” (no contesta). Y en la primera columna, los que consideramos deseables.

↓Deseable	Pone													TOTAL
	OR	OC	IO	IP	IA	P	Pcon	Psin	A	NADA	OTRA	SC		
Observación por Relato (OR)	*	1	0	0	0	0	0	0	1	1	9	0	12	
Observación por Contraste (OC)	47	*	1	0	0	3	0	0	0	0	8	3	62	
Interpretación de Observación (IO)	12	8	*	0	0	2	0	0	0	7	12	8	49	
Interpretación de Predicción (IP)	0	0	2	*	0	0	0	0	0	6	1	1	10	
Interpretación de Aplicación (IA)	0	0	0	0	*	0	0	0	0	1	0	1	2	
Predicción (P)	0	0	1	0	0	*	0	0	0	0	5	2	8	
Predicción con elementos obs. (Pcon)	1	0	0	2	0	1	*	2	0	0	4	0	10	
Predicción sin elementos obs. (Psin)	2	1	0	1	0	2	4	*	2	2	3	5	22	
Aplicación (A)	3	1	0	2	0	2	0	0	*	2	5	8	23	

Tabla 5.27. Tipos de fallos encontrados (continúa).

↓Deseable	Pone												TOTAL
	OR	OC	IO	IP	IA	P	Pcon	Psin	A	NADA	OTRA	SC	
Medición	15	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	24
Representación	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	5
Valoración experiencia	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Realización de montaje	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	5
Establecimiento de conclusiones	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Interpretación de Medición	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	4
Conjetura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Metaconocimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
NADA	1	0	1	0	0	0	0	0	0	10	11	119	142
<b>TOTAL</b>	<b>85</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>63</b>	<b>147</b>	<b>383</b>

Tabla 5.27 (continuación). Tipos de fallos encontrados

A la vista de los resultados podemos decir:

- En cuanto a la Observación por relato (OR u O\*) más de la mitad de los fallos (47/85) se confundían con observación por contraste (OC). También hubo confusiones con medición (M). En algo más del 75% de los casos (47/62) indican cualquier tipo de observación (O\*) cuando deben especificar una pregunta de tipo observación por contraste (OC).

Ejemplos de preguntas planteadas	El 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
¿Cuántos centímetros se estira el muelle con la inclinación de tres libros? (A7)	O*	M
¿En qué caso se ha alargado más el dinamómetro? (A25)	O*	M

- En cuanto a las Interpretaciones (de observaciones y predicciones) hay algunas confusiones pero no están muy definidas. A la hora de identificar una interpretación de una observación, los alumnos suelen confundirla por igual con una observación u otra cosa que no es una subcompetencia, lo que globalmente entre ambas es un porcentaje cercano al 50%. En el 60% de los casos (6/10) cuando deben poner interpretación de predicciones ponen otra cosa que no es una subcompetencia o, como fallo menor no contemplado en la tabla, ponen simplemente una interpretación.

Ejemplos de preguntas planteadas	El alumno pone	Debería poner
¿Por qué crees que pasaría eso? (A3)	IO	IP
En relación a lo ocurrido con los garbanzos, ¿influye el número de garbanzos en el esfuerzo que realizas? (A72)	IO	OC
¿Tiene alguna ventaja la utilización de una polea? (A56)	IP	A
¿Y si fuese totalmente vertical? (A93)	IP	Pcon

- En cuanto a las predicciones, las mayores confusiones se localizan en la constatación de que los elementos sean observables o no. Tampoco están muy definidas. Algo más del 60% de los casos (5/8) en los que deben identificar una predicción (P) ponen otra cosa que no es una subcompetencia. En los pocos casos en los que no indican correctamente una predicción con todos los elementos observables (Pcon), en un 40% de los casos (4/10) lo hacen confundiendo con otra cosa que no es una

subcompetencia. En el momento de identificar una predicción sin todos los elementos observables (Psin) suelen equivocarse en un 23% de las veces (5/22) con una subcompetencia de las que aparecían en la prueba del cómic o bien, en un 18% de las veces (4/22) con una predicción con todos los elementos observables (Pcon).

Ejemplos de preguntas planteadas	El alumno pone	Debería poner
¿Qué ocurriría si en vez de arena, llenamos el vaso de piedras? (A15)	Pcon	Psin
¿Qué crees que ocurrirá si añado más libros a la experiencia 1? (A22)	Pcon	Psin
¿Qué ocurriría si pusiésemos una única pesa? (A34)	Psin	Pcon
¿Qué ocurriría si no introdujésemos correctamente el hilo en la garganta? (A34)	Psin	Pcon

- Las pocas preguntas de tipo interpretación de aplicación (IA) son confundidas con una interpretación sin especificar u otro tipo de subcompetencia. Y cuando deben de indicar que la pregunta es de tipo aplicación normalmente utilizan una subcompetencia de las que aparecían en la prueba del cómic (casi el 35%) o bien, cercano al 20% de los casos, indican algo que no es una subcompetencia.

- Más del 60% de los casos (15/24) confunden medición con una observación.

- El resto de subcompetencias tienen una frecuencia muy escasa con respecto a las anteriores y, en la mayoría de los casos, en ellas los alumnos no contemplan ninguna subcompetencia. Hay un número muy elevado de preguntas que no contemplan ninguna subcompetencia, por encima del 80% de ellas (119/142) los alumnos indican una subcompetencia de las que se identificaban en el cómic (identificación de ideas, significado de término, significado de expresión, inferencia cercana o lejana).

#### SP2.2.4 ¿Qué errores conceptuales han tenido en el diseño de la prueba experiencial?

En las Tablas 5.28 y 5.29, recogemos los errores cometidos en las cuestiones que aparecían en sus pruebas experienciales. Como dijimos, había dos opciones (excluimos las de la palanca); luego cada una recoge los resultados de una de las opciones. En la primera, identificamos los errores realizados en la prueba que se refería al aprendizaje de la polea, su frecuencia y los alumnos que los cometieron.

Errores conceptuales (Polea)		
Error cometido	Nº alumnos	Alumnos
Carácter vectorial	44	A4, A8, A12, A14, A15, A17, A19, A23, A27, A28, A29, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A43, A45, A47, A48, A51, A52, A54, A55, A56, A57, A61, A64, A69, A70, A71, A72, A80, A83, A84, A86, A88, A95, A98
Confusión objeto / peso	29	A2, A4, A11, A12, A14, A18, A23, A28, A29, A32, A34, A37, A39, A40, A47, A48, A52, A55, A57, A61, A64, A68, A70, A72, A74, A83, A86, A88, A92
Confusión peso / masa	9	A12, A19, A29, A40, A47, A56, A57, A74, A83
Concepto de máquina	6	A17, A31, A38, A62, A92, A94
Confusión volumen / masa o peso	3	A51, A54, A86
Confusión polea / máquina	2	A62, A73
Confusión alargamiento / fuerza	1	A14
"Con toda mi fuerza"	1	A17
Confusión dinamómetro / balanza	1	A27
Concepto de resistencia	1	A74
Tensión máxima dinamómetro	1	A88
Confusión Ley de la Polea	1	A94

Tabla 5.28. Confusiones conceptuales en las pruebas de poleas

Como se puede apreciar, el error más extendido es el del carácter vectorial de las fuerzas que sostiene el 80% de aquellos que realizan la prueba experiencial sobre la polea. Mostramos, en la Figura 5.9, los ejemplos de A4 y A32 para este tipo de error.

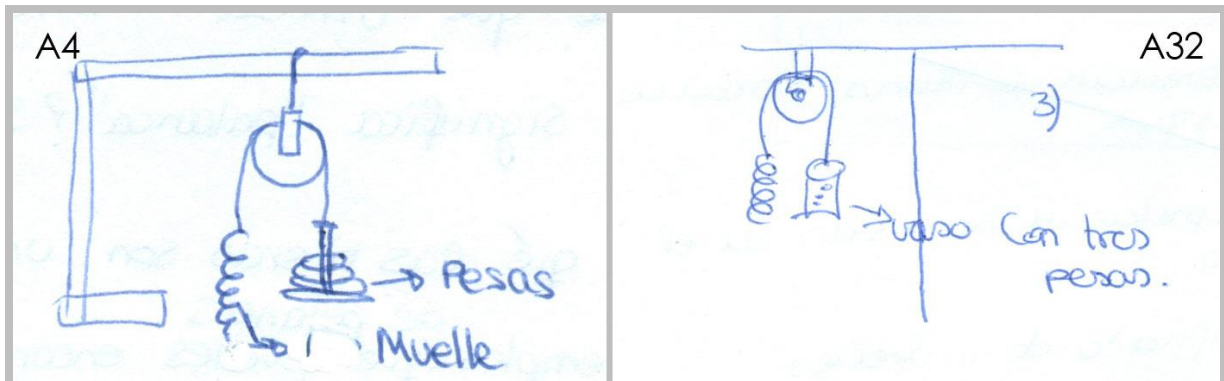


Figura 5.9. Ejemplos de errores en la prueba experiencial (polea) de los alumnos A4 y A32

Hubo otro grupo importante, más de la mitad de los que eligieron la polea, que confundió “peso-cuerpo u objeto”, de los cuales mostramos los siguientes ejemplos a continuación:

- *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 extremos el muelle con el que vamos a medir el esfuerzo que hacemos para levantarlo.”

Aunque es cierto que había errores conceptuales, también lo es que existía una falta de preocupación por cuidar el leguaje en la comunicación.

La segunda se refiere a los errores realizados en la prueba que se refería al aprendizaje de la rampa. En la Tabla 5.29 se recogen los datos, con los mismos criterios.

Errores conceptuales (Rampa)		
Error cometido	Nº alumnos	Alumnos
Carácter vectorial	32	A1, A5, A6, A7, A10, A13, A16, A20, A21, A22, A24, A25, A26, A41, A42, A44, A49, A50, A53, A58, A66, A77, A78, A79, A81, A82, A89, A90, A91, A93, A94, A96
Confusión objeto / peso	12	A7, 13, A16, A21, A46, A49, A65, A77, A79, A81, A82, A85
Confusión rampa/máquina	12	A5, A10, A20, A24, A41, A46, A63, A65, A75, A89, A93, A96
Confusión peso / masa	3	A1, A26, A85
Confusión cantidad de objeto / peso	1	A6
Confusión fuerza/energía	1	A9
Confusión volumen/masa	1	A65
Concepto de máquina	1	A87

Tabla 5.29. Confusiones conceptuales en las pruebas sobre rampas

Para aquellos que eligieron la rampa, se sigue manteniendo como principal errata el carácter vectorial de las fuerzas, en un porcentaje por encima del 80%. Ejemplos de este tipo de error se muestran en la Figura 5.10 para los alumnos A1 y A20.

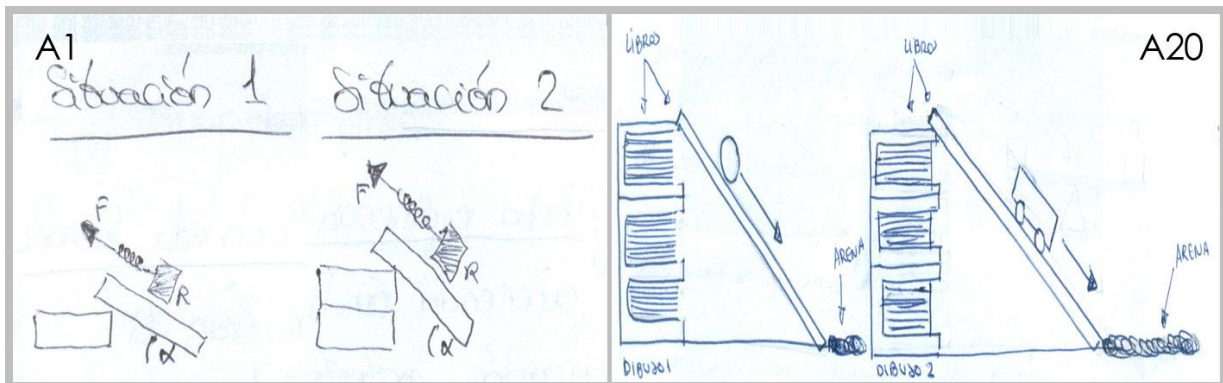


Figura 5.10. Ejemplos de errores en la prueba experiencial (rampa) de los alumnos A1 y A20

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 (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.”*
- *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.”*

No sintetizamos los resultados referidos a las palancas por ser muy limitado el número de los que escogieron esta máquina.

## Conclusiones del SP22

La prueba que les planteábamos, consistía en que debían diseñar una prueba experiencial para valorar los conocimientos de los alumnos. Debían tener entre 7 y 10 ítems; además podían elegir una entre dos temas –dos máquinas simples- y especificar las subcompetencias de cada una de las preguntas planteadas.

El problema principal de la prueba fue que no llegaron a un tercio (30/97) los que realmente plantearon una prueba experiencial. Una gran mayoría respondieron como si tuvieran que impartir una clase y no pasar una prueba. Incluso, algunos (9/97) que escogieron una rampa, dejaban caer objetos, lo que hacía que no actuara como máquina.

En cuanto al número de cuestiones no se ajustaron en ambos sentidos: una quinta parte no llegó al mínimo establecido y más de la cuarta parte planteó más del máximo. A pesar de las recomendaciones de que se usaran más de un montaje (la observación por contraste parece que es más fácil que por relato) sólo la mitad de los 30 utilizaban más de un montaje. No obstante, respecto a otra sugerencia que el profesor realizó, casi todos emplearon dibujos explicativos; ahora bien, al señalar las fuerzas intervinientes en las poleas y en las rampas, sólo una tercera parte de los 30 identifican  $F$ ,  $R$ ,  $\alpha$  (en las rampas)...

En cuanto al protocolo para pasar la prueba, se ajustaron a la advertencia “estad atentos porque la experiencia la realicé una sola vez” (22/30), aunque existió una cierta tendencia a incluir información innecesaria o a dar datos que faciliten una determinada respuesta.

A la hora de analizar las preguntas planteadas, no tuvimos en cuenta si la prueba estaba bien planteada; sólo las cuestiones planteadas y las subcompetencias asociadas. En cuanto a los aciertos, los alumnos con más de 7 preguntas acertadas constituyeron más del 30% de los participantes. Las preguntas que más propusieron eran las de “interpretación de una observación”, “observación por contraste”, “aplicación” y “realización de predicciones” y en este orden. Sin embargo, las que porcentualmente fueron más acertadas eran “realización de predicciones”, “interpretación de una observación”, “interpretación de una observación” y “aplicación”.

En cuanto a las que presentan errores o simplemente falladas, sólo unos pocos (4/97) no tienen fallos o sólo tienen uno. Las confusiones más habituales se dan entre “observación por contraste” y “observación por relato”; “interpretación de observación” con “observación por relato” y con “observación por contraste”; y, por último, entre “observación por relato” y “medición”.

En cuanto a los errores que se han deslizado en el planteamiento de la actividad, aparecen algunos que ha identificado la literatura especializada: 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... Obviamente esperábamos una menor presencia de estos en nuestros estudiantes. Es probable que se deban más a un descuido en el lenguaje que a concepciones realmente equivocadas.

#### 5.4. CONCLUSIONES

Nuestro trabajo tenía como objetivo central el análisis del conocimiento didáctico del alumnado en relación con unas actividades –una de enseñanza y otra de evaluación- sobre el tema “Dispositivos y máquinas mecánicas” y nos planteamos cuatro Subproblemas Principales en cada una de ellas:

SP2.1.1. ó SP2.2.1 ¿Se ajustaban las propuestas de los futuros maestros a los requisitos planteados en la actividad?

SP2.1.2 ó SP2.2.2. ¿Qué aciertos tuvieron a la hora de identificar subcompetencias?

SP2.1.3 ó SP2.2.3. ¿Qué dificultades tenían a la hora de utilizar subcompetencias?

SP2.1.4 ó SP2.2.4. ¿Qué errores conceptuales han tenido en el desarrollo de la actividad de enseñanza?

En el contexto del examen final de la asignatura, debían realizar una actividad a partir de un cómic sobre una de las máquinas simples (palancas, poleas, rampa) o la ley de Hooke, que previamente habían estudiado. Por otro lado, debían plantear una prueba de evaluación de conocimientos de niños de Primaria a partir de una experiencia (prueba experiencial). En total tenemos 97 exámenes (uno fue desechado porque no contestó).

Hemos descrito y analizado las respuestas, manteniendo la diferenciación de las actividades. Por ello, a la hora de establecer conclusiones, también las mantendremos. Como en el Capítulo anterior, hemos calculado el porcentaje de aciertos de subcompetencias ( $n^{\circ}$  de aciertos /  $n^{\circ}$  total de cuestiones planteadas) y hemos establecido unos intervalos para facilitar la descripción.

En las Tablas 5.30 y 5.31 se recogen los valores y distribución en cada prueba. Hemos cambiado la categorización en relación con la que hicimos en la prueba de laboratorio ya que, en este caso, la complejidad a priori es mayor; se trata de contenidos propios de la DCE.

Categoría	Porcentaje éxito	Alumnos
Muy Adecuado	Más de 90%	A12, A19, A23, A51, A69
Bastante adecuado	Entre 80 y 90%	A13, A14, A26, A29, A30, A34, A35, A36, A57, A61, A86
Adecuado	Entre 70 y 80%	A1, A3, A7, A8, A9, A15, A17, A20, A32, A41, A43, A46, A47, A49, A50, A55, A56, A60, A71, A73, A79, A81, A95, A96, A97
Aceptable	Entre 60 y 70%	A2, A11, A16, A22, A25, A37, A39, A40, A44, A52, A54, A66, A72, A83, A87
Menos aceptable	Entre 50 y 60%	A4, A5, A18, A24, A27, A28, A62, A65, A67, A78, A80, A82, A89, A91, A94, A98
Nada aceptable	Menos del 50%	A6, A10, A21, A31, A33, A38, A42, A48, A53, A58, A59, A63, A64, A68, A70, A74, A75, A76, A77, A84, A85, A88, A90, A92, A93

Tabla 5.30. Categorización del alumnado en la prueba del cómic.

Categoría	Porcentaje éxito	Alumnos
Muy Adecuado	Más de 90%	A26, A32, A81
Bastante adecuado	Entre 80 y 90%	A5, A19, A65, A69, A72, A83
Adecuado	Entre 70 y 80%	A1, A14, A16, A20, A23, A24, A25, A30, A38, A39, A40, A51, A71, A82, A89, A91, A93, A97
Aceptable	Entre 60 y 70%	A3, A4, A10, A12, A13, A22, A28, A34, A41, A58, A64, A80, A86
Menos aceptable	Entre 50 y 60%	A7, A17, A37, A48, A56, A66, A68, A70, A95
Nada aceptable	Menos del 50%	A11, A15, A18, A27, A33, A36, A45, A46, A47, A50, A54, A60, A61, A62, A63, A77, A79, A90, A96, A98

Tabla 5.31. Categorización del alumnado en la prueba experiencial

En la actividad del cómic, uno de los participantes dejó en blanco la respuesta a la prueba. Por otro lado, los alumnos A12, A19, A23, A51 y A69 alcanzaron el máximo porcentaje de aciertos posible. En sentido contrario, diríamos que un 26% tienen menos del 50% de aciertos.

En la prueba experiencial, sin entrar en las confusiones ya señaladas (plantear una clase en lugar de una prueba, confundir cuándo actúa como máquina...), un algo más del 30% no contestan nada a la misma, por lo que no los hemos podido categorizar. Hay dos alumnos (A32 y A81) que han obtenido el máximo porcentaje de aciertos posible. En sentido contrario, diríamos que casi un 30% de los que contestan tienen menos de 50% de aciertos.

Puesto que ambas pruebas guardan relación con el conocimiento didáctico de los mismos alumnos, realizamos el cálculo de la  $\rho$  de Spearman (correlación existente entre los resultados) y obtuvimos:

$$\rho = 0.117 \quad (\text{ns})$$

Es decir, no hay relación entre los resultados obtenidos en la actividad del cómic y los de la prueba experiencial. Esta “independencia” entre competencias no es nueva ya que, en otros estudios en otra etapa y contexto educativo, se llegaba a esta ausencia de relaciones (Pro y Rodríguez, 2010, 2014a, 2014c). Es un valor que destacamos pero sólo eso. No estamos en condiciones de ir más allá ni queremos especular sobre la situación.

No obstante, podemos hablar de resultados globales del grupo, manteniendo las categorías. En la Tabla 5.32 se recogen.



Categoría	Nada aceptable	Menos aceptable	Aceptable	Adecuado	Bastante Adecuado	Muy Adecuado
<b>Actividad cómic</b>	25	16	15	25	11	5
Frecuencia (%)	26%	16%	15%	26%	11%	5%
<b>Prueba experiencial</b>	20	9	13	18	6	3
Frecuencia (%)	29%	13%	19%	26%	9%	4%

Tabla 5.32. Categorización global del alumnado en función de las pruebas de conocimiento didáctico.

Los resultados no se pueden considerar satisfactorios con los porcentajes tan altos de “*menos aceptable*” y “*nada aceptable*”. Tanto en la actividad del cómic como en la prueba experiencial, más del 40% de los participantes están en estas categorías. Y, en sentido contrario, sólo aproximadamente un 15% está en las categorías “Muy adecuado” y “Bastante adecuado”.

También calculamos la T de Wilcoxon (contraste de diferencias entre los resultados en ambas pruebas). Los valores son:

$$Z = 1.834 \quad (p = 0.07)$$

Hay diferencias estadísticamente significativas (si ampliamos el riesgo al 10%) cuando tienen que reconocer subcompetencias de carácter lingüístico y cuando éstas son de conocimiento e interacción en el mundo físico (a favor de las primeras). Insistimos: no relación y sí diferencias, como si fueran ámbitos diferentes o distintas personas.

No obstante, si creamos una variable que sea una combinación lineal de las dos relacionadas con el conocimiento didáctico de los participantes (media de los índices correspondientes) obtenemos los valores que recogemos en la Tabla 5.33 y los globales de la Tabla 5.34

Categoría	Porcentaje éxito	Alumnos
<b>Muy Adecuado</b>	Más de 90%	A19, A69
<b>Bastante adecuado</b>	Entre 80 y 90%	A12, A14, A23, A26, A30, A32, A51, A81
<b>Adecuado</b>	Entre 70 y 80%	A1, A5, A13, A16, A20, A34, A71, A72, A83, A86, A97
<b>Aceptable</b>	Entre 60 y 70%	A3, A4, A7, A15, A17, A22, A24, A25, A36, A39, A40, A41, A56, A65, A80, A82, A89, A91, A95
<b>Menos aceptable</b>	Entre 50 y 60%	A10, A18, A28, A37, A38, A46, A48, A50, A64, A66, A79, A93, A96, A98
<b>Nada aceptable</b>	Menos del 50%	A11, A27, A33, A47, A54, A58, A60, A61, A62, A63, A68, A70, A77, A90

Tabla 5.33. Categorización del alumnado respecto al Conocimiento Didáctico

Categoría	Nada aceptable	Menos aceptable	Aceptable	Adecuado	Bastante Adecuado	Muy Adecuado
<b>Global Conocimiento didáctico</b>	14	14	19	11	8	2
(%)	21%	21%	28%	16%	12%	3%

Tabla 5.34. Categorización global del alumnado respecto al Conocimiento Didáctico

Como puede apreciarse, globalmente no puede considerarse satisfactorios estos valores; de hecho, algo más del 40% están en las categorías “*nada aceptable*” y “*menos aceptable*”. Frente a ello, sólo un 15% se puede categorizar en “*bastante adecuado*” y “*muy adecuado*”. Hay, por tanto, margen de mejora suficiente con los estudios de Grado respecto a los de Diplomatura.

Por último y por aquello de que hemos oído muchas veces que “el que sabe, sabe enseñar”, hemos realizado un estudio de correlaciones entre el Global del Conocimiento científico (calculado en el Capítulo anterior) y el Global del Conocimiento didáctico (también con el de la Actividad del Cómic y la Prueba experiencial). Calculados los valores de la  $\rho$  de Spearman, tenemos:

$$\rho (\text{Global científico-Cómic}) = 0.032 \quad (\text{ns}) \qquad \rho (\text{Global científico-P.Exper.}) = 0.032 \quad (\text{ns})$$

$$\rho (\text{Global científico-Global didáctico}) = 0.070 \quad (\text{ns})$$

Desde luego, nuestra experiencia pone en cuestión la afirmación reseñada. Es cierto que ni hemos abordado todos los conocimientos científicos ni todos los didácticos. Ahora bien, en el contexto y con los participantes de nuestra experiencia, esa “esperable relación” no se ha encontrado.

## **CAPÍTULO 6**

### **Conocimiento profesional**

- PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN
- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
- ANÁLISIS DE RESULTADOS
- CONCLUSIONES



## CAPÍTULO 6. CONOCIMIENTO PROFESIONAL

---

El último ámbito en el que hemos estudiado cómo utilizan los futuros maestros sus conocimientos sobre “*Dispositivos y máquinas mecánicas*” es una tarea integradora de los conocimientos científicos y didácticos. Propusimos a los futuros maestros la realización de un guión de laboratorio, que utilizarían con niños de Educación Primaria, para estudiar una de las máquinas que se habían trabajado. No obstante, como veremos no podían hacerlo con una estructura libre sino atendiendo a unas pautas que señalaremos. En este Capítulo, analizaremos las producciones de los estudiantes que eligieron la rampa; el motivo fundamental era que había que limitar el estudio dada la estrategia metodológica utilizada. El trabajo se realizó tras haber recibido toda la formación inicial en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, por lo que podemos considerarlas que eran las que tenían al finalizar la Diplomatura. Además, para evitar la despreocupación del alumnado, su calificación constituía una parte importante de la calificación final.

### 6.1. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

Con las pruebas anteriores habíamos abordado, siempre de forma limitada y simplificada, el conocimiento científico y didáctico de los participantes. Sin embargo, queríamos plantearles una tarea que cumpliera dos funciones: por un lado, que exigiera la integración de los anteriores; y, por otro, que estuviera próximo a la práctica educativa.

Hay muchas formas de abordar el conocimiento profesional del maestro. Se puede indagar sobre lo que opina, diseñando un cuestionario o una entrevista sobre los elementos que configuran su hacer como docente: qué piensa de la educación, de la enseñanza de las ciencias, de sus valores formativos para los niños, de los contenidos que aborda, de las dificultades que tienen los estudiantes para aprenderlos, de cómo trata de salvar estos obstáculos de aprendizaje, de qué criterios utiliza para seleccionar o secuenciar un conocimiento, de cuáles son sus planteamientos metodológicos, cómo son sus actividades, qué recursos utiliza... y un largo etcétera.

Otro, sin duda más interesante, es observar, analizar y discutir sobre lo que hace en el aula. A partir de algunas grabaciones de clase, se trataría de estudiar los roles del profesor y de sus alumnos, las relaciones entre ambos o entre iguales, la interacción de los estudiantes con los recursos, las fortalezas y debilidades de los tipos de actividades utilizadas, los factores determinantes del currículum oculto, las preguntas que hace el alumnado de un aula ante el planteamiento de una tarea, el rechazo o la aceptación del grupo ante la dinámica utilizada... y un largo etcétera.

Sin embargo, las dos estrategias de recogida de información no son útiles como se desea cuando se trabaja con futuros maestros. La primera porque hemos observado que no genera implicación por parte de los participantes. La segunda porque, al no ser “titular” del aula objeto de observación, ésta se convierte en una situación de laboratorio que no puede transferirse a las “situaciones habituales” de un maestro que se está iniciando en su práctica profesional.

Hay una posibilidad intermedia: plantear una tarea próxima a la labor docente y analizar las producciones realizadas por el futuro maestro. Es cierto que una cosa es la “intención” y otra la “acción” pero también lo es que, si la tarea es concreta, las posibilidades de que se consigan datos con calidad

(estables, reflexivos, sin el amparo de las etiquetas...) aumenta bastante y, en consecuencia, la fiabilidad y validez de lo que hagamos con ellos.

El Problema Principal Tres (PP3) lo hemos formulado: **¿Cómo utilizaban sus conocimientos científicos y didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando deben diseñar un guión de laboratorio para trabajar en un aula de EP?**

Este problema de investigación trata de identificar cómo los futuros maestros utilizan sus conocimientos para realizar una tarea próxima a la práctica profesional y analizar la adecuación didáctica-pedagógica de las propuestas didácticas dirigidas al alumnado de Educación Primaria. En particular, por razones que posteriormente señalaremos, nos centramos en los alumnos que eligieron como guión “el estudio de la rampa”. Los subproblemas a trabajar o cuestiones que nos planteamos se articulan en torno a estos interrogantes:

- SP3.1. ¿Cómo contextualizan las propuestas didácticas los alumnos?
- SP3.2. ¿Cómo delimitan semánticamente la rampa? ¿Cuáles son las prácticas de montaje de la rampa que se aportan?
- SP3.3. ¿Qué actividades de investigación de la rampa se definen y cuáles son los aspectos didácticos y científicos que están presentes?
- SP3.4. ¿Se torna la rampa en un contenido que propicia la enseñanza y el aprendizaje de las competencias básicas y sus subcompetencias?

## 6.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Queríamos utilizar un enfoque cualitativo en la resolución de este problema de investigación. La dicotomía cualitativa-cuantitativa parece que se ha resuelto y que afortunadamente se ha comprendido que sólo son herramientas que deben ayudar a resolver problemas y no a crearlos.

### 6.2.1. Enfoque y diseño

Desde un enfoque cualitativo, hemos utilizado un diseño descriptivo y exploratorio. Un diseño descriptivo porque nuestro objetivo ha sido extraer unidades de significado que nos permitieran caracterizar la propuesta didáctica, que habían elaborado el alumnado del tercer curso de la Diplomatura de Maestro (Especialidad Educación Primaria), en sus distintas dimensiones y elementos. Además, se trata de un diseño exploratorio porque pretende, por un lado, originar un posible sistema de categorías que enriquezca o complete al que hemos utilizado a priori, y por otro, suscitar posibles hipótesis o subproblemas para futuras investigaciones en esta línea, sea adoptando un enfoque cualitativo o cuantitativo.

El modelo de análisis de la información está basado en la propuesta de Miles & Huberman (1984, 1994) que se concreta en cuatro etapas. Para estos autores, según Serrano (1999, pp.35-36):

*... el proceso analítico que consiste en "dar sentido" a la información textual, significa reducir este conjunto de datos más o menos complejo en un mapa de significados constituido por un número manejable de elementos, de modo que seamos capaces de darles una disposición y una representación significativas que nos permitan finalmente extraer y verificar una serie de conclusiones comprensivas de esa "realidad".*

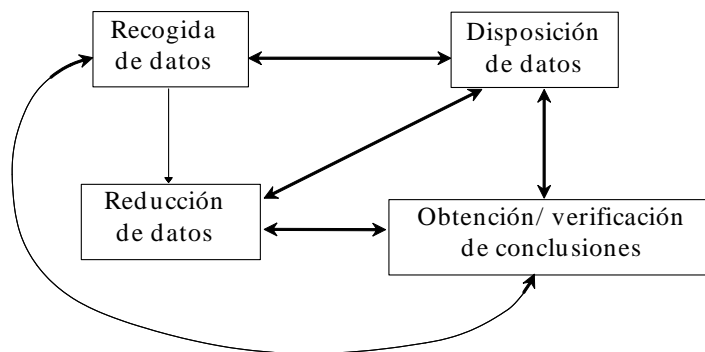


Figura 6.1. Componentes del análisis de datos (tomado de Serrano Pastor, 1999, p. 36)

Por otra parte, el procedimiento analítico ha estado guiado por un criterio temático en la definición de las unidades de análisis. Se ha utilizado un vía mixta o deductiva-inductiva para la extracción de las categorías de significado y de sus correspondientes códigos; esto es, hemos partido de un sistema de categorías pre-establecido, pero éste ha sido enriquecido inductivamente apoyándonos en los datos que las propias propuestas didácticas del alumnado nos proporcionaba. De esta manera, el modelo categorial previo se ha ido completando con otro modelo fundamentado en los propios datos. Esta última estrategia está basada, en parte, en el procedimiento que marca la teoría fundamentada o Grounded Theory (Flick, 2007, p.56):

*... la teoría fundamentada da preferencia a los datos y al campo de estudio frente a los supuestos teóricos. Éstos no se deben aplicar al objeto que se investiga, sino que se “descubren” y formulan al relacionarse con el campo y los datos empíricos que se encontrarán en él.*

El tipo de categorías y sus correspondientes códigos que se han utilizado son de carácter descriptivo, en cuanto que han supuesto un nivel de inferencia mínimo en su acotación (Miles & Huberman, 1994).

### 6.2.2. Contexto y participantes

Teníamos los 98 guiones de los participantes. La distribución de los mismos era la siguiente:

- a) Palanca: 64 (distribuidos: 47 de 1er. género; 8 de 2º género; y 9 de ambas)
- b) Rampa: 26
- c) Poleas: 6 (distribuidos: 3 de polea fija; 2 de polea móvil; y 1 de ambas)
- d) Ley de Hooke: 2

No obstante, pensamos que el proceso de análisis con esta metodología cualitativa podría ser enormemente tedioso y con grandes dudas de que las conclusiones derivadas de la totalidad fueran muy diferentes a las de un análisis “más limitado”. Por ello, decidimos elegir las propuestas realizadas sólo en una de las opciones y, por razones obvias, elegimos la rampa.

Se han analizado 26 propuestas didácticas sobre “La rampa” como máquina simple del grupo de estudiantes del tercer curso de la Diplomatura en el contexto de la asignatura “Didáctica de las Ciencias

de la Naturaleza”. En el Capítulo 3 hemos descrito el desarrollo de la misma y, en particular, las actividades concretas que se realizaron en relación con el tema “Dispositivos y máquinas mecánicas”.

En cada guión debía indicar el ciclo al que iba dirigido. Las propuestas didácticas analizadas se plantean para: dos al primer ciclo (8%), ocho al segundo (31%) y 16 al tercero (62%). Una vez más, cuando se les da la opción de elegir, nuestros estudiantes optan por el tercer ciclo. Si es por comodidad, preferencia o menor dificultad para el estudiante o simplemente por casualidad, no tendría ninguna trascendencia. Ahora bien, si es porque, en la Diplomatura, se formaba fundamentalmente para este ciclo, el tema de la elección debería hacernos pensar más en lo que hacíamos... y, si ha lugar, en lo que hacemos.

Tales propuestas pertenecen a cinco alumnos (19%) y 21 mujeres (81%), valores sensiblemente diferentes a los descritos en el Capítulo 3 para todo el grupo. Hay también otras variaciones en cuanto al perfil del grupo (rendimiento académico, procedencia, edad...) pero, como hemos dicho, la selección se ha realizado sin ánimo de generalizar los resultados a todo el grupo. El único criterio ha sido la elección de una de las opciones.

Los temas versan sobre 18 temáticas diferentes, tal como aparece en la Figura 2.

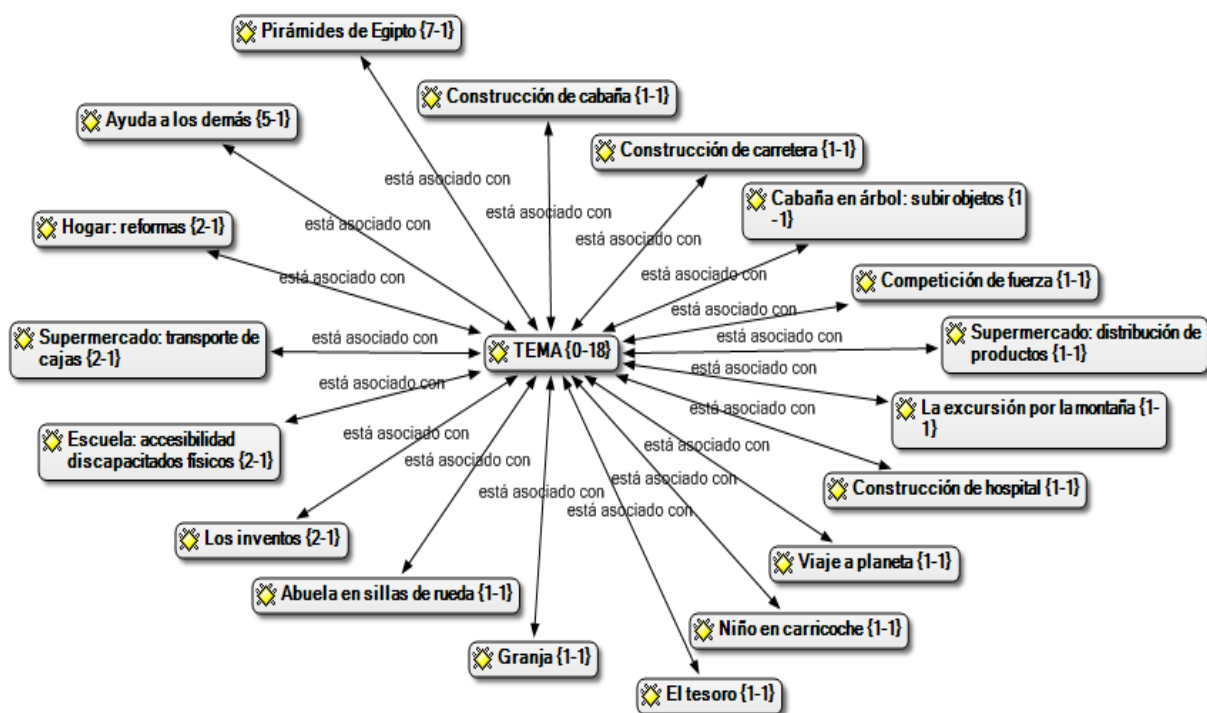


Figura 6.2. Temáticas de las propuestas didácticas “La rampa”.

De los que se repiten tenemos: “Pirámides de Egipto” ( $f = 7$ ), “Ayuda a los demás” ( $f = 5$ ), “Hogar: reformas”, “Supermercado: transporte de cajas” y “Escuela: accesibilidad de discapacitados físicos” y “Los inventos” (cada uno con  $f = 4$ ). Cabe destacar que estas temáticas aparecen en los textos, tanto de la contextualización como de la aplicación de los aprendizajes si el alumnado los ha contemplado.

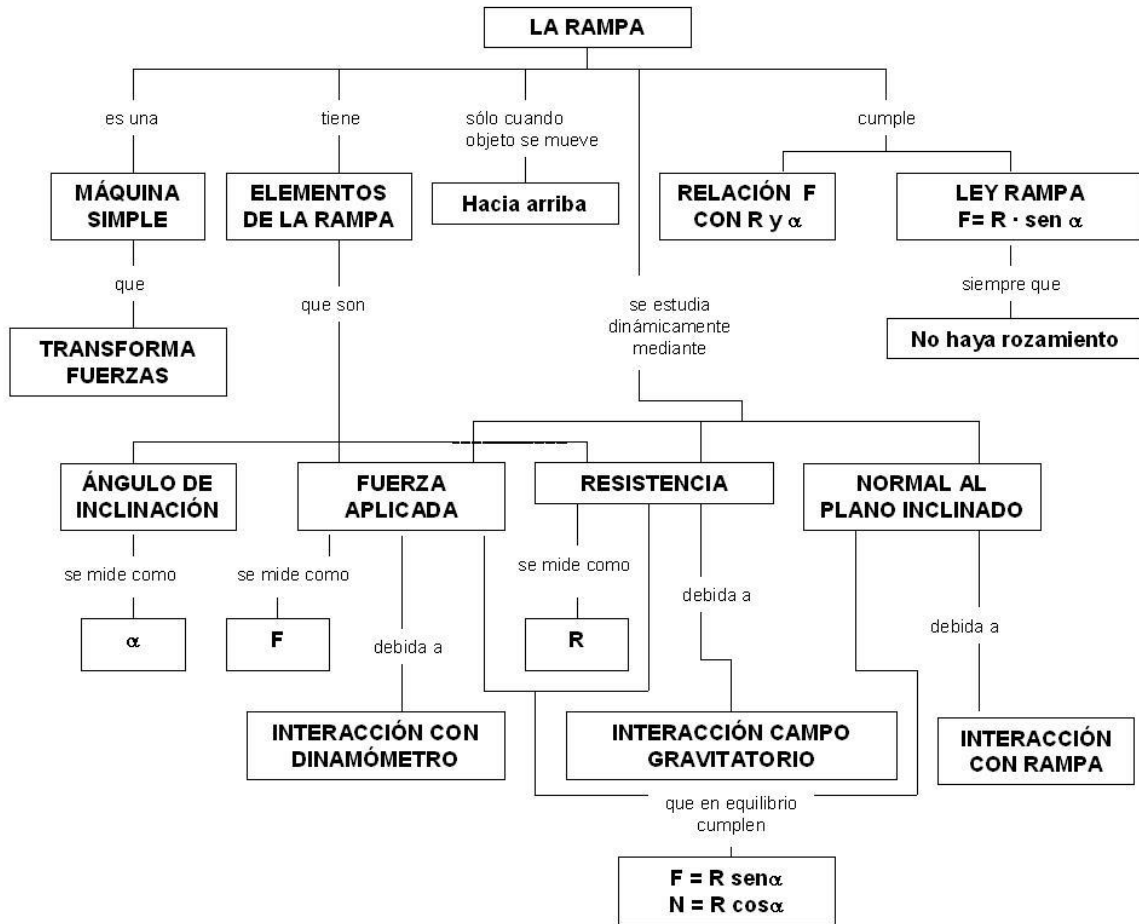
### 6.2.3. Estrategias para la presentación de la tarea: el guión de laboratorio

En primer lugar, hay que recordar que en la Subexperiencia 3.3 de la propuesta habían realizado la siguiente actividad:

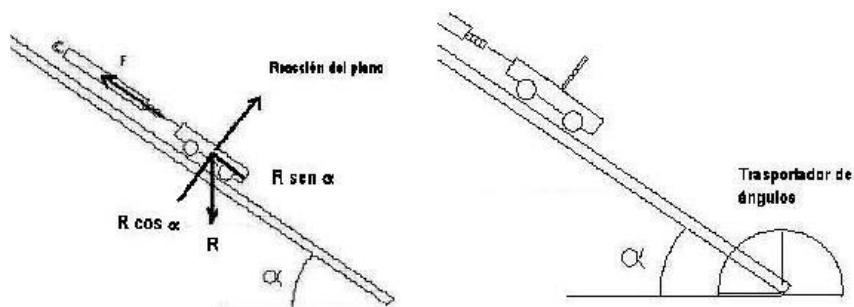


**Subexperiencia 3.3**

La última máquina que vamos a estudiar es un plano inclinado o rampa. **IMPORTANTE:** sólo es máquina si tiramos para arriba; cuando tenemos que hacer un esfuerzo. En la Figura que viene a continuación aparece un mapa conceptual sobre las rampas.



No hay planos o rampas de "diferentes tipos" (ver dibujo esquemático) pero un mismo plano o rampa puede tener diferentes inclinaciones y estar hecho de diferentes materiales.



La ley de esta máquina, cuando no existe rozamiento, es:

$$F = P \text{ sen } \alpha$$

En este caso, primero vas a tomar un mismo P (el mismo carrito y pesas) y vas a cambiar  $\alpha$  (inclinación del plano). Luego vas a mantener el mismo  $\alpha$  y vas a cambiar el peso del carrito (añade más pesas).

Debes realizar el montaje con cuatro inclinaciones diferentes, como mínimo, y vas a medir la F en cada caso. Realiza una tabla con los valores medidos con vuestros montajes.

P	$\alpha$	P sen $\alpha$	F

Teniendo en cuenta VUESTROS datos, saca todas las conclusiones (cualitativas o cuantitativas) que puedas deducir de los valores de la tabla; sobre todo, de las relaciones entre R y F.

Vamos a comparar los resultados con la que conocemos como ley de la rampa. Completa la tabla anterior, añadiendo una columna con la operación  $P \text{ sen } \alpha - F$ . Coméntala y añade las conclusiones a las anteriores.

### Luego se planteaban los tres tipos de preguntas clave

#### *Cuestiones para reflexionar sobre la experiencia:*

- ¿Qué fuerzas intervienen en el sistema? ¿En qué punto están “aplicadas”?
- ¿Cómo puedes conseguir que  $\mu$  tome diferentes valores? ¿Cómo vas a medirlo?
- ¿Cómo vas a medir la fuerza aplicada?
- ¿Cómo vas a medir la resistencia? ¿Va a cambiar R en función de la inclinación?
- ¿Cómo influyen las fuerzas de rozamiento en los resultados?
- ¿Cómo podríamos reducir el rozamiento para que se cumpla mejor la ley de esta máquina?

#### *Cuestiones para reflexionar sobre el tema*

- ¿Cualquier plano inclinado es una máquina?
- En muchos libros se dice que un tornillo o una cuña tienen los mismos fundamentos que el plano inclinado como máquina. ¿Crees que llevan razón? Justifica tu respuesta en cada caso.

#### *Cuestiones para reflexionar didácticamente sobre la experiencia*

- Teniendo en cuenta tu experiencia, realiza un listado de las dificultades que pueden encontrarse los alumnos de Primaria al construir un plano inclinado, y estudiar las relaciones entre F y R.
- Teniendo en cuenta las limitaciones científicas (rozamiento, inexactitud de las medidas, conocimientos matemáticos limitados), ¿cómo podríamos sortear las dificultades reseñadas en Educación Primaria?

Las cuestiones de esta Actividad de laboratorio, habían sido corregidas, debatidas y aclaradas las dudas a los estudiantes.

Además en la Actividad 6 les planteábamos la realización de esta tarea. Como apoyo le facilitábamos el guión de la polea fija que se recoge en el Anexo 6.

### Actividad 6. ¿Cómo diseñamos actividades para enseñar este tema?

Teniendo en cuenta tu experiencia en la Actividad 4, diseña unas actividades prácticas para 3er ciclo de Primaria para el:

- estudio de dinamómetros para medir fuerzas (en particular, para medir pesos)
- estudio de la balanza (para medir masas en sólidos y líquidos)
- estudio de palancas de los tres géneros
- estudio de poleas fija y móvil
- estudio de rampas

En cada caso debe figurar

- contextualización a la experiencia (en qué consiste la máquina o el aparato, cómo funciona, importancia en la vida cotidiana, breve relato histórico de su descubrimiento)
- problemas centrales que se trata de estudiar con las experiencias
- secuencia con dibujos de actuaciones con sus preguntas clave para profundizar en lo que está haciendo el alumnado
- datos obtenidos, representación o tabulación (si es necesario) y preguntas para analizarlos.
- conclusiones que se pueden extraer de los resultados anteriores.
- cinco cuestiones de transferencia de los conocimientos a otros hechos cotidianos (una de trabajo individual, otra de trabajo con compañeros y otra con los padres).

Es decir, no se trataba de un guión de laboratorio “sin pautas” sino que debían contener una serie de apartados, un estilo, unos dibujos aclaratorios sobre lo que había que hacer, unas cuestiones para reflexionar sobre lo hecho, unos resultados y unas conclusiones y una serie de cuestiones de la vida cotidiana que permitieran transferir los conocimientos (con distintos destinatarios)

#### 6.2.4. Recogida de información: instrumento y procedimiento

La vía mixta o deductiva-inductiva utilizada para la extracción de categorías y sus correspondientes códigos ha demandado la sistematización de un protocolo de observación semiestructurado, cuyos ítems se han estructurado en cinco dimensiones atendiendo al modelo de la propuesta didáctica que se les ha exigido al alumnado para su realización basada en Pro (2011):

##### *Dimensión 1. Información de Identificación*

- Sexo del estudiante que ha realizado la propuesta didáctica
- Ciclo de Educación Primaria al que se ha dirigido la propuesta didáctica
- Tema sobre el que se ha articulado la propuesta didáctica

##### *Dimensión 2. Contextualización de la propuesta didáctica*

- Tipo de texto

- Protagonistas
- Existencia y adecuación de las preguntas de iniciación
- Existencia y tipo de invitación al alumno
- Contexto significativo

#### *Dimensión 3. Identificación*

- Conceptualización
- Elementos
- Montaje rampa: instrucciones y materiales
- Medidas
- Preguntas de montaje
- Fotografías, ilustraciones y dibujos: temáticas, tipología y coherencia

#### *Dimensión 4. Investigación*

- Aplicaciones
- Actividades: individuales, grupales (entre iguales) y con los padres
- Evaluación
- Errores

#### *Dimensión 5. Competencias desarrolladas con la propuesta didáctica*

- Competencias básicas: presencia, ausencia, exceso
- Subcompetencias: presencia, ausencia, exceso

Cada una de estas dimensiones se ha ido completando, durante el proceso inductivo, con la información que se ha extraído de los propios datos de las propuestas didácticas. En este sentido, queremos destacar que se ha llegado a un nivel de saturación bastante alto, en cuanto que, una vez que llevábamos analizados 18 de las 26 propuestas didácticas, no ha emergido prácticamente ninguna categoría o significado nuevo (Flick, 2007).

En la extracción de categorías han intervenido dos analistas expertos. Ambos, de forma independiente y partiendo del pre-modelo, realizaron el vaciado de la información y su categorización/codificación de manera independiente en una primera fase. Posteriormente, contrastaron su proceso. Lógicamente, las convergencias entre ambos se asumieron y las discrepancias fueron discutidas hasta llegar a un consenso razonado. Ambos revisores son doctores con una amplia experiencia docente en el ámbito de la didáctica y de la metodología de la investigación en educación. De este modo, la revisión por pares de expertos ha llevado a que el sistema de categorías utilizado y, por ende, el instrumento y el procedimiento tengan ciertas garantías de credibilidad y la información obtenida goce de un alto grado de neutralidad u objetividad.

El análisis de la información cualitativa se ha realizado con el programa Atlas.ti 7 (versión 7.5.2). La unidad hermenéutica denominada “La rampa”, está configurada por los 26 documentos primarios correspondientes a las propuestas didácticas del alumnado. Estos documentos primarios contienen información textual e información gráfica. Algunos de estos documentos también contemplan enlaces a documentos digitales, películas y vídeos en Internet y Youtube (diez de las propuestas didácticas). Estos documentos digitales y multimedia se han excluido del análisis de su información. Por tanto, los segmentos de significado que se han definido contienen información textual (datos texto) e información gráfica (datos figuras, imágenes e ilustraciones).

El análisis cualitativo descriptivo de carácter confirmatorio ya descrito en el apartado de este informe “enfoque y diseño” fue precedido por un análisis de contenido superficial (wordcruncher) y de co-ocurrencias a modo exploratorio, con el objetivo de realizar una primera aproximación a los significados de los documentos primarios y al sistema de categorías y códigos.

En el análisis confirmatorio de los datos, las vinculaciones entre códigos y la codificación axial se realizaron a posteriori. Los agrupamientos se han realizado generando redes semánticas o networks.

### 6.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como en los Problemas anteriores, el análisis y la discusión de los resultados los presentamos sistematizados para cada una de las cuestiones de investigación planteadas.

#### 6.3.1. Subproblema Principal SP3.1. Contextualización.

El Subproblema SP3.1 decía: *¿Cómo contextualizan las propuestas didácticas los alumnos?*

Para dar respuesta a esta cuestión se ha analizado el tipo de texto inicial que utiliza el alumno para contextualizar la actividad: si éste hace alusión a personajes o a personas, si invita al alumnado a participar en el proceso de aprendizaje que se propone y en torno a qué tópico, si plantea preguntas de iniciación, y si estas son relevantes y pertinentes.

La totalidad de los estudiantes utilizan un texto inicial para contextualizar su propuesta didáctica sobre “La rampa”, como se exigía en el planteamiento de la actividad. Existe un predominio del estilo literario del cuento ( $f = 23$ , un 88%), frente a los relatos de tipo histórico ( $f = 2$ , un 8%) y el único relato personal que se plantea.

Los temas de los cuentos están muy diversificados y contextualizados en muy variadas situaciones, destacando “Ayuda a los demás” y “Hogar: reformas” (véase la Figura 6.3 del apartado).

Los relatos históricos giran en torno a la construcción de las pirámides de Egipto en un caso del texto inicial (tema “Pirámides de Egipto”) y a la historia de los inventos de las máquinas simples más relevantes (tema “Los inventos”).

El de carácter más personal es redactado en primera persona. Narra la historia de un niño con una discapacidad física que necesita hacer uso de la rampa para acceder con su silla de ruedas a la escuela (tema “Escuela: accesibilidad de los discapacitados físicos”).

Se evidencia que el tipo de texto inicial no está asociado al ciclo de Educación Primaria al que va dirigido, ni tampoco al género del estudiante de la Diplomatura que ha elaborado la propuesta didáctica. En cualquier caso, este dato está condicionado por la asimetría de ambas variables (género y ciclo donde se realizará la experiencia). No obstante, en general, el lenguaje utilizado no parece apropiado para estas edades; hay diferencias importantes entre el utilizado en la contextualización y el utilizado en el resto de la propuesta.

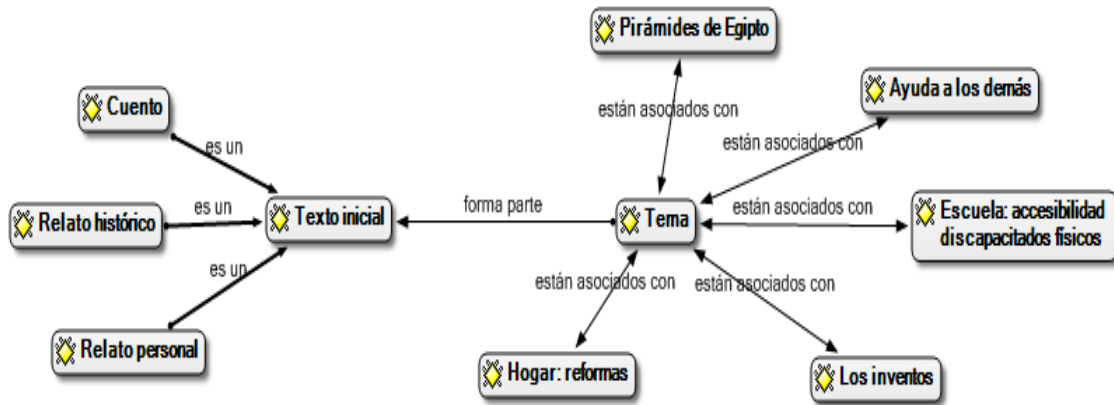


Figura 6.3. Textos iniciales y temáticas fundamentales sobre las que versan.

Los personajes de los textos iniciales, especialmente de los cuentos, son objetos que toman vida y se humanizan (entre todos destaca “Rampín” como protagonista, una rampa), si bien existen personajes humanos inventados. El resto de protagonistas de los relatos históricos no dejan de ser personajes asociados a la estructura social o profesional de la época en la que vivían (esclavos, arquitectos, ingenieros...). El único protagonista, persona, que se ha identificado es Alberto, el niño discapacitado de nueve años en sillas de ruedas del relato personal.

Estos textos y sus protagonistas crean el escenario para introducir al alumnado en el tema del proyecto, al tiempo que los invita de una manera motivadora y, en algunos casos, significativa (situaciones comprensibles asociadas directamente a la vida de los alumnos y relevantes con el aprendizaje de la rampa) a participar en el desarrollo del proyecto.

A nuestro juicio, son 20 estudiantes los que logran generar este “contexto significativo” para el alumnado del ciclo al que se destina la propuesta didáctica. La invitación al alumnado se realiza en 23 de los proyectos (un 88%), y en coherencia con lo descrito, se hace a través de “la rampa y el personaje” ( $f = 20$ , un 77%); también se hace con “la rampa y el dinamómetro” (dos casos) y con “la rampa y el transportador de ángulos” (un caso). La Figura 6.4 muestra estas categorías.



Figura 6.4. Invitación a participar.

Por último, el análisis nos revela (Figura 6.5) que 23 de las propuestas (un 88%) plantea preguntas de iniciación, si bien es cierto que, en cuatro de ellas, la diversidad tipológica existente de tales preguntas no son pertinentes ni relevantes con el texto inicial y con la invitación a participar en una alta proporción

(más del 75% de las cuestiones planteadas) al desvincularse y centrar la atención del alumno en aspectos superficiales u “ornamentales” de los mismos, que nada tienen que ver con la rampa, sus elementos, usos, aplicaciones, etc.

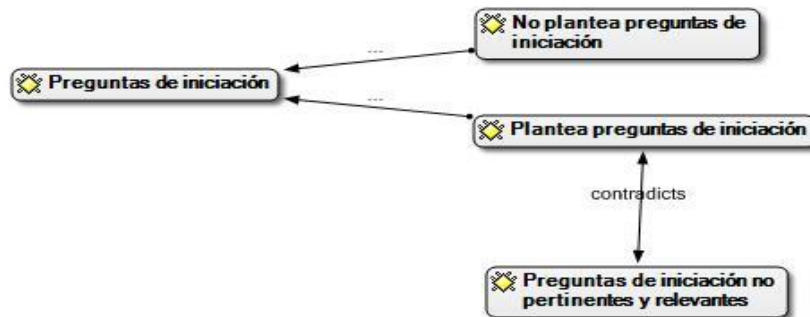


Figura 6.5. Preguntas de iniciación y su adecuación.

### 6.3.2. Subproblema Principal SP3.2. Identificación.

El Subproblema SP3.2 decía: *¿Cómo se delimita semánticamente la rampa? ¿Cuáles son las prácticas de montaje de la rampa que se aportan?*

A excepción de dos, el resto de las propuestas didácticas de los estudiantes han destinado un apartado específico a definir e ilustrar qué es la rampa (un 92%). Ello no entra en contradicción con el hecho de que algunos de estos alumnos y los dos que no lo han contemplado, hayan intentado delimitar conceptualmente la rampa en el texto inicial.

Los resultados que presentamos se ciñen a la definición que se ha realizado en el apartado específico “¿Qué es una rampa?”. La Figura 6.6 muestra que, para la conceptualización de la rampa, las propuestas del alumnado no hacen referencia en ningún caso a la totalidad de sus aspectos

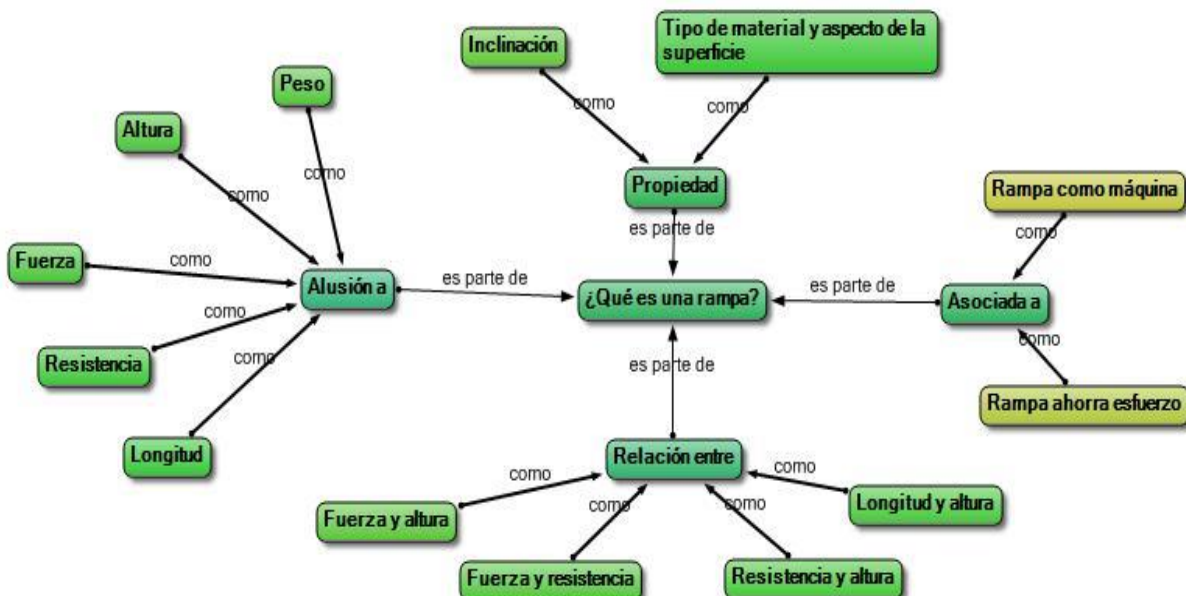


Figura 6.6. Conceptualización de la rampa.

Fundamentalmente, definen a la rampa “como máquina” y que “ahorra esfuerzo”, en todos los casos. Además hacen alusión al “peso” ( $f = 13$ , un 50%), a la “altura” ( $f = 11$ , un 42%) y a la “fuerza” ( $f = 10$ , un 38%).

En una menor proporción, los valores indican que se refieren al elemento “fuerza” ( $f = 18$ , un 69%) “resistencia” ( $f = 6$ , un 23%) y a la “longitud de la rampa” ( $f = 4$ , un 17%). Además, de las 24 propuestas que incluyen este apartado, un 75% (69% del total) hace mención a la “propiedad de la inclinación” ( $f = 18$ ) y un 25% (23% del total) ( $f = 6$ ) a la “propiedad tipo de material y al aspecto de la superficie” (rugoso, liso, con obstáculos...).

Por último, detectamos las siguientes relaciones entre los elementos a los que se aluden: “fuerza y altura” ( $f = 16$ , un 67%), “fuerza y resistencia” ( $f = 13$ , un 54%) y “resistencia y altura” y “longitud y altura” (en ambas,  $f = 9$ , una presencia del 37%).

Cabe destacar que se han evidenciado varios errores conceptuales de la “fuerza” al asimilarla a la resistencia, de la “rampa como máquina simple” al identificarla como una polea o al dejar caer un cuerpo por un plano, el dibujo de las diferentes fuerzas intervinientes (sobre todo, de la normal)... También se ha detectado en dos casos errores relativos a la “relación entre resistencia e inclinación”.

En el montaje de la rampa se han analizado los materiales a los que se refieren, la claridad de las instrucciones dadas y si las imágenes que las acompañan son coherentes con las mismas.

El análisis de la información evidencia que solo siete de las 26 propuestas (un 27%) brindan “instrucciones de montaje de la rampa claras” para el alumnado de Educación Primaria al que se destinan. Por otra parte, las imágenes que acompañan tales instrucciones “son coherentes” con las mismas en un 69% ( $f = 18$ ), sean de carácter ilustrativo o informativo, con o sin elementos o sean fotografías de la rampa de muy diversa índole, como veremos más adelante. No obstante, hay que decir que son pocos ( $f = 6$ , un 23%) los que plantean una secuencia de acciones que clarifica el proceso a alumnos con grandes probabilidades de tener problemas de comprensión lectora.

Los materiales del montaje de la rampa que se han detectado en el proceso analítico de los proyectos, se han agrupado en tres grandes categorías (excluyendo los materiales de medida a los que nos referimos después): “materiales de rampa”, “materiales de fuerza” y “materiales de resistencia”.

De los diez materiales para el montaje de la rampa como máquina, destacan las tablas y los libros (objetos que se utilizan para variar el ángulo).

Los materiales de fuerza que más se proponen son el hilo con anilla o simplemente o hilo sin anilla y cuerda y el muelle. Entre los que se proponen para el estudio de la resistencia, se indican en mayor proporción el recipiente con ruedas (camión, coche o similar) para introducir en el mismo materiales tales como pesas, chinarro, piedras, materiales de uso personal (bolígrafos, llaves...), canicas o cajas pesadas, y los objetos de distinto peso con ruedas (coches). Los recipientes u otros objetos sin ruedas como las bolas con enganche de distinto material (plástico, madera y acero) se presentan en nueve proyectos. En cualquier caso, esta tipología de materiales de fuerza y resistencia tan diversa, es un buen indicador de la variabilidad también de las preguntas de montaje y de aplicaciones posibles que se plantean en los proyectos didácticos analizados para el alumnado de Educación Primaria

La Figura 6.7 revela una gran diversidad de materiales para la construcción de la rampa y para el análisis de la fuerza y, especialmente, para el de la resistencia.



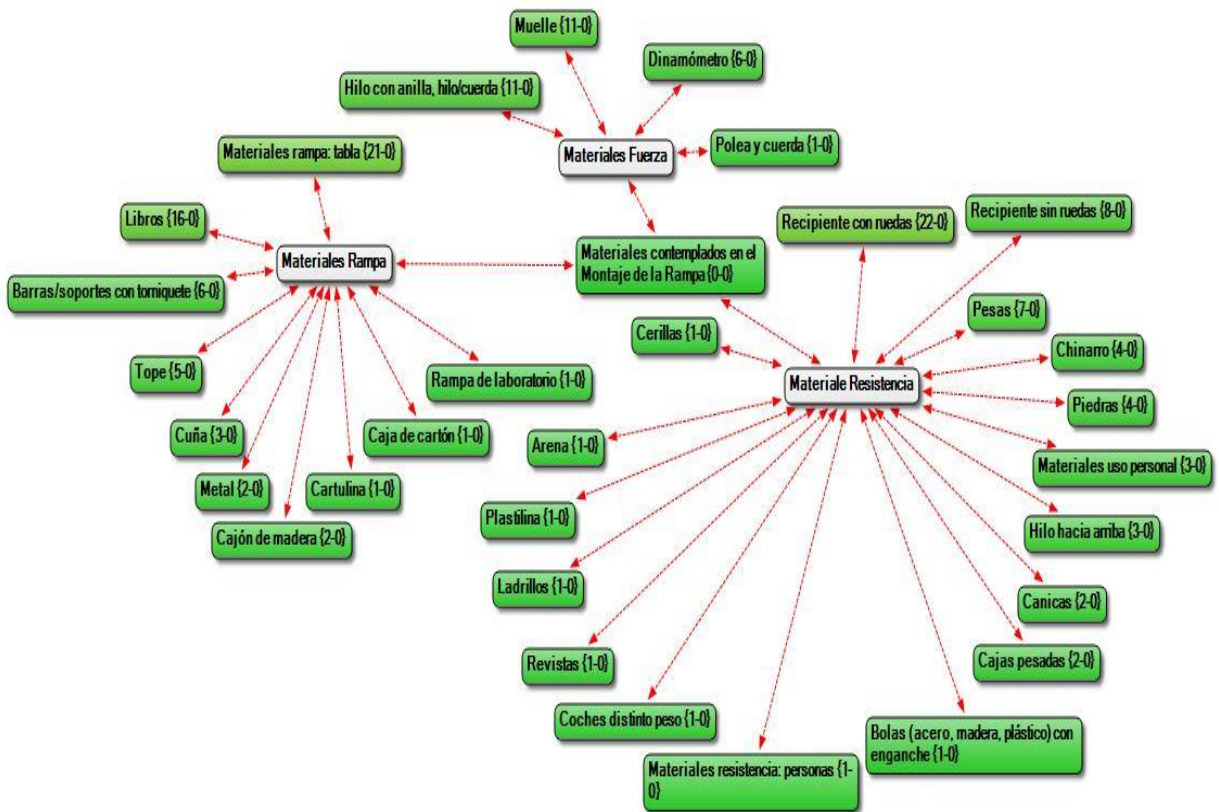


Figura 6.7. Materiales en el montaje de la rampa.

Por su parte, los materiales de medida que se proponen son tres: el transportador de ángulos en nueve casos, el dinamómetro en seis y la regla en dos únicamente para medir el alargamiento del muelle al reaccionar por el peso o por el tipo de superficie (rugosa y lisa). Estas dos últimas variables solo se presentan en el mismo caso.

Cuanto menos intenso es el color de la Figura 6.8, más presente está el tipo de medida realizada con la rampa. De este modo, prácticamente la totalidad de las experiencias proponen una “medición gradual” y son “medidas posibles”, tanto de la fuerza como de la resistencia con la rampa completa. Con la mitad de la rampa, se presentan dos experiencias de un mismo caso con el elemento fuerza.

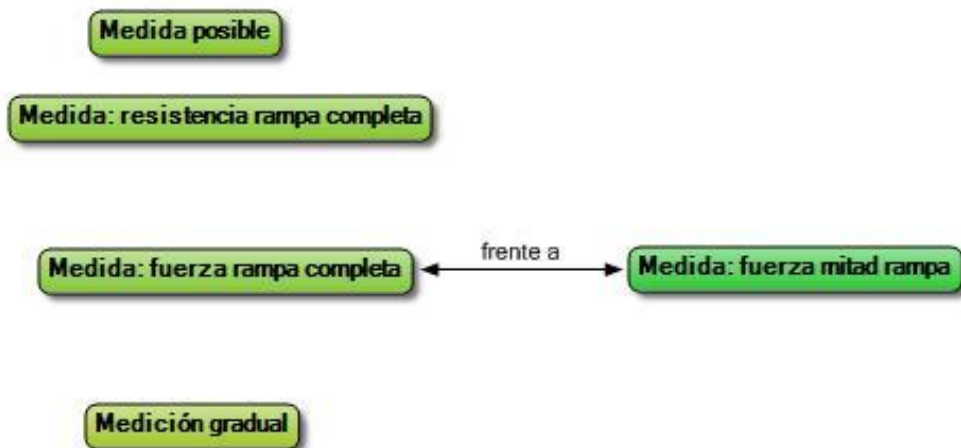


Figura 6.8. Medidas en el montaje de la rampa.

Sin embargo, se han evidenciado diferentes errores también en los contextos situacionales relativos al montaje de la rampa descritos en los proyectos didácticos. Estos errores son: “medidas imposibles” por no contar con los materiales de medición (en 14 casos) y errores de medida en el ángulo, la fuerza y el peso (en siete, seis y dos casos).

La tipología de las preguntas de montaje de la rampa queda reflejada en la Figura 6.9. En ella se puede observar que en 19 de las experiencias se plantean “preguntas con ausencia de elementos”. En relación con los elementos y variables que están presentes en las preguntas de montaje planteadas al alumnado de Educación Primaria, observamos que son en este orden de presencia las siguientes: “variación de la inclinación”, “variación de la resistencia”, “relación entre peso y fuerza”, “variación del peso”, “relación entre inclinación y resistencia” y “peso del recipiente”; a una distancia proporcional bastante alta se encuentran las preguntas de montaje relativas a la “relación entre inclinación y fuerza”.

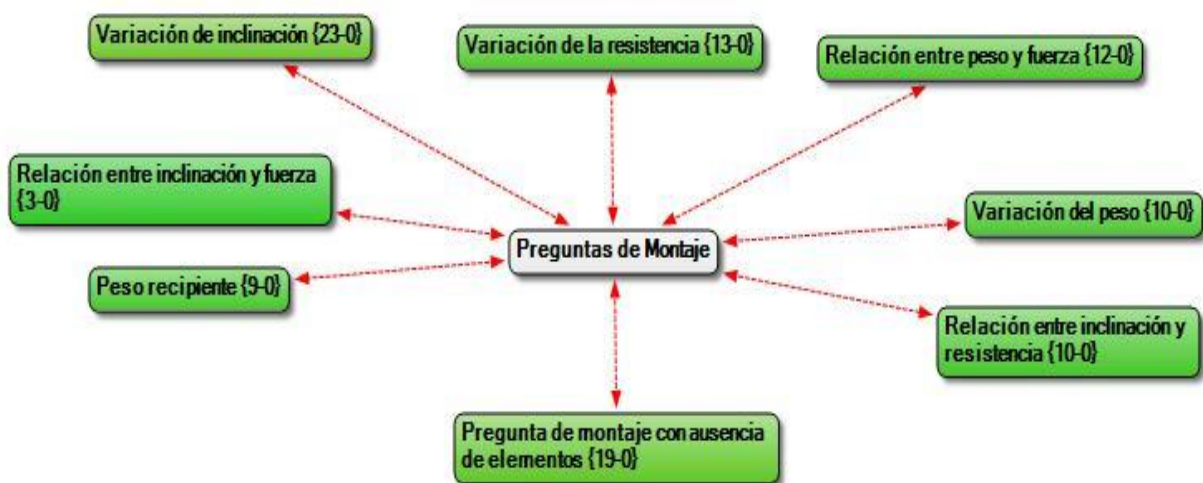


Figura 6.9. Preguntas de montaje de la rampa.

Finalmente, se han analizado los recursos gráficos (fotografías, ilustraciones y dibujos) que acompañan al apartado de la conceptualización y montaje de la rampa (instrucciones y preguntas) en cuanto a sus temáticas, tipología y coherencia o apoyo a los datos aportados. En la Figura 6.10 se evidencia que el recurso gráfico más utilizado en todos los casos es la “imagen ilustrativa” ya que aparece en más de 80 ocasiones en los 26 proyectos didácticos, frente a las “imágenes informativas” que lo hace en 15 ocasiones. Estas imágenes, cuando están presentes en las instrucciones, “son coherentes con las mismas” en 27 casos frente a los 8 en las que no lo son.

Respecto a la tipología de fotografías de las rampas que acompañan a este apartado es muy amplia (13 tipos), destacándose las fotografías de “rampas de laboratorio” y “rampas de transporte” frente al resto.

En cuanto a los dibujos que acompañan a las preguntas de montaje de la rampa, se observa que predominan los 33 “dibujos de la rampa 2D sin elementos” frente a los 17 “dibujos de la rampa 3D sin elementos”, así como los 20 “dibujos de la rampa 2D con elementos” frente a los siete “dibujos de la rampa 3D sin elementos”. Es obvio que, sean dibujos en 2D o en 3D, están presentes en una mayor proporción los que no contemplan los elementos de la rampa. Por otra parte, 26 de estos dibujos 2D/3D con o sin elementos, “apoyan los datos que se presentan” y otros tres “entran en contradicción con los datos” que se aportan en las prácticas de montaje de la rampa.

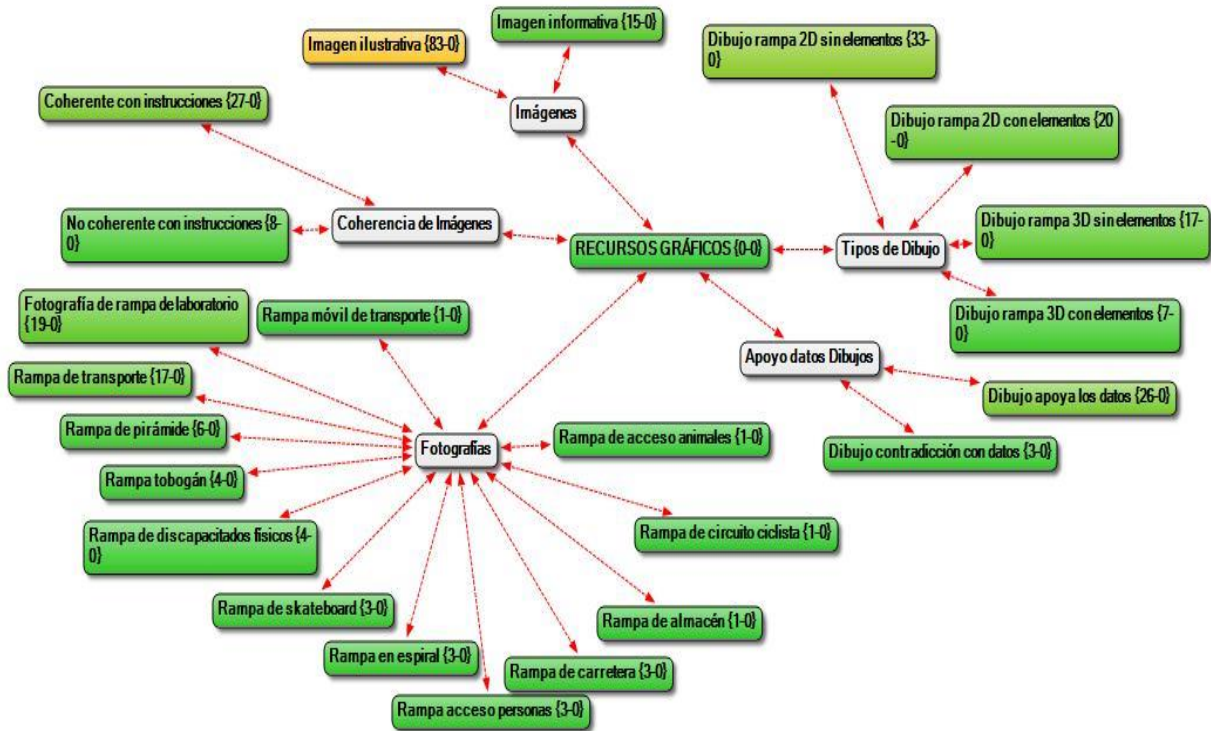


Figura 6.10. Recursos gráficos que acompañan al apartado La rampa.

### 6.3.3. Subproblema Principal SP3.3. Investigación.

El Subproblema SP3.3 decía: *¿Qué actividades de investigación de la rampa se definen y cuáles son los aspectos didácticos y científicos que están presentes?*

Las respuestas a esta cuestión han implicado un proceso analítico de las aplicaciones de investigación presentes en los proyectos didácticos que han elaborado los participantes, contemplando su naturaleza, sus modalidades (actividades individuales, grupales o con los padres) y los recursos que se utilizan. Además, ha supuesto el análisis de las actividades de evaluación finales.

La Figura 6.11 recoge una compleja red semántica de las aplicaciones de investigación de las propuestas didácticas. Tales aplicaciones se han agrupado en tres metacategorías: “aplicación por observación”, “resolución de problemas prácticos” y “otras aplicaciones”.

La metacategoría “aplicación por observación” implica actividades de observación que en 28 de las actividades planteadas se hace “por contraste” de las variables “altura y usos”, “tamaño de la rampa” y “altura y peso”. Solo en cuatro de las aplicaciones por observación, esta se hace “directa” con las variables citadas.

La metacategoría “resolución de problemas prácticos” suman 144 actividades en las que los valores porcentuales mayores están en las que analizan la “variación de la inclinación” ( $f = 23$ , un 88%) y las “relaciones entre fuerza y resistencia” ( $f = 20$ , un 77%). La presencia del resto de actividades está comprendida entre tres casos (“relación entre la inclinación y fuerza”) y trece casos (“variación de la resistencia”).

Cabe destacar que en las aplicaciones en las que se analizan las “relaciones entre fuerza y resistencia”, se utilizan dos estrategias: la “aplicación por inclusión de objetos” (en 17 ocasiones, un 65% del total) y

la “aplicación por exclusión de objetos” (en 3 ocasiones, un 7% del total). En la primera estrategia, la relación entre ambos elementos se investiga demandando al alumno la inclusión de objetos en o con otros materiales a modo de función sumativa (materiales de resistencia, de la rampa o de fuerza), mientras que en la segunda estrategia se actúa de modo contrario.

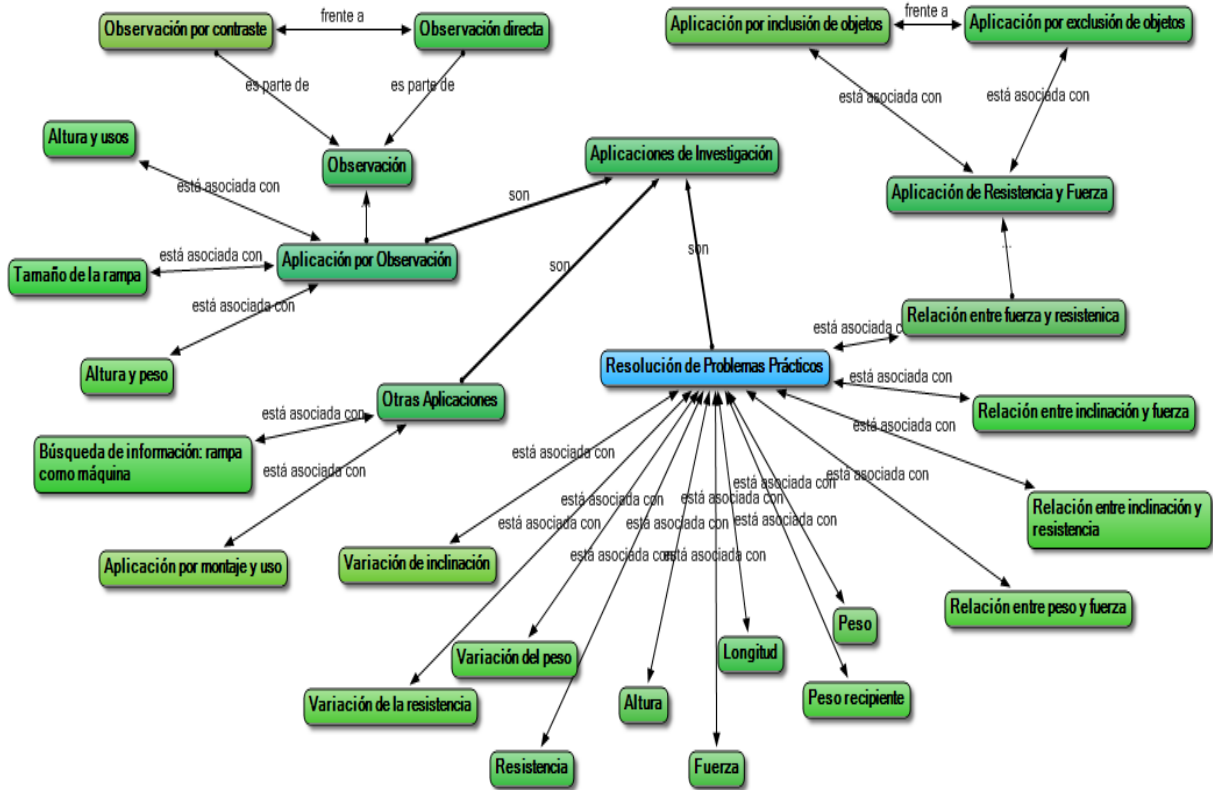


Figura 6.11. Aplicaciones de investigación de los proyectos didácticos.

La “búsqueda de información de la rampa como máquina” y el “montaje y uso de la rampa” son “otras de las aplicaciones” de investigación que se indican en los proyectos didácticos. Es la última aplicación la que se plantea en 23 ocasiones, mientras que la primera en cinco.

Finalmente, hacer observar que nueve de las aplicaciones de investigación se han considerado “no relevantes y pertinentes”, por cuanto que plantea actividades en las que el alumno, individualmente o en grupo, no tiene que realizar observaciones, análisis o problemas; se trata de actividades experienciales y no experimentales (por ejemplo, jugar con un tobogán o patinar en una pista de obstáculos o de skateboard sin más).

El análisis de las modalidades de las actividades de investigación (Figura 6.11), revela que la totalidad de las propuestas didácticas contemplan “aplicaciones individuales”. Además, es muy elevada la proporción de las mismas que incluyen “aplicaciones en grupo” entre iguales, por parejas y hasta grupos de cuatro alumnos ( $f = 19$ , un 73%). Tales aplicaciones en grupo se producen en el contexto del aula o del colegio en prácticamente la misma proporción que en otros escenarios de la vida cotidiana del alumnado (su barrio o el parque).

En contraposición, las “aplicaciones con los padres” en las casas de los alumnos se presentan en una baja proporción ( $f = 4$ , un 15%) y por dos razones: por la complejidad o peligrosidad de ciertos

materiales en el montaje o uso de la rampa y por la exigencia de tener que acceder a la búsqueda de información en Internet (control parental).

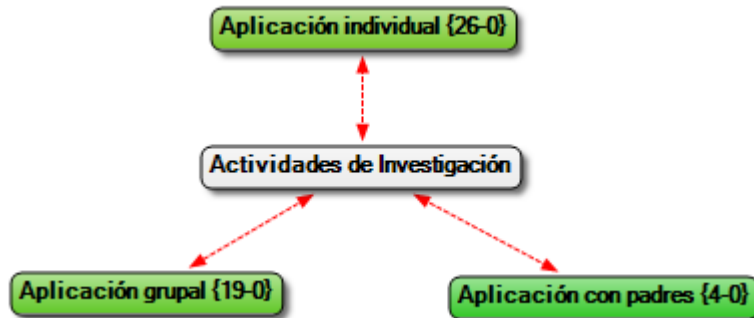


Figura 6.12. Modalidades de aplicación de las actividades de investigación.

Existen 12 actividades de investigación de las 26 que se presentan en los proyectos didácticos de la rampa (un 46%), que se acompañan de recursos TIC. De estos recursos, destacan “los vídeos” que versan sobre la rampa en el contexto de un relato histórico o documental (por ejemplo, las pirámides de Egipto o la caza de los mamuts), de un anuncio de coches o de narraciones de la vida cotidiana (transporte de objetos). Tales vídeos suponen la mitad de los recursos TIC y están siempre vinculados a “youtube” (Figura 6.13).

A estos recursos tecnológicos se suman otros en una menor proporción: “Internet” (dos casos), una “película”, una “cámara fotográfica”, “documentos digitales” y una “presentación digital”. Otros recursos no TIC que aparecen en las aplicaciones de investigación son los “libros de consulta”, las “viñetas” y los cómic (en cuatro de las 26 propuestas, un 15%).

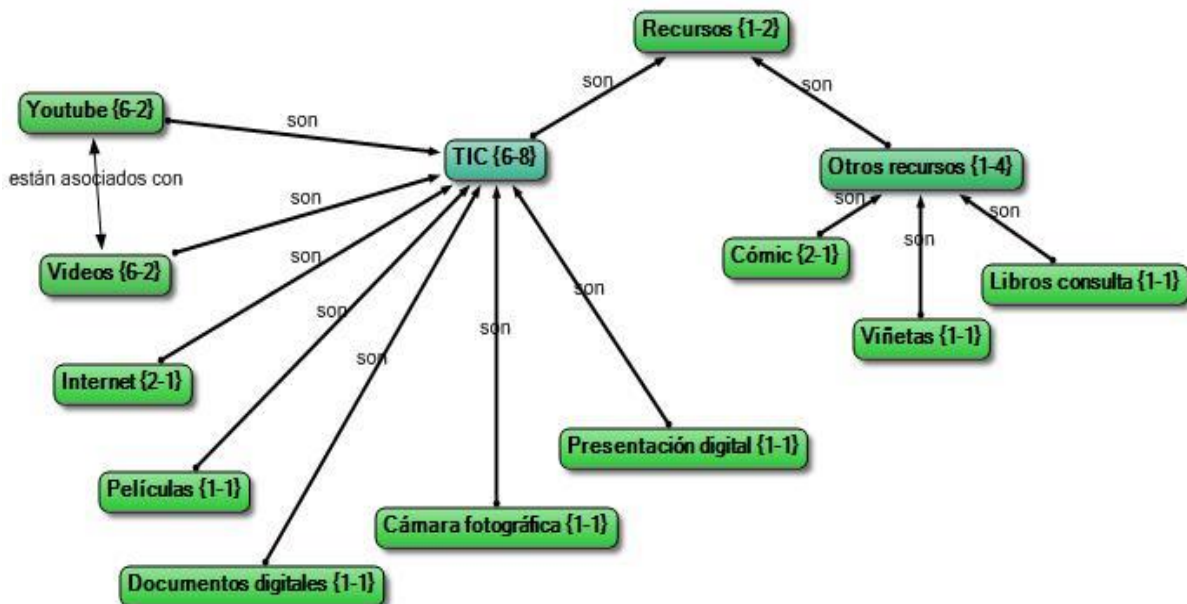


Figura 6.13. Recursos en las aplicaciones de investigación sobre la rampa.

Respecto a las actividades de evaluación de los proyectos didácticos que se han analizado, todas ellas son “individuales” y “del maestro al alumno” (heteroevaluación). Estas actividades suman un total de 127 (un promedio de cuatro a cinco por propuesta didáctica), que contemplan, sobre todo, la

“evaluación de conceptos”: de la rampa como máquina” ( $f = 45$ ) y de los elementos “resistencia, fuerza y peso” ( $f = 13$ ); en segundo lugar, están presentes las actividades de “evaluación del razonamiento científico” sobre la “relación fuerza y resistencia” ( $f = 15$ ) y la “relación inclinación y resistencia” ( $f = 10$ ) y muy próximas a estas, la “evaluación por contraste” de la “fuerza y la resistencia” y el “tipo de material e inclinación”

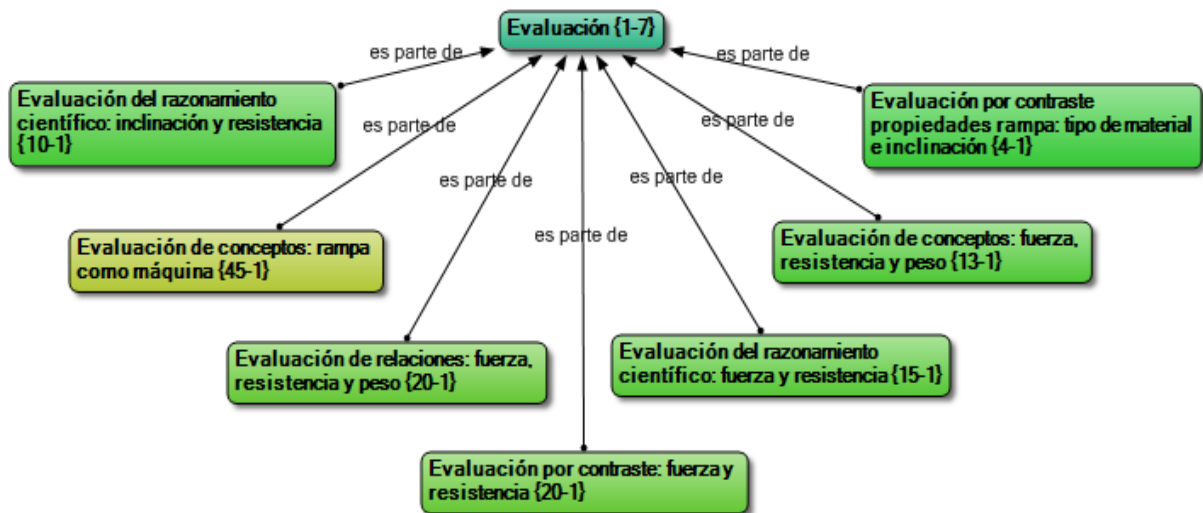


Figura 6.14. Evaluación de la rampa.

#### 6.3.4. Subproblema Principal SP3.4. Competencias.

El Subproblema SP3.4 decía: *¿Se toma la rampa en un contenido que propicia la enseñanza y el aprendizaje de las competencias básicas y sus subcompetencias?*

El análisis de las competencias y subcompetencias que los estudiantes trabajan en sus propuestas didácticas revela que un 92% de las mismas contemplan holísticamente siete de las ocho competencias básicas de la LOE ( $f = 24$ ). Esto es, se recogen todas estas a excepción de la “competencia cultural y artística”, que solamente se contempla en dos propuestas didácticas.

Por otra parte, cabe evidenciar que (Figura 6.15):

- La “competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico” sea trabajada en la misma proporción que la “competencia en comunicación lingüística”. Aunque el contexto “natural” de las propuestas didácticas sea la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, hasta cierto punto es lógico que la competencia lingüística esté a la par si tenemos en cuenta que el alumnado de Educación Primaria debe adquirir un vocabulario técnico y expresiones propias de la ciencia y la tecnología asociadas a la rampa, a sus elementos y medidas, así como a la investigación y experimentación.
- La competencia “aprender a aprender” se desarrolle en el 77% de los casos. Esta proporción nos parece insuficiente si tenemos en cuenta, por un lado, que una propuesta didáctica holística debe contemplar esta competencia como eje vertebrador del proceso de enseñanza-aprendizaje y, por otro lado, están en la base del aprendizaje activo y experiencial que plantean el pragmatismo y el constructivismo (García Vera, 2008). Ambos aspectos, además, consideramos que son parte inherente a los actuales enfoques metodológicos de la enseñanza de las ciencias experimentales.

- La “competencia matemática” sólo se contempla en menos de la mitad de las propuestas (un 46%), en menor proporción que la “competencia social y ciudadana” (54%). La rampa, efectivamente, nos permite trabajar esta última competencia por sus usos en los distintos ámbitos de las sociedades y los valores que conllevan, pero sus elementos comportan medidas –entre otros aspectos- que necesariamente exigen operaciones matemáticas.
- El “tratamiento de la información y competencia digital” solo se pretende desarrollar en algo más de seis de cada diez proyectos didácticos (65%), teniendo en cuenta que esta competencia no solo abarca la estrictamente digital. La investigación y aplicación sobre la rampa debería implicar el trabajo más profuso de las estrategias vinculadas a esta competencia ya que, además, implica la búsqueda de información, su selección, registro y tratamiento o análisis utilizando técnicas y estrategias diversas para acceder a ella según la fuente a la que se acuda y los soportes no digitales que se utilicen.

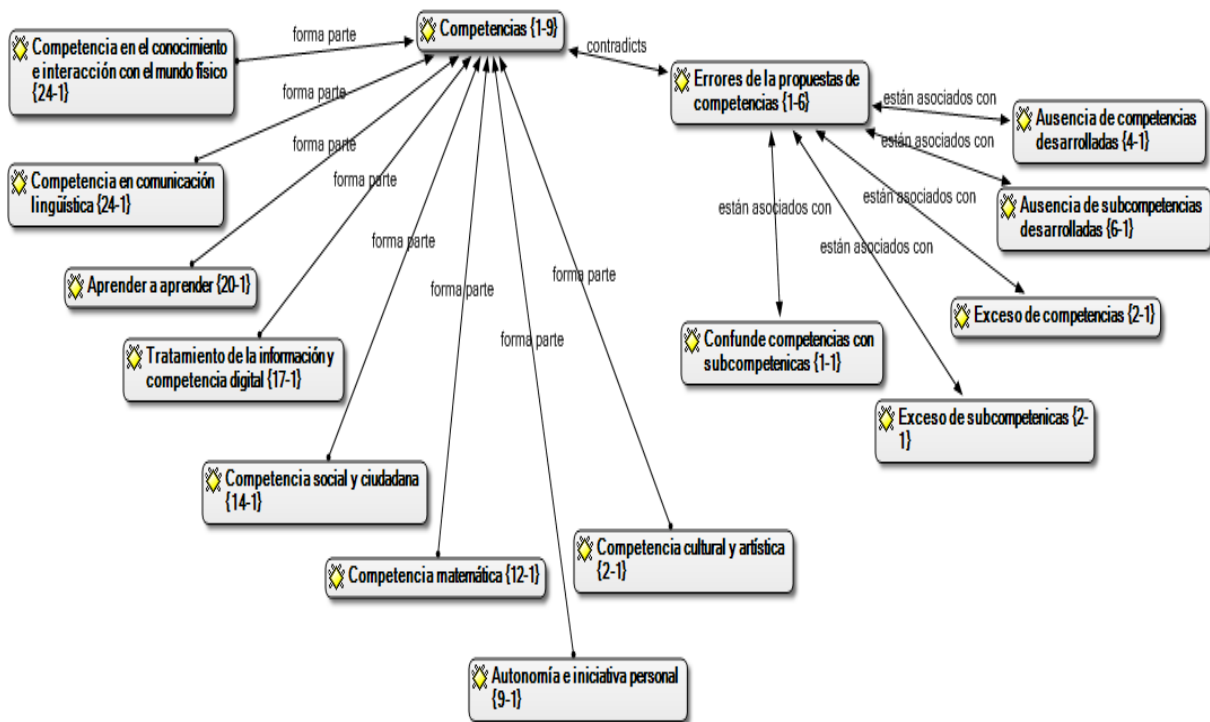


Figura 6.15. Competencias que se desarrollan en los proyectos didácticos “La rampa”. Errores asociados.

Sin embargo, el proceso analítico nos arroja errores en las propuestas de competencias básicas y subcompetencias de los proyectos; en particular, se ha detectado la ausencia de subcompetencias en seis casos (un 23%), la ausencia de competencias que el alumnado especifica que pretende desarrollar (cuatro casos, un 15%), el exceso de competencias y subcompetencias que no se tienen la intencionalidad de trabajar en las propuestas (en ambos errores, un 8%) y la confusión que produce en un estudiante la delimitación operativa entre las competencias y las subcompetencias.

## 6.4. CONCLUSIONES

Como hemos dicho, en el contexto de la realización de un trabajo individual que contribuía bastante en la calificación, se planteó la realización de un Guión de Laboratorio que debía responder a unas pautas

(Contextualización, ¡Vamos a investigar!, ¡Vamos a ver lo que hemos aprendido! y ¿Vamos a aplicar lo aprendido!). El alumnado realizó la tarea fuera del aula y pudo usar y consultar toda la información que necesitó.

Para analizar las producciones de los alumnos, hemos utilizado técnicas de análisis cualitativo. A la vista de los resultados obtenidos, concluimos que:

- la contextualización de los proyectos de los estudiantes se caracterizan por incluir un texto inicial con el estilo narrativo del cuento, de una historia o de una experiencia personal. Utilizan personajes animados e inanimados inventados que invitan al alumnado de Educación Primaria a participar de una forma significativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la rampa.

- el lenguaje utilizado en la contextualización contrasta con el utilizado en el resto de los guiones. Las preguntas de iniciación de una amplia tipología están presentes de una forma útil, pertinente y relevante.

- la rampa se conceptualiza, fundamentalmente, como una máquina que ahorra esfuerzo y que alude al peso, a la altura y a la fuerza. También donde se destacan las relaciones entre los elementos “fuerza y altura” y “fuerza y resistencia”.

- los materiales que más se proponen son la tabla y los libros para la rampa; el hilo con anilla, la cuerda e hilo y el muelle para la fuerza, y los recipientes con ruedas para llenarlos de materiales de distinta índole (piedras, chinarro...) para la resistencia.

- prácticamente tres de cada diez de las instrucciones que acompañan las experiencias de montaje de la rampa son “poco claras”, si bien la mayor parte de los dibujos que las acompañan son coherentes con las mismas.

- casi la totalidad de las experiencias de montaje proponen una “medición gradual” y son “medidas posibles”, tanto de la fuerza como de la resistencia con la rampa completa.

- son abundantes experiencias de montaje de la rampa en las que se formulan preguntas con ausencia de elementos. Los elementos y variables que están presentes en tales preguntas son, fundamentalmente, las relativas a “variación de la inclinación”, “variación de la resistencia”, “relación entre peso y fuerza”, “variación del peso”, “relación entre inclinación y resistencia” y “peso del recipiente”.

- en las experiencias de montaje, los dibujos en 2D o en 3D que no contemplan los elementos de la rampa están presentes en una mayor proporción. Además, tales dibujos 2D/3D con o sin elementos apoyan los datos que se presentan.

- existen errores conceptuales en el elemento fuerza y en la rampa como máquina, así como errores en el montaje de la rampa relativos, sobre todo, a “medidas imposibles” por no contar con los materiales de medición y, en menor proporción, errores de medida en el ángulo, la fuerza y el peso.

- la tipología de fotografías de la rampa es muy amplia, si bien son de carácter ilustrativo en su mayoría y reflejan rampas de laboratorio y rampas de transporte.

- las aplicaciones de investigación de las propuestas didácticas se han agrupado en tres metacategorías con el objetivo de sistematizar la gran variabilidad existente: “aplicación por



observación”, “resolución de problemas prácticos” y “otras aplicaciones”. Las actividades de resolución de problemas son las más numerosas y su tipología la más amplia en cuanto a las variables, elementos y relaciones de la rampa que investiga.

- todas las propuestas didácticas de la rampa plantean actividades de aplicación individual, si bien una proporción muy elevada también contempla actividades grupales entre iguales. Solamente cuatro proyectos incluyen actividades de colaboración del alumnado de Educación Primaria con sus figuras parentales debido a dos razones: complejidad o peligrosidad en el montaje o uso de la rampa en casa y búsqueda de información en la red.

- los recursos TIC son los que acompañan en una mayor proporción a las aplicaciones de investigación, especialmente los vídeos enlazados con youtube, frente a otros impresos (cómic, viñetas y libros de consulta).

- en todos los casos la evaluación del alumnado es individual y mayoritariamente plantea actividades de evaluación de los conceptos asociados a la rampa como máquina.

- aunque sea en una baja proporción, los estudiantes del tercer curso de la Diplomatura de Maestro (Especialidad Educación Primaria), aún no tiene clarificadas las variables asociadas a las subcompetencias, así como el reconocimiento en sus proyectos de determinadas competencias y subcompetencias.

- conceptualmente es muy probable que tengan asimilados el planteamiento competencial que la LOE ha impuesto, pero no a nivel instrumental y técnico. Los estudiantes, también tienden a excederse en declarar el desarrollo de competencias y subcompetencias, lo cual pensamos que se debe a la intención que tienen de dar una visión poco realista pero lo más holística posible de sus planteamientos.

- la rampa efectivamente propicia el desarrollo de las competencias desde un planteamiento holístico, pero no exento de errores en su concreción por parte del alumnado participante.



## **CAPÍTULO 7**

### **Conclusiones**



## CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

---

### CONCLUSIONES

El presente trabajo forma parte de un proyecto más amplio que bajo el título “ADQUIRIR COMPETENCIAS PROFESIONALES PARA ENSEÑAR COMPETENCIAS BÁSICAS: INVESTIGANDO SOBRE LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS PARA ENSEÑAR CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA” (Ref. EDU2012-33210) fue seleccionado dentro del Programa Nacional de Proyectos de Investigación Fundamental en el marco del VI Programa Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, Subprograma de Proyectos de Investigación Fundamental no Orientada (BOE de 31 diciembre de 2011).

En este caso, partíamos de la idea que, para llevar adelante una reforma o una modificación sustantiva de lo que hacemos, se deben tener datos, resultados y evidencias que nos puedan decir: qué ha funcionado de lo anterior, qué no lo ha hecho, qué debemos mantener, qué hay que modificar, qué se debe incorporar... Los cambios educativos son complejos, sea cual sea el nivel al que vayan dirigidos. No pueden ser concebidos como un acontecimiento sino como un proceso que permita una evolución colectiva de los profesionales que deben gestionar la reforma y una adaptación de los principios generales a los contextos particulares de las aulas y de los centros.

Sin embargo, a menudo, se piensa más en “lo nuevo” (las nuevas directrices ministeriales, la necesidad de pasarlo cuanto antes por la ANECA, si se pueden conseguir más créditos para tener más profesores en el área...) que en revisar “lo que tenemos”. Semejante actitud presenta un sin fin de inconvenientes desde una perspectiva de la formación (en los que no vamos a entrar) pero también desde la investigación: necesitamos referentes para poder contrastar si “lo nuevo” produce progresos o retrocesos en relación con “lo que tenemos”.

Si uno revisa la literatura especializada en el ámbito de la formación de los maestros para enseñar ciencias, se da cuenta que no hay estudios suficientes que nos permitan saber qué necesidades formativas estábamos atendiendo, qué estaban aprendiendo nuestro alumnado, cómo los estaban formando, cómo utilizaban los conocimientos en las clases de EP... En definitiva, para saber cómo se pueden mejorar los resultados y la docencia, hay que conocer el alcance de lo que se está haciendo.

Por ello, decíamos al comenzar esta Memoria que la finalidad de este y otro trabajo (Nortes, 2015) era tratar de encontrar respuestas a cuestiones que deberían haberse trabajado antes de promulgar la última reforma, tales como: ¿cuáles eran las necesidades formativas que tratábamos de atender, en relación con la enseñanza de las ciencias, con los estudios de la Diplomatura de Maestro Especialidad de Educación Primaria?; ¿cómo se articulaban las materias curriculares del mencionado título (sus contenidos, su metodología, las actividades realizadas, la forma de evaluarlas...)?; en aquel contexto de la Diplomatura, ¿cómo utilizaban los futuros maestros sus conocimientos, creencias, destrezas... cuando realizan acciones propias de la práctica profesional?; ¿qué aprovechamos y qué deberíamos adaptar o modificar de lo que hacíamos hasta ahora?... Decíamos que estos datos nos permitirán, en un tiempo relativamente cercano, comparar los resultados con los de los actuales alumnos del Grado en Educación Primaria.

En el **Capítulo 1**, decíamos que eras lógico pensar que no se pueden atender todas estas cuestiones con un solo trabajo. Nosotros situábamos éste entre dos perspectivas:

- a) Desde la científica, nos centramos en el tema “*Dispositivos y máquinas mecánicas*”.
- b) Desde la didáctica, nos centramos en el uso de actividades de laboratorio.

Hicimos una revisión de una serie de trabajos que habíamos realizado durante nuestra formación en tercer ciclo. Era lógico considerarlos el origen de este trabajo porque muchas de nuestras preocupaciones que hemos querido atender en éste se fraguaron en aquellos otros. Así, revisamos:

- “Comunicaciones en el currículo oficial” (Pro y Pro Chereguini, 2010)
- “¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de Tecnología en 3º ESO” (Pro y Pro Chereguini, 2011)
- “La presión, una unidad didáctica para 4º de ESO” (Pro Chereguini, 2012a)
- “¿Qué y cómo investigan los maestros sobre su práctica educativa?” (López y Pro Chereguini, 2012).
- “Los conocimientos sobre energía en los currículos de Educación Primaria” (Pro, López y Pro Chereguini, 2014).

Además, teníamos otros dos trabajos que aportaron preliminarmente alguna información sobre esta Tesis.

- “CDC en la formación inicial de maestros: actividades de laboratorio” (Pro Chereguini, 2012b)
- “Formación Inicial de Maestros: Conocimientos y Competencias en unas Actividades de Laboratorio” (Pro Chereguini, 2014)

Como nuestro estudio se apoya en dos realidades concretas (la EP y la titulación universitaria ocupada en la formación inicial de maestros), hicimos una revisión de las aportaciones realizadas en los últimos tiempos en nuestro contexto educativo. Así, vimos

a) en relación con la enseñanza de las ciencias en EP, incidimos en el término competencia, en los consensos en torno a ellas, en las básicas que recoge el currículum, en los diferentes trabajos que se han realizado en esta etapa educativa, en la escasez de investigaciones y en la necesidad de seguir realizando aportaciones...

b) en relación con la formación inicial de maestros en la enseñanza de las ciencias, comentamos la presencia de la DCE en el nuevo título, el carácter e importancia de esta línea de investigación, las contribuciones realizadas en los últimos eventos y en las revistas más relevantes del área, las necesidades y temas que se han atendido y los que no...

En base a todo ello, planteamos el problema central de la investigación: **¿Cómo eran nuestros alumnos de Diplomatura al terminar sus estudios de formación inicial de maestros (FIM)?**

Para ordenar las respuestas formulamos los Problemas de la Investigación que íbamos a atender en esta Tesis Doctoral. Estos eran:

*Problema Principal PP0: ¿Qué necesidades formativas tiene que atender la formación inicial de maestros respecto al tema “Dispositivos y máquinas mecánicas”?*

Y, una vez, puesta en práctica la propuesta formativa en relación con la temática:

*Problema Principal PP1. ¿Cómo utilizan sus conocimientos científicos sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando realizan una actividad de laboratorio?*

*Problema Principal PP2. ¿Cómo utilizaban sus conocimientos didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando les planteaban el diseño de una actividad de enseñanza o una prueba de evaluación de subcompetencias?*

*Problema Principal (PP3). ¿Cómo utilizaban sus conocimientos científicos y didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando deben diseñar un guión de laboratorio para trabajar en un aula de EP?*

Para dar respuesta al PP0, **en el Capítulo 2**, realizamos un análisis del currículum oficial –tanto el del MEC como el de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia- identificando la presencia del tema “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los Objetivos generales de la etapa, en las contribuciones de las áreas a la adquisición de competencias, en los específicos del Área Conocimiento del Medio, en los Contenidos, en los Criterios de evaluación.

Ahora bien, dada la ambigüedad de este tipo de documentos, decidimos analizar la presencia del tema en cuatro editoriales muy utilizadas en nuestra Comunidad Autónoma; dados los objetivos del trabajo, tuvimos una atención especial a las actividades prácticas que aparecían en estos materiales. Establecimos cuatro subproblemas y utilizamos unos protocolos de análisis para dar respuestas a cada uno de ellos. Vamos a sintetizar las conclusiones a las que llegamos:

- SP01: ¿Qué estructura tienen los libros de texto para la enseñanza de “Dispositivos y máquinas mecánicas” del área de Conocimiento del Medio en EP?

A la vista de los resultados encontrados podemos decir que:

- el tema tiene una presencia relevante en todas las editoriales.
- hay una gran heterogeneidad en la denominación de los epígrafes y estos tienen distintas finalidades e intenciones educativas.
- casi todas tienen una sección de Iniciación que aporta ideas para motivar al alumnado o para trabajar los conocimientos iniciales o anteriores
- la sección de desarrollo tiene como finalidad el desarrollo de los contenidos fundamentales. Aunque se presente con diferentes formatos, todos tienen un texto (lo hemos llamado texto principal), acompañado de fotos, dibujos, esquemas, ilustraciones, representaciones... que tratan de facilitar la comprensión, aunque a veces parece que sólo se incluyen por motivos estéticos. Sin embargo, donde se producen mayores diferencias estructurales, es en las actividades.

- la sección de aplicación se refiere a las actividades o información que se plantean tras el desarrollo del texto principal. En casi todos los casos estudiados, se presentan al final de la lección, juntas y sin incorporar ejercicios resueltos ni experiencias. Al igual que ocurre con las actividades de desarrollo, la mayoría de las de aplicación son también cerradas, individuales (sólo cuando implica la construcción de un aparato son grupales) y de aplicación directa.

- la sección de adquisición de competencias parece más de aplicación. Se pone de manifiesto que todavía no se tiene claro su significado.

- SP02: ¿Qué contenidos se contemplan en las unidades sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros de texto seleccionados?

A la vista de los resultados encontrados podemos decir que:

- los contenidos conceptuales se pueden distribuir en una serie de ámbitos de la temática; aunque comparten algunos, son muy heterogéneos; el número de contenidos conceptuales es inabordable.

- existe una presencia importante de errores conceptuales o de expresiones que facilitan las ideas alternativas en el alumnado.

- en cuanto a la presencia de procedimientos en las actividades, hemos de señalar que suelen ser reiterativos predominando el “Análisis de situaciones” y “Sin Procedimientos”; es decir, cuestiones sobre el texto o muy próximas a lo que se expone.

- hay desajustes entre los procedimientos que están presentes en las actividades de la sección de desarrollo y las de la sección de aplicación.

- en cuanto a la presencia de las actitudes en las actividades hay que decir que sencillamente se ignoran.

- SP03: ¿Se ajustan estos contenidos al currículum oficial?

A la vista de los resultados encontrados podemos decir que:

- Aunque hay algunos desajustes y omisiones en alguna editorial (normalmente relacionados con los procedimientos y las actitudes), los contenidos más declarativos del currículum son contemplados, en general, en casi todos los libros de texto. No obstante, se incluyen tantos –no contemplados en el programa oficial- que creemos que se desvirtúa la propuesta.

- más ausencias se perciben en los relacionados con los criterios de evaluación; además, a diferencia de los contenidos, se pone de manifiesto en todas las editoriales.

- la contribución a la adquisición de competencias es muy limitada; predominan aquellas subcompetencias asociadas a los conceptos, al vocabulario, al uso de términos... y alguna de la Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico.

- SP04: ¿Cómo se plantean las prácticas de laboratorio sobre “Dispositivos y máquinas mecánicas” en los libros de texto seleccionados?

A la vista de los resultados encontrados podemos decir que:



- se plantean muy pocas actividades de laboratorio en los libros de texto analizados.
- existe un número, porcentualmente alto, de prácticas cuya finalidad era sólo “construir algo”. No se incide en más procedimientos: no había datos, ni transformaciones, ni análisis, ni conclusiones. Sólo se trataban destrezas manipulativas...
- existe una gran heterogeneidad en los modelos que subyacían en este tipo de actividades, a veces dentro de una misma editorial.

En función de este análisis, se establecieron unas necesidades formativas para los alumnos de la Diplomatura:

- los contenidos de “*Dispositivos y máquinas mecánicas*” eran contenidos relevantes de la etapa; por ello, es una temática que el futuro maestro debía saber y debía saber trabajar en un aula de EP.
- el futuro maestro, en su periodo de formación inicial, debía adquirir criterios que les permitieran elegir, si ha lugar, el material de aprendizaje más idóneo para sus estudiantes.
- dada la cantidad de actividades que se planteaban, resultaba casi imposible hacerlas todas por todos en el aula. De ahí que surgiera otra necesidad formativa: qué criterios debía utilizar el profesor para trabajar unas en el aula y proponer otras para hacerlo fuera de ella.
- los futuros maestros debían tener una formación científica amplia y actualizada porque tenían que seleccionar y secuenciar aquellos que sean relevantes y generadores de nuevos aprendizajes; y detectar los que aparecen erróneamente tratados en los libros de texto. Podría ser útil conocer las técnicas de elaboración de mapas conceptuales.
- nadie es capaz de enseñar lo que no sabe. Nuestros futuros maestros debían conocer y practicar los procedimientos implícitos en los libros de textos. Esto sólo es el punto de partida porque, además, debe aprender estrategias concretas para enseñarlos; enseñar a realizar montajes, a observar, a utilizar técnicas básicas, a analizar datos y situaciones, a realizar predicciones o a establecer conclusiones.
- los maestros en formación inicial deben tener una actitud positiva y crítica hacia los descubrimientos y avances de las ciencias; comportarse con rigor, precisión, coherencia, sin dogmatismo... en las actividades de carácter científico; o manifestar respeto hacia la salud y el medio ambiente. Todo ello, lleva consigo el conocimiento de la historia y evolución de las ciencias, el de sus formas y métodos de trabajo, el de conductas preventivas y activas en defensa del medio... Y, como antes, además, debe aprender técnicas, estrategias y dinámicas para enseñarlos a los alumnos de Educación Primaria.
- es preciso que el futuro profesor conozca el currículum y detecte sus diferencias con el que vivió como estudiante. Y, ante los nuevos, ser críticos, siendo capaz de ver su adecuación a las tendencias de la investigación e innovación en la DCE, sus obstáculos y viabilidad, sus necesidades formativas...
- es preciso clarificar al futuro maestro qué son las competencias y, sobre todo, cómo se traducen en la planificación e intervención en el aula. Deben ser capaces de hacer compatible este nuevo paradigma con los hallazgos ya existentes en la DCE...
- habría que enseñar a los futuros maestros a elaborar las V de Gowin, no sólo como instrumento de análisis sino como estrategia de planificación de la actividad docente.

- se debía ampliar y enriquecer las experiencias y experimentos de nuestros estudiantes, ya sea para que las puedan utilizar como apoyo a sus explicaciones (experiencias de cátedra), como para transformarlas en actividades didácticas que el alumnado debe realizar en el aula, con más o menos autonomía, o como situación en la que un estudiante pueda integrar conocimientos muy variados.

Por último, señalar que, con o sin reforma, era –y es- necesaria una transformación profunda de este recurso didáctico que, nos guste o no, es determinante en nuestro sistema educativo.

Una vez descrito el contexto escolar en el que deberían ejercer su labor profesional nuestros estudiantes, en el **Capítulo 3**, nos ocupamos de describir a los participantes y al contexto en el que se desarrolló su formación inicial.

En cuanto a los primeros, justificamos la elección de los mismos: comodidad, disponibilidad, implicación... y, sobre todo, porque pensamos que las “primeras respuestas” de nuestra investigación deben de orientarse a los alumnos de nuestra Facultad. Elegimos estudiantes de la última promoción de la Diplomatura de Maestro Especialidad Educación Primaria que habían acabado sus estudios.

Señalamos sus características: en cuanto a su historia académica personal, a sus percepciones de las aulas de Primaria (ambos apoyándonos en el trabajo de Nortes, 2015), sus rendimientos académicos y algunas variables sociales. Al respecto podemos decir:

- las clases de Ciencias que habían recibido antes de entrar en la universidad se centraban principalmente en la adquisición de conceptos teóricos. Los demás contenidos, cuando se trabajaban eran de forma anecdótica.

- las actividades más habituales que habían realizado eran escuchar las explicaciones del profesor (apoyadas en el libro y la pizarra) y realizar aquellas que venían en los libros de texto. En general, no se usaban las TICs, ni el trabajo cooperativo, ni las prácticas de laboratorio. Predominaba el trabajo individual frente al de grupo.

- la evaluación se centraba en la constatación del aprendizaje conceptual del alumnado; normalmente se planteaban exámenes en los que debían reproducir conocimientos explicados o realizar ejercicios similares a los “ensayados” en clase.

- en cuanto a actividades de carácter científico que realizaron fuera de la educación formal, conocían y habían visitado muchos museos y había visto alguna serie televisiva aunque, a la vista de sus respuestas, pocos habían apreciado alguna conexión con lo trabajado en las aulas.

- la opinión de nuestros estudiantes sobre los contenidos, actividades y forma de evaluar de sus clases de ciencias es que estos estaban muy lejos de lo que, para ellos, pensaban que sería deseable.

- el estudio de la categorización del grado de innovación percibido en su formación académica anterior a la entrada en la universidad era concluyente: más del 80% no habían “tenido contacto” con elementos innovadores en su experiencia con la enseñanza de las ciencias antes de entrar en la universidad.

- había una minoría que hicieron sus Prácticas de Enseñanza en los tres últimos cursos (4º, 5º y 6º), justamente donde se concentran la mayor parte de los conocimientos de “*Dispositivos y máquinas mecánicas*”. Prácticamente ninguno había trabajado estos contenidos durante las PdE.

- aunque hay valoraciones positivas sobre la tipología de contenidos y sobre la proximidad al mundo cercano al niño, había un predominio de las valoraciones negativas sobre las positivas en cuanto los

contenidos a enseñar. Y los motivos que las justificaban eran: conocimientos alejados de la realidad del niño de EP, poca utilidad y utilización de los mismos, dependencia excesiva de los libros...; como se ve, argumentos contradictorios que ponen de manifiesto la heterogeneidad de las situaciones.

- algo más de la mitad opinaba que los contenidos y algo más las actividades eran muy parecidos a los que estudiaron e hicieron hace años; en la evaluación tampoco detectaban cambios sustantivos.

- opinaban que la tradición y la falta de formación de algunos tutores obligaban a una dependencia exagerada de los libros de texto.

- aunque los valores siguen siendo preocupantes en cuanto al grado de innovación (el 70% apenas han percibido elementos innovadores en el Prácticum), había una sensible mejora respecto a la experiencia personal que habíamos visto en la variable anterior.

- en cuanto a los estudios anteriores, con independencia de la vía de entrada a la Universidad, habían recibido formación en dos materias de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

- en cuanto a las variables sociales, predomina el género femenino, hecho tradicional en estos estudios y se detecta un crecimiento en la edad media por causas en las que no hemos entrado.

En cuanto al contexto, describimos el correspondiente plan de estudios; los descriptores de las materias de carácter científico estudiadas por el alumnado; la innovación introducida por el Departamento de DCE de integrar la formación científica y didáctica (Sánchez, Valcárcel, García-Estañ y Guzmán, 2005; Banet, Jaén y Pro, 2005); los objetivos, contenidos, planteamientos metodológicos y criterios de evaluación de la asignatura "Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza"; y, sobre todo, las actividades concretas -Unidad temática 13 del texto-guía- que se realizaron en relación con el tema "Dispositivos y máquinas mecánicas".

Para dar respuesta al PP1, en el **Capítulo 4**, se utilizaron las respuestas realizadas por los participantes a una prueba sobre una actividad de laboratorio, realizada como parte del examen final de la asignatura. Recordemos que decía:

***Problema Principal Uno PP1. ¿Cómo utilizan sus conocimientos científicos sobre "Dispositivos y máquinas mecánicas" los futuros maestros cuando realizan una actividad de laboratorio?***

Para clarificar y organizar nuestro estudio desdoblamos este PP1 en cuatro subproblemas. Diseñamos los protocolos de análisis de cada tipo de práctica y obtuvimos los siguientes resultados.

- SP1.1. ¿Cómo identifican los elementos de la máquina?

A la vista de los resultados podemos decir:

- no tienen problemas para identificar cada una de las máquinas y reconocer que lo es.

- *En cuanto a las palancas*: no tienen problemas para reconocer si es de primer o segundo género. Tampoco los tienen con los Elemento de palancas ( $F$ ,  $R$ ,  $b_F$  y  $b_R$ ), ni para identificarlos ni para dibujarlos, aunque no indican explícitamente la coincidencia del PA con el cdm de la palanca.

- *En relación con la rampa*: no tienen problemas con los Elementos de la rampa ( $F$ ,  $R$  y  $\alpha$ ) ni para identificarlos ni para dibujarlos.

- *En relación con las poleas:* no tienen problemas para identificar las poleas, tanto fija como móvil. Tampoco los tienen con la identificación de los elementos (F y R).

- *En relación con la Ley de Hooke:* no tienen problemas para identificar los cuerpos elásticos, las propiedades de deformarse y recuperar la forma primitiva y el procedimiento de deducción de la Ley de Hooke. Tampoco los tienen problemas para conocer cuáles son los Elementos característicos de los muelles: la longitud, el alargamiento, la fuerza elástica y la constante elástica

- SP1.2. ¿Cómo realizan el montaje de la experiencia e identifican las fuerzas?

A la vista de los resultados podemos decir:

- no tienen problemas para realizar los montajes.

- *En cuanto a las palancas:* no tienen grandes problemas para identificar las fuerzas intervinientes pero estos aumentan al justificar la interacción que representan o al representarlos.

- *En relación con la rampa:* no tienen muchos problemas con la identificación (más con la representación) de F y R pero sí con la normal, tanto en su justificación como en su representación.

- *En relación con las poleas:* no tienen problemas con la identificación (más con la representación) de F y R (y el peso de la polea en la móvil) pero sí con la justificación de las interacciones que representan.

- *En relación con la Ley de Hooke:* no tienen problemas con la identificación y representación de las fuerzas que intervienen, y pocos para justificar la interacción que representan.

- SP1.3. ¿Cómo realizan las mediciones y las tabulan?

A la vista de los resultados podemos decir:

- no tienen problemas a la hora de tabular

- *En cuanto a las palancas:* tienen problemas con la medida de F y R; no lo tienen con  $b_F$  y  $b_R$ ; más lo tienen con las unidades.

- *En relación con la rampa:* también tienen algunos problemas con las medidas y, sobre todo, con las unidades.

- *En relación con las poleas:* tienen algunos problemas –menos que en otros casos- con las medidas y con las unidades.

- *En relación con la Ley de Hooke:* tienen algunos problemas –menos que en ninguno de los otros casos- con las medidas y con las unidades.

- SP1.4. ¿Cómo establecen las conclusiones? ¿Cumplen las leyes de las máquinas?

A la vista de los resultados podemos decir:

- no tienen problemas para reconocer las leyes de las máquinas y comprobar su cumplimiento; incluso, argumentan que el rozamiento es la causa fundamental del incumplimiento.

- *En cuanto a las palancas:* tienen problemas muy importantes para establecer una ecuación que represente el conjunto de las interacciones; en cuanto al establecimiento de conclusiones, no les resulta complejo reconocer las relaciones entre las variables que demanda el enunciado de las pruebas (relaciones directas de F con R y con  $b_R$  e inversa con  $b_F$ ); .

- *En relación con la rampa:* tienen algunos problemas para reconocer las relaciones entre las variables que demanda el enunciado (relaciones directas de F con R y  $\alpha$ ) .

- *En relación con las poleas:* tienen algunos problemas para reconocer algunas de las relaciones entre las variables que demanda el enunciado (relaciones directas de F y R); en particular que  $F < R$ .

- *En relación con la Ley de Hooke:* tienen algunos problemas en el cálculo de k; también tienen algunos problemas para aplicar el valor de k en otras situaciones hipotéticas o de carácter teórico.

Considerando el porcentaje de aciertos que tienen los futuros maestros los hemos categorizado en cinco categorías: Adecuado, Aceptable, Poco aceptable, Casi nada aceptable y Nada aceptable. En base a esta categorización, hemos realizado algunos contrastes estadísticos y, en base a ellos, hemos obtenido:

- no hay diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las palancas o de las poleas. Por ello, los hemos tratado en conjunto (aumentábamos el número de cada uno de ellos).

- parece que las mejores respuestas se han obtenido en la prueba de la Ley de Hooke y los peores en las poleas. No obstante, queríamos saber si existían diferencias estadísticamente significativas entre las pruebas. Si asumimos un 5% como riesgo de error, podemos decir que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de las pruebas pero, si asumimos un riesgo mayor (10%), hay diferencias entre los que realizaron la Ley de Hooke y el resto.

- los resultados no se pueden considerar satisfactorios, dada la dificultad de la prueba. Menos de la quinta parte de los participantes están en la categoría “adecuado” frente a una tercera parte que están entre “nada aceptable” y “casi nada aceptable”.

Aunque los estudiantes ponen de manifiesto que han adquirido conocimientos científicos en este ámbito, tienen aún contenidos que aprender. Hay, por tanto, margen de mejora suficiente con los estudios de Grado respecto a los de Diplomatura.

Para dar respuesta al PP2, en el **Capítulo 5**, se utilizaron las respuestas realizadas por los participantes a dos cuestiones de la prueba final: una estaba referida al diseño de una actividad de enseñanza y la otra al de una prueba de evaluación. Recordemos que decía:

***Problema Principal Dos PP2. ¿Cómo utilizaban sus conocimientos didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando les planteaban el diseño de una actividad de enseñanza o una prueba de evaluación de subcompetencias?***

Para clarificar y organizar nuestro estudio hemos creído conveniente desdoblarse este PP2 en dos subproblemas, uno para cada instrumento de recogida de información. Vamos a mantener la división en el establecimiento de conclusiones:

- SP2.1. ¿Cómo utilizaban sus conocimientos didácticos sobre los “*Dispositivos y máquinas mecánicas*” los futuros maestros cuando planteaban una actividad de enseñanza de subcompetencias, utilizando un comic?

La prueba que les planteábamos, consistía en que, a partir de una tira (que se les facilitaba), debían diseñar una actividad de enseñanza, con 7 a 10 preguntas ductoras y unas determinadas condiciones; además debían elegir una entre dos temas –dos máquinas simples- y justificar los errores introducidos por los estudiantes y especificar las subcompetencias de cada una de las preguntas planteadas.

Hemos desdoblado este subproblema principal, a su vez, en cuatro subproblemas:

- SP2.1.1. ¿Se ajustaban las propuestas de los futuros maestros a los requisitos planteados en la actividad?

Casi todos realizaron un texto introductorio y se ajustaron al número de preguntas que les solicitábamos. Los problemas vinieron al querer introducir preguntas con una determinada subcompetencia (inferencia cercana y localización de errores). En este sentido, las dificultades son mayores en la primera condición (cerca de un 40% de aciertos) que en la segunda (cerca de un 60%).

En cuanto a la justificación de los errores introducidos intencionadamente por ellos, hemos de decir que son muchos más los que lo hacen de manera inadecuada (sólo un 20% del total de participantes o un tercio de los que incluyen la “localización de errores”) que los que no lo justifican o vierten errores en sus planteamientos.

- SP2.1.2. ¿Qué aciertos tuvieron a la hora de identificar subcompetencias?

Las preguntas que más propusieron son la “*identificación de ideas* (en el texto o en la imagen)” y la de “*inferencia cercana*”. Sin embargo, las más acertadas por el alumnado fueron la de “*localización de error*”, “*significado de términos*” y “*significado de imagen*”, con porcentajes de aciertos superiores al 70%. Estas diferencias no son fáciles de justificar.

- SP2.1.3. ¿Qué dificultades tenían a la hora de utilizar subcompetencias?

En cuanto a los errores o dificultades en el tema de las subcompetencias, los resultados más preocupantes son las de “*inferencia cercana*” e “*inferencia lejana*”.

- SP2.1.4. ¿Qué errores conceptuales han tenido en el desarrollo de la actividad de enseñanza?

En cuanto a los errores, aparecen algunos que ha identificado la literatura especializada: confusión fuerza con trabajo, energía...; utilización inadecuada de potencia en lugar de fuerza aplicada; confusión peso-masa...

- SP2.2. ¿Cómo utilizaban sus conocimientos didácticos sobre los “*Dispositivos y máquinas mecánicas*” los futuros maestros cuando planteaban una actividad de evaluación de subcompetencias, utilizando una prueba experiencial?

La prueba que les planteábamos, consistía en que debían diseñar una prueba experiencial para valorar los conocimientos de los alumnos. Debían tener entre 7 y 10 ítems; además podían elegir una entre dos temas –dos máquinas simples- y especificar las subcompetencias de cada una de las preguntas planteadas.

Hemos desdoblado este subproblema principal, a su vez, en cuatro subproblemas:

- SP2.2.1. ¿Se ajustaban las propuestas de los futuros maestros a los requisitos planteados en la actividad?

El problema principal de la prueba fue que no llegaron a un tercio los que realmente plantearon una prueba experiencial. Una gran mayoría respondieron como si tuvieran que impartir una clase y no pasar una prueba. Incluso, algunos que escogieron una rampa, dejaban caer objetos, lo que hacía que no actuara como máquina.

En cuanto al número de cuestiones no se ajustaron en ambos sentidos: una quinta parte no llegó al mínimo establecido y más de la cuarta parte planteó más del máximo. A pesar de las recomendaciones de que se usaran más de un montaje sólo la mitad de los 30 utilizaban más de un montaje. No obstante, respecto a otra sugerencia que el profesor realizó, casi todos emplearon dibujos explicativos; ahora bien, al señalar las fuerzas intervinientes en las poleas y en las rampas, sólo una tercera parte de los 30 identifican  $F$ ,  $R$ ,  $\alpha$  (en las rampas)...

En cuanto al protocolo para pasar la prueba, se ajustaron a la advertencia “estad atentos porque la experiencia la realicé una sola vez”, aunque existió una cierta tendencia a incluir información innecesaria o a dar datos que faciliten una determinada respuesta.

- SP2.2.2. ¿Qué aciertos tuvieron a la hora de identificar subcompetencias?

A la hora de analizar las preguntas planteadas, no tuvimos en cuenta si la prueba estaba bien planteada; sólo las cuestiones planteadas y las subcompetencias asociadas. Las preguntas que más propusieron eran las de “interpretación de una observación”, “observación por contraste”, “aplicación” y “realización de predicciones” y en este orden. Sin embargo, las que porcentualmente fueron más acertadas eran “realización de predicciones”, “interpretación de una observación”, “interpretación de una observación” y “aplicación”.

- SP2.2.3. ¿Qué dificultades tenían a la hora de utilizar subcompetencias?

En cuanto a las que presentan errores o simplemente falladas, sólo unos pocos no tienen fallos o sólo tienen uno. Las confusiones más habituales se dan entre “observación por contraste” y “observación por relato”; “interpretación de observación” con “observación por relato” y con “observación por contraste”; y, por último, entre “observación por relato” y “medición”.

- SP2.2.4. ¿Qué errores conceptuales han tenido en el desarrollo de la actividad de enseñanza?

En cuanto a los errores conceptuales, aparecen algunos que ha identificado la literatura especializada: 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....

También en este caso, hemos considerado el porcentaje de aciertos que tienen los futuros maestros los hemos categorizado en seis categorías: Muy adecuado, Bastante adecuado, Adecuado, Aceptable, Menos aceptable y Nada aceptable. En base a esta categorización, hemos realizado algunos contrastes estadísticos y, en base a ellos, hemos obtenido:

- no hay relación entre los resultados obtenidos en la actividad del comic y los de la prueba experiencial. Esta “independencia” entre competencias no es nueva ya que, en otros estudios en otra etapa y contexto educativo, se llegaba a esta ausencia de relaciones (Pro y Rodríguez, 2010, 2014a, 2014c).

- los resultados no se pueden considerar satisfactorios con los porcentajes tan altos de “*menos aceptable*” y “*nada aceptable*”. Tanto en la actividad del comic como en la prueba experiencial, más del 40% de los participantes están en estas categorías. Y, en sentido contrario, sólo aproximadamente un 15% está en las categorías “Muy adecuado” y “Bastante adecuado”.

- hay diferencias estadísticamente significativas (si ampliamos el riesgo al 10%) cuando tienen que reconocer subcompetencias de carácter lingüístico y cuando éstas son de conocimiento e interacción en el mundo físico (a favor de las primeras).

Si creamos una variable que sea una combinación lineal de las dos relacionadas con el conocimiento didáctico de los participantes (media de los índices correspondientes) podemos inferir más resultados:

- globalmente no puede considerarse satisfactorios estos valores; de hecho, algo más del 40% están en las categorías “*nada aceptable*” y “*menos aceptable*”. Frente a ello, sólo un 15% se puede categorizar en “*bastante adecuado*” y “*muy adecuado*”.

- no hay relaciones estadísticamente significativas entre los Globales de los Conocimientos científicos y los Globales de los Conocimientos didácticos, lo cual cuestiona algunos apriorismos didácticos.

También en este caso los estudiantes ponen de manifiesto que han adquirido conocimientos didácticos en este ámbito pero tienen aún contenidos que aprender. Hay, por tanto, margen de mejora suficiente con los estudios de Grado respecto a los de Diplomatura.

Por último, en el **Capítulo 6**, abordamos el PP3. Propusimos al alumnado la realización de un guión de laboratorio, referido a una de las máquinas simples que se habían trabajado, para que integraran sus conocimientos científicos y didácticos en una tarea próxima a la práctica profesional. Decía así:

***Problema Principal (PP3). ¿Cómo utilizaban sus conocimientos científicos y didácticos sobre los “Dispositivos y máquinas mecánicas” los futuros maestros cuando deben diseñar un guión de laboratorio para trabajar en un aula de EP?***

Para clarificar y organizar nuestro estudio desdoblamos este PP3 en cuatro subproblemas. Hemos utilizado un diseño descriptivo y exploratorio de tipo cualitativo. El modelo de análisis de la información está basado en la propuesta de Miles & Huberman (1984, 1994).

Aunque teníamos las producciones realizadas por todos los participantes, decidimos centrarnos en las de aquellos que habían optado por realizar “La rampa”. La ampliación a otras opciones hubiera desbordado las intenciones de este análisis. Vamos a comentar brevemente algunas conclusiones:

- SP3.1. ¿Cómo contextualizan las propuestas didácticas los alumnos?

Las propuestas didácticas analizadas se plantean para los tres ciclos pero casi las dos terceras partes elige tercer ciclo, práctica habitual en los estudiantes de Diplomatura. Los temas versan sobre 18 temáticas diferentes: “Pirámides de Egipto”, “Ayuda a los demás”, “Hogar: reformas”, “Supermercado: transporte de cajas”, “Escuela: accesibilidad de discapacitados físicos” y “Los inventos”.



La contextualización de los guiones se caracteriza por incluir un texto inicial con el estilo narrativo del cuento, de una historia o de una experiencia personal. Y tienen como finalidad invitar al alumnado de Educación Primaria a participar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la rampa. El lenguaje utilizado en la contextualización contrasta con el del resto del guión. Las preguntas de iniciación de una amplia tipología están presentes de una forma útil, pertinente y relevante.

- SP3.2. ¿Cómo delimitan semánticamente la rampa? ¿Cuáles son las prácticas de montaje de la rampa que se aportan?

La rampa se conceptualiza como una máquina que ahorra esfuerzo (aunque algunos hablan de ahorro de energía). Alude al peso, a la altura y a la fuerza como los elementos clave de la misma. También donde se destacan las relaciones entre los elementos “fuerza y altura” y “fuerza y resistencia”.

Para indicar cómo se construyen los materiales que más se proponen son la tabla y los libros para la rampa; el hilo con anilla, la cuerda e hilo y el muelle para la fuerza, y los recipientes con ruedas para llenarlos de materiales de distinta índole (piedras, chinarro...) para la resistencia.

No obstante, en un porcentaje importante de casos estas instrucciones son poco claras y absolutamente confusas para niños de EP. Utilizan dibujos, representaciones, esquemas... pero, al ser de elaboración propia muchos de ellos, son poco motivadores y clarificadores.

En las experiencias de montaje, los dibujos en 2D o en 3D que no contemplan los elementos de la rampa están presentes en una mayor proporción. Además, tales dibujos 2D/3D con o sin elementos apoyan los datos que se presentan.

Existen errores conceptuales en el elemento fuerza, en la rampa como máquina, en la representación de los ángulos o fuerzas... También hay errores en el montaje de la rampa relativos, sobre todo, a “medidas imposibles” por no contar con los materiales de medición y, en menor proporción, errores de medida en el ángulo, la fuerza y el peso.

El tipo de fotografías utilizadas es muy amplio, si bien son de carácter ilustrativo en su mayoría y reflejan rampas de laboratorio y rampas de transporte.

- SP3.3. ¿Qué actividades de investigación de la rampa se definen y cuáles son los aspectos didácticos y científicos que están presentes?

Son abundantes experiencias de montaje de la rampa en las que se formulan preguntas con ausencia de elementos. Los elementos y variables que están presentes en tales preguntas son, fundamentalmente, las relativas a “variación de la inclinación”, “variación de la resistencia”, “relación entre peso y fuerza”, “variación del peso”, “relación entre inclinación y resistencia” y “peso del recipiente”.

Aunque casi todos tienen claro que van a proponer que se investigue la relación “fuerza aplicada-resistencia” y “fuerza aplicada-inclinación”, no se proyecta. No obstante, en muchos casos, no se percibe una sistemática en la obtención de datos

En un número importante de casos, la recogida de datos es “sensorial”. No se utilizan instrumentos ni objetos (por ejemplo, un muelle) que permita una medida “medio-rigurosa”.

El número de errores de expresión, las confusiones conceptuales, las medidas imposibles... se ponen de manifiesto más claramente en esta parte.

Son pocos los que presentan las cinco actividades de aplicación de conocimientos. La mayoría son de lápiz y papel; hay algunas de construcción y también de consulta de una página web o descarga de un video. La mayor parte se pueden realizar de forma individual.

- SP3.4. ¿Se torna la rampa en un contenido que propicia la enseñanza y el aprendizaje de las competencias básicas y sus subcompetencias?

Un porcentaje importante de los estudiantes que han participado con este guión, aún no tiene clarificadas las variables asociadas a las subcompetencias, así como el reconocimiento en sus proyectos de determinadas competencias y subcompetencias. Es probable que conceptualmente tengan asimilados el planteamiento competencial, pero no a nivel instrumental y técnico. Los estudiantes, también tienden a excederse en declarar el desarrollo de competencias y subcompetencias, lo cual pensamos que se debe a la intención que tienen de dar una visión poco realista pero lo más holística posible de sus planteamientos.

A la vista de los resultados obtenidos en esta Tesis Doctoral podemos afirmar:

- los alumnos de la Diplomatura de Maestro (Especialidad Educación Primaria) han aprendido conocimientos científicos, didácticos y profesionales. No obstante, existe margen de mejora.
- no todo lo que hacíamos en la Diplomatura es criticable, rechazable o modificable. Habría que seguir indagando en qué ha funcionado y qué no o qué ha faltado... pero partiendo de datos y evidencias como las que hemos mostrado.
- tenemos resultados que nos van a permitir la valoración más objetiva de las innovaciones que introduzcamos en el nuevo contexto del Grado en Educación Primaria.
- por último, hemos diseñado y utilizado estrategias de recogida y análisis de datos que desconocíamos. Al respecto, hemos de decir que no sólo nos ha permitido conocer las realidades educativas trabajadas sino percibir que la investigación es, sin duda, una actividad formativa que puede mejorar nuestra labor docente.

## Referencias Bibliográficas



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AA.VV. (2004). La Universidad de la Convergencia: una mirada crítica. *Revista Interuniversitaria de formación del profesorado*, 18(3).

AA.VV. (2006). Los nuevos retos metodológicos y educativos de la Universidad de la Convergencia. *Revista Interuniv.de formación del profesorado*, 20(3).

AA.VV. (2009a). Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. *Aula de Innovación Educativa*, 186, 6-25.

AA.VV. (2009b). Enseñanza de las Ciencias en un mundo en construcción. *Actas VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Barcelona: Enseñanza de las Ciencias.

AA.VV. (2010). Reinventar la profesión docente. *Interuniversitaria de formación del profesorado*, 24(2).

Abril, A., & Quesada, A. (coord) (2010). *Actas de los XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Jaén: Publicaciones Universidad.

Acebal, M. C., & Brero, V. B. (2010). La responsabilidad ambiental de futuros formadores andaluces. En A. M. Abril y A. Quesada (Eds.), *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 589-596). Baeza: Universidad de Jaén.

Acevedo, J.A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación en Ciencias sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 21-46.

Acevedo, J.A. (2010). Formación del profesorado de Ciencias y enseñanza de la naturaleza de la Ciencia. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación en Ciencias*, 7(3), 653-660.

Acosta, M.C., Carmona, M.C., Flores, A., Ridaura, E., Sánchez, M.C., De La Torre, M., Vázquez, N., & Vela, R. (2011). Taller de ciencias: investigo... las plantas. *Investigación en la escuela*, 74, 23-34.

Alfonseca, M. (1996). *Diccionario Espasa 1000 Científicos*. Madrid. Ed. Espasa.

Álvarez, M., Arias, A., Pérez, U., Serrallo, J. F., Valera, M., & Álvarez, F. J. (2012). Una experiencia de desarrollo de competencias científicas mediante el método de proyectos. En J.M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 641-648). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Aragüés, A. (2012). Enseñanza de las Ciencias: indagación guiada en las prácticas escolares. En J.M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1339-1352). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Aragüés, A., Gil, M. J., & de la Gándara, M. (2013). Papel del medio en el planteamiento de preguntas en una metodología de indagación en Primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 176-181.

Aragüés, A., & Sáez, M. (2014). Análisis de una experiencia con maestros en formación: Modelo de reacción química y ósmosis. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 277-284). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Aragón, L., Jiménez, N., & Oliva, J.M. (2014). Evaluando una experiencia de formación inicial con maestros sobre el sistema Sol-Tierra desde la óptica de la modelización. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 193-200). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Arias, A., Álvarez, M. M., & Álvarez, F. J. (2013). Concepciones del profesorado en formación inicial sobre los roles de docentes y discentes en el aprendizaje de las Ciencias de la Educación Infantil y Primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 194-201.

Azcárate, P., Solís, E., & Hamed, S. (2014). Una propuesta metodológica para abordar el estudio de una actividad formativa. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 643-650). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Aznar, V., & Puig, B. (2014a). Utilizar contextos reales para introducir temas de salud relacionados con las enfermedades infecciosas: ¿Tengo la tuberculosis?. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 711-718). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Aznar, V., & Puig, B. (2014b). ¿Cómo se presentan las enfermedades infecciosas en los libros de texto?. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación en Ciencias sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 135-144.

Banet, E. (2010). El Medio Natural en la LOE: ¿continuidad o cambio en el currículo de Educación Primaria? *Investigación en la Escuela*, 70, 71-88.

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

Banet, E., & López, C. (2010). ¿Cómo mejorar el desayuno de los escolares de Educación Primaria? *Investigación en la Escuela*, 71, 63-80.

Barberá, O. (2002). El área de Didáctica de las Ciencias Experimentales: ¿apuesta por el futuro o error del pasado? *Revista Educación*, 328, 97-109.

Benarroch, A. (2010). La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en las etapas de Infantil y Primaria. *Actas XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 32-52. Jaén: Publicaciones Universidad.

Bermúdez, G.M.A., Lía, A., Díaz, S., & Gavidia, V. (2014). La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria española. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 285-302.

Bermúdez, P., García, S., & Martínez, C. (2014). Enseñanza de las fuerzas: qué recuerdan los estudiantes de 4º de primaria dos años después. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 62-74). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Bermúdez, P., & Martínez, M. C. (2013). Las fuerzas en 4.º de Primaria. Evaluación de una propuesta de enseñanza. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 328-332.

Bonil, J. (2013). IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra*. Girona.

Bonil, J., & Márquez, C. (2009). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de Ciencias? Implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, 354, 447-472.

Bonil, J., Márquez, C., Ribas, T., & Guasch, O. (2008). Una experiencia de trabajo interdisciplinar en la formación inicial de maestros. En R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 384-391). Almería. Editorial Universidad Almería.

Bonil, J., & Pujol, R. (2008a). El paradigma de la complejidad, un marco de referencia para el diseño de un instrumento de evaluación de programas en la formación inicial del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 5-22.

Bonil, J., & Pujol, R.M. (2008b). Orientaciones didácticas para favorecer la presencia del modelo conceptual complejo de ser vivo en la formación inicial de profesorado de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 403-418.

Botella, A. M., Hurtado, A., & Cantó, J. (2013). Las competencias básicas a través del huerto escolar: una propuesta de proyecto de innovación. En J.J. Maquilón y N. Orcajada (Eds.), *Investigación e Innovación en formación del profesorado* (pp. 173-182). Murcia: Universidad de Murcia.

Bugallo, A., Rivadulla, J., & González, C. (2013). Las concepciones didácticas de los maestros en formación: una actividad sobre la energía en Educación Primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 529-534.

Burgos, M., & Ezquerro, A. (2014). Estrategias desarrolladas por los futuros profesores para la elaboración de audiovisuales educativos. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 160-167). Huelva: Serv.Publ.Univ.

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

Caamaño, A. (2009). El estudio de los materiales químicos. *Alambique*, 59, 24-36.

Calvo, A. (2011). Actividad de teatro científico como recurso en la formación de los futuros profesores. *Alambique*, 69, 93-98.

Calvo, M.A., & Martín, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículo oficial, en el campo de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 17-32.

Canelo, J., Junyent, M., & Bonil, J. (2014). Las ideas de alto nivel en un modelo formativo de formación inicial del profesorado. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 360-367). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Cantó, J., Hurtado, A., & Vilches, A. (2013). Una propuesta de actividades “fuera del aula” sobre sostenibilidad para la formación del profesorado. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 638-642.

Cañal, P. (2008). ¿Cómo orientar la formación inicial del profesorado de Educación Primaria en Didáctica de las Ciencias Experimentales?. En R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 256-263). Almería. Editorial Universidad Almería.

Cañal, P. (2009). Activismo, enseñanza de las ciencias en Primaria y formación del profesorado. *Investigación en la Escuela*, 67, 5-22.

Cañal, P., Criado, A., García, A., & Muñoz, G. (2013). La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de EI y EP: concepciones didácticas y prácticas docentes. *Investigación en la Escuela*, 81, 21-42.

Cañal, P., Criado, A. M., Ruiz, N.J., & Herzal, C. (2008). Obstáculos y dificultades de los maestros en formación inicial en el diseño de unidades didácticas de enfoque investigador: el inventario general de obstáculos. En M.R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 344-353). Almería: Universidad de Almería.

Cañas, A., Martín, M.J., & Nieda, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza Editorial.

CARM (2007a). Decreto 286/2007, de 7 de Septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM de 12 de Septiembre de 2007).

CARM (2007b). Decreto 291/2007, de 14 de Septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM de 24 de Septiembre de 2.007).

Casajuana, R. et al. (2008a): *Medio 4*. Valencia: Vicens Vives.

Casajuana, R. et al. (2008b): *Medio 6*. Valencia: Vicens Vives.

Catret, M., Gomis, J., Ivorra, E., & Martínez, J. (2013). El uso del entorno local en la formación científica de los futuros docentes. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 749-753.

Ceballos, M., Escobar, T., & Vilchez, J.E. (2014). El huerto escolar: percepción de futuros maestros sobre su utilidad didáctica. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 285-292). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Ceballos, M., Vilchez, J. E., & Escobar, T. (2013). Valoración de proyectos ambientales por maestros en formación en una actividad de aula basada en la iniciativa BBC WORLD CHALLENGE. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 764-770



Cebrián, G., & Junyent, M. (2010). Las competencias profesionales en Educación para la Sostenibilidad en la formación inicial de profesorado y su evaluación. En A. M. Abril y A. Quesada (Eds.), *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 721-728). Baeza: Universidad de Jaén.

Cebrián, G., & Junyent, M. (2014). Competencias profesionales en Educación para la Sostenibilidad: un estudio exploratorio de la visión de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 32.1, 29-49.

Charro, E., Charro, E., & Gómez, A. (2013). Enseñanza-aprendizaje por indagación de los contenidos relativos a la salud en el Grado de Educación Primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 3812-3816.

Charro, E., & Gómez, A. (2013). El método Delphi como herramienta de diseño curricular de la educación para la salud en la formación del profesor de primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 904-908.

Cid, R., & Bravo, B. (2012). La física y la química en el grado de magisterio: un reto para los alumnos, un reto para la facultad. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 953-960). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Cid, R., & Dasilva, G. (2012). Estudiando cómo los modelos atómicos son introducidos en los libros de texto de Secundaria. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(3), 492-508.

Conde, M., & Sánchez, J. (2013). Integración de la EA en el currículo a nivel de aula. El caso de la experiencia Ecocentros. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1906-1911.

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

Cortés, A., Gándara, M., Calvo, J. M., Martínez, M. B., Ibarra, M. Arlegui, J., & Gil, M. J. (2012). Expectativas, necesidades y oportunidades de los maestros en formación ante la enseñanza de las Ciencias en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 155-176.

Costillo, E., Borrachero, A., Esteban, R., Villalobos, A.M., & Ruiz, C. (2014). Dimensiones educativas del alumnado sobre los que inciden las salidas al medio natural según los profesores en formación de primaria y secundaria. M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 302-309). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Couto, P., García-Barros, S., & Martínez, C. (2013). Cómo son las actividades de didáctica de las ciencias que proponemos a los futuros maestros de primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 877-882.

Criado, A., & García Carmona, A. (2011). Las experiencias prácticas para el conocimiento del medio (natural y tecnológico) en la formación inicial de maestros. *Investigación en la Escuela*, 74, 73-88.

Criado, A., Guzmán, M., García, A., & Cañal, P. (2014). ¿Cómo mejorar la educación científica de primaria en España desde el currículo oficial? Sugerencias a partir de un análisis curricular comparativo en torno a las finalidades y contenidos de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 249-266.

De la Gándara, M., & Cortés, A. L. (2008). ¿Y ahora qué hacer?: introducción a la indagación en la formación del profesorado de Educación Primaria. En M. R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 544-551). Almería: Universidad de Almería.

De la Gándara, M., Gil, M. J., Cortés, A. L., Calvo, J. M., & Martínez, M. B. (2012). Previsiones y valoración de los maestros en formación sobre la indagación en la Educación Primaria. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 269-276). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

De las Heras, M.A., & Jiménez, R. (2011). Experiencias investigadoras para el estudio de los seres vivos en primaria. *Investigación en la Escuela*, 74, 35-44.

De las Heras, M.A., Wamba, A., & Jiménez, R. (2014). El uso de las Prácticas de Enseñanza en la detección del estado de la docencia en las aulas de Educación Primaria. *Investigación en la Escuela*, 84, 87-100.

Del Burgo, M. et al. (2008): *Conocimiento del medio 4*. Madrid: SM.

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

Del Carmen, L. (2001). Los materiales de desarrollo curricular: un cambio imprescindible. *Investigación en la Escuela*, 43, 51-56.

Del Carmen, L. (2010a). Las actividades prácticas en contextos multiculturales de la educación infantil y primaria. *Alambique*, 66, 19-27.

Del Carmen, L. (2010b). Formar maestros competentes: un reto difícil para el sistema educativo. *Alambique*, 66, 10-18.

Del Carmen, L. (2010c). Identidad y diversidad en un mundo globalizado: un proyecto colaborativo en red para el desarrollo de competencias profesionales de los maestros y maestras. *Investigación en la Escuela*, 72, 9-16.

Del Carmen, L., & Jiménez, M.P. (2010). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique*, 66, 48-55.

Díez, J. R., Rico, A., Villarroel, J. D., & Zuazagoitia, D. (2013). El estudio del estado de conservación de los ríos en la formación del futuro profesorado de Educación Primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1061-1067.

Domínguez, J.M. (2012). *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago

Duschl, R. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), pp. 3-14.

Echevarría, I., Morentin, M., Cuesta, M., & Zamalloa, T. (2010). La importancia de las estrategias de comunicación en los museos y centros de ciencia. En A. M. Abril y A. Quesada (Eds.), *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 674-680). Baeza: Universidad de Jaén.

Enrique, C., & Cabo, J.M. (2010). ¿Podemos hablar de una brecha digital de género? Un estudio diagnóstico con estudiantes de Magisterio de Melilla. En A.M. Abril y A. Quesada (Eds.), *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 597-603). Baeza: Universidad de Jaén.

Escobar, T., Ceballos, M., & Vilchez, J. E. (2013). Dificultades previas al Prácticum que perciben los maestros en formación sobre los contenidos de Ciencias del currículo de Primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1126-1131.

Escobar, T., & Vilchez, J. E. (2008). Percepción de los estudiantes de magisterio durante el prácticum sobre las clases reales de Ciencias de Educación Primaria. En R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 583-592). Almería: Universidad de Almería.

Escobar, T., Vilchez, J. E., & Ceballos, M. (2012). Influencia del ajuste de la carga de trabajo autónomo del estudiante de magisterio sobre su rendimiento académico. En J.M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 293-300). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Escudero, C., & Moreira, M. (1999). La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 61-68.

España, E., Blanco, A., & Brero, V. (2014). La reflexión sobre la práctica en la formación inicial del profesorado de ciencias/tecnología. Una propuesta formativa. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp.176-183). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Esteve, P., González, D., & Jaén, M. (2012). Implicaciones socioeconómicas de un problema ambiental: la perca del Nilo en los supermercados del barrio. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 301-308). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Esteve, P., Jaén, M., & López, L. (2013). ¿Cómo nos afecta la pérdida de biodiversidad en el Planeta? El uso de problemas en una propuesta para futuros profesores de Primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1147-1152.

Esteve, P., Jaén, M., & López, L. (2014). La importancia de los invertebrados en nuestras vidas ¿cómo proponen futuros maestros su enseñanza en las aulas de Primaria? En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 335-342). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Etxebarria, L. et al. (2008a). *Conocimiento del medio 3*. Madrid: Santillana

Etxebarria, L. et al. (2008b). *Conocimiento del medio 4*. Madrid: Santillana.

Etxebarria, L. et al. (2008c). *Conocimiento del medio 5*. Madrid: Santillana.

Facultad de Educación (2009). *Título de Maestro de Educación Primaria*. Universidad de Murcia.

Fernández, A., & Conde, J.L. (2009). La ecopedagogía en la formación inicial de maestros. *Investigación en la Escuela*, 71, 39-49.

Fernández, E., Solano, I., & Jiménez, E. (2007). ¿Tamaño o volumen?. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 341-354.

Fernández, J., Escriva, I., & López, L. (2014). Valoración del profesorado en formación inicial sobre la enseñanza de las ciencias mediante investigación escolar. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 549-557). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Fernández, L., Maguregi, G., Sanmartí, N., & Márquez, C. (2013). ¿Son válidas las metodologías activas para el aprendizaje de la dinámica terrestre? IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1227-1232.

Fernández, M., & Torres, A.J. (2014). Los dispositivos tecnológicos cotidianos en libros de texto. Presencia y análisis de las exposiciones. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 290-302.

Fernández, M.T., Tuset, A.M., Pérez, R., & 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.

Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.

Fraile, R. et al. (2009): *Conocimiento del medio 5*. Madrid: SM.

Furió, C., & Furió, C. (2013). Facilitando la reestructuración de las ideas sobre energía y calor de los futuros maestros mediante el modelo de aprendizaje como indagación orientada. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1410-1414.

García, A. (2008). Relaciones CTS en la educación científica básica. I. Un análisis desde los textos escolares en la enseñanza de la electrónica. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 375-388.

García, A., & Criado, A. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: Análisis de su tratamiento en textos de Física y Química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 107-124.

García, A., & Criado, A. M. (2013). Enseñanza de la energía en la etapa 6-12 años: un planteamiento desde el ámbito curricular de las máquinas. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 87-102.

García, A., Criado, A., & Cañal, P. (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 139-157.

García, A., Guzmán, M., & Criado, A. (2014). ¿Qué hacías para aprobar los exámenes de Ciencias que aprendiste y qué cambiarías? *Investigación en la Escuela*, 84, 31-46.

García, B., Sánchez, J., & Mateos, A. (2012). Los ecosistemas y los biotopos: un recurso didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la física y de la química para futuros maestros más allá del aula laboratorio. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 969-974). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

García, J.J., Pro, A., & Saura, O. (1995). Planificación de una unidad didáctica: el estudio del movimiento. *Enseñanza Ciencias*, 13 (2), 211-226.

García, S. (2008). La formación del profesorado de Educación Infantil. En M. R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 246-255). Almería. Editorial Universidad Almería.

García, S., Bugallo, A., & Fuentes, M. J. (2013). Los objetivos de las Ciencias en Primaria y las necesidades formativas, vistas por los maestros en formación. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1460-1466.

García, S., González, C., & Fernández, R. (2014). La erosión. Una oportunidad para trabajar la enseñanza de la energía en la formación del profesorado de Primaria. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 135-142). Huelva: Serv.Publ.Univ.

García, S., & Martínez, C. (2011). ¿Cómo valoran los profesores en ejercicio y en formación unas actividades dirigidas al estudio de la reproducción en la educación obligatoria?. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 5-22.

García, S., & Martínez, C. (2014). La importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas al estudio de la Astronomía desde la perspectiva del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 179-197.

García, S., Martínez, C. González, C., & Bugallo, A. (2012). La energía en la formación de maestros. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1093-1100). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Garrido, A., & Couso, D. (2014). Análisis del aprendizaje y autoeficacia de las controversias socio-científicas (SSI) de futuros maestros de primaria en una formación inicial. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 399-405). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Gil, J., Solano, F., Tobaja, L.M., & Monfort, P. (2013). Propuesta de una herramienta didáctica basada en la V de Gowin para la resolución de problemas de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35 (2). En <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172013000200017>.

Gil, M.J., Cortés, A. L., De la Gándara, M., Calvo, J.M. Martínez, B., Ibarra, J., & Arlegui, J. (2010). Enseñanza de la Ciencia y Tecnología “por indagación” en la Educación Primaria: un estudio diagnóstico. En A. M. Abril y A. Quesada (Eds.), *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 633-638). Baeza (Jaén): Universidad de Jaén.

Gil, M.J., Gándara, M., Dies, M.E., & Martínez, B. (2011). Animales extraordinarios: la construcción y uso de modelos en la Educación Primaria. *Investigación en la Escuela*, 74, 89-110.

Gil, M.J., & Martínez, B. (2014). Construcción del modelo de río: paso previo a la reflexión sobre gestión fluvial. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 269-276). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Gómez, R. et al. (2008a): *Conocimiento del Medio 3*. Madrid: Anaya.

Gómez, R. et al. (2008b): *Conocimiento del Medio 4*. Madrid: Anaya.

González, C., Martínez, C., & García, S. (2013). Cómo son las propuestas de enseñanza que elaboran los futuros maestros. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1617-1622.

González, F. (2008). *El mapa conceptual y el diagrama UVE*. Madrid: Narcea.

Grau, V., Martí, J. y Amat, A. (2013). Una experiencia acerca de la enseñanza de la Óptica para el profesorado de Primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1651-1656.

Hamed, S. (2013). ¿Qué ideas tiene los futuros maestros de Primaria acerca de qué y cómo enseñar y evaluar Ciencias? IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1726-1730.

Hamed, S., Rodríguez, F., & Ezquerro, A. (2014). ¿Qué cambios se detectan con respecto al conocimiento profesional de los futuros maestros de Primaria tras realizar un curso formativo basado en la Investigación Escolar. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 743-750). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Hernández, L. (2013). La enseñanza de la energía desde la óptica de la convergencia europea: una propuesta para la formación del profesorado de Educación Primaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 241-252.

Herrera, L. Olmos, M. C., & Mohamed, L. (2013). Análisis del módulo "Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales" en los planes de estudio del Grado de Educación Primaria en diferentes universidades. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1742-1747.

Jaén, M., & Palop, E., (2011). ¿Qué piensan y cómo dicen que actúan los alumnos y profesores de un centro de Educación Secundaria sobre la gestión del agua, la energía y los residuos?. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 61-74.

Jiménez, E., & Guirao, J.A. (2007). La conceptualización de la posición por alumnos de 11 a 16 años. Propuesta de dominio de instrucción. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 45-58.

Jiménez, J.D. (2000): El análisis de los libros de texto. En J. Perales y P. Cañal: *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 307-322). Alcoy. Editorial Marfil.

Jiménez, M.A., & Márquez, A. F. (2010). Alfabetización socio-científica en Educación Infantil. Las energías renovables. En A. M. Abril y A. Quesada (Eds.), *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 195-208). Baeza (Jaén): Universidad de Jaén.

Jiménez, M.P. (2010): *10 Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Jiménez, N., Macías, C. Navarrete, A., & Oliva, J. M. (2012). Percepciones de los futuros maestros de Primaria en torno a los modelos analógicos como recurso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 431-438). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Jiménez, R. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo y Formación del profesorado en didáctica de las ciencias experimentales. *Actas del XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 246-255. Almería. Editorial Universidad.

Jorquera, M. (2010). Las ideas de estudiantes de Maestro sobre educación musical. *Investigación en la Escuela*, 70, 101-112.

Junyent, M., & Ochoa, L. (2008). Un taller de ciencia en el contexto del proyecto europeo polen: desarrollo de competencias profesionales en la formación inicial del profesorado. En M. R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 285-298). Almería: Universidad de Almería.

Konstantinidou, K., Cerveró, J., & Castells, M. (2010): Argumentación y concepciones científicas de los estudiantes. Una interpretación y orientación didáctica desde una teoría retórico-argumentativa. *Alambique*, 63, 26-38.

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

López, A., & Postigo, Y. (2014). Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 551-570.

López, L., & Pro, C. (2012). ¿Qué y cómo investigan los maestros sobre su práctica educativa? En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 447-454). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

López, L. Esteve, P., & González, D. (2013). ¿Cómo clasifican el agua, la leche o la arena los futuros maestros de Educación Primaria? En J. J. Maquilón y N. Orcajada (Eds.), *Investigación e Innovación en formación del profesorado* (pp. 231-242). Murcia: Universidad de Murcia.

López, L., Esteve, P., & Pro, A. (2013). ¿Cómo utilizan sus conocimientos sobre materiales unos futuros maestros cuando tienen que preparar una barbacoa? IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1954-1960.

López, R., & Jiménez, M.P. (2007). “¿Podemos cazar ranas?” Calidad de los argumentos de alumnado de primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 309-324.

López, R., & Jiménez, M.R. (2009). El aprendizaje del modelo Sol-Tierra. Una oportunidad para la formación de maestros. *Alambique*, 61, 27-37.

Lorca, A. A., Vázquez, B., & Wamba, A. M. (2012). Una mirada al Medio Natural, Social y Cultural a través de las Redes Sociales. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 683-690). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Lucha, P., Dies, M.E., Ferrer, L.M., & Mazas, B. (2014). Análisis de las concepciones sobre el sistema Sol-Tierra de estudiantes de magisterio y dificultades encontradas en su transferencia a otros contextos. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 506-514). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Mc Millan, J., & Schumacher, S. (2010). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Education.

Maguregi, G. (2012). Las semillas no necesitan la luz para germinar. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 465-472). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Maguregi, G. (2013). El modelo de ser vivo: una secuencia indagativa con alumnado del Grado de Educación Primaria. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 2075-2081.

Marba, A., & Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de Ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30.

Marín, N., & Benarroch, A. (2009). Desarrollo, validación y evaluación de un cuestionario de opciones múltiples para identificar y caracterizar las visiones sobre la naturaleza de la Ciencia de profesores en formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 89-108.

Martí, J. (2013). Cambios y continuidades en los modelos de actividad científica que utilizan los estudiantes de maestro de Educación Primaria en las secuencias de actividades que planifican. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 2142-2147.

Martín, C., Prieto, T., & Jiménez, M.A. (2013). El problema de la producción y el consumo de energía: ¿Cómo es tratado en los libros de texto de educación secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 153-171.

Martín, R., & De Juanas, A. (2009). La formación inicial en competencias valorada por los maestros en activo. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del profesorado*, 12(3), 59-69.

Martín, M.J., Nieda, J., & Pérez, A. (2008). Las ciencias para el Mundo Contemporáneo: asignatura común del Bachillerato. *Alambique*, 56, 80-86.

Martín, R., Pórlan, R., & Rivero, A. (2008). La progresión de las concepciones de los futuros maestros sobre la presentación de los contenidos a los alumnos. En M. R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 362-371). Almería: Universidad de Almería.

Martín, R., Rivero, A., Solís, E., Pórlan, R., Rodríguez, F., Azcárate, P., & Ezquerro, A. (2012). Aprender a enseñar ciencias por investigación escolar: recursos para la formación inicial de maestros. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 691-697). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.



Martínez, C., & García, S. (2003). Las actividades de Primaria y ESO incluidas en los textos escolares. ¿Qué objetivos persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 243-264.

Martínez, C., García, S., & Garrido, M. (2008). Los seres vivos en las actividades de enseñanza que se emplean en los niveles educativos iniciales. En M.R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1058-1068). Almería: Universidad de Almería.

Martínez, M., & Jiménez, R. (2014). La indagación en las propuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a los formadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 591-608.

Martínez, M., Jiménez, R., & López, R. (2014). ¿Nuestra propuesta de formación inicial de maestros en Didáctica de las Ciencias Experimentales funciona? De las sensaciones a las pruebas. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 126-134). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Martínez, M., López, R., & Jiménez, M.R. (2013). Propuesta de formación inicial de maestros fundamentada en la enseñanza por indagación centrada en el modelo de Sol-Tierra. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 2173-2178.

Martínez, C., Rivadulla, J.C., & Fuentes, M.J. (2014). Qué idea de energía activan los maestros en formación y qué idea trasladan a la ciencia escolar. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 143-150). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Martínez, M., & Varela, P. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(3), 343-360.

Mc Millan, J., & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Education.

MEC (1990). Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre de 1990, de Ordenación General del Sistema Educativo. (BOE, 4 de octubre de 1990).

MEC (1991). Real Decreto 1440/1991, de 30 de agosto, por el que se establece el título universitario, oficial de Maestro, en sus diversas especialidades y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a su obtención. (BOE, 11 de octubre de 1991).

MEC (1994). Real Decreto 1267/1994, de 10 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre, por el que se establecen las directrices generales comunes de los planes de estudios de los títulos universitarios de carácter oficial y diversos Reales Decretos que aprueban las directrices generales propias de los mismos. (BOE, 11 de junio de 1994).

MEC (1996). Real Decreto 2347/1996, de 8 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre, por el que se establecen las directrices generales comunes de los planes de estudio de los títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional,

así como el real decreto 1267/1994, de 10 de junio, que modifico el anterior. (BOE, 23 de noviembre de 1996).

MEC (1997). Real Decreto 614/1997 de 25 de abril, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre, por el que se establecen las directrices generales comunes de 105 planes de estudios de 105 títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, modificado parcialmente por 105 Reales Decretos 1267/1994 de 10 de junio. y 2347/1996 de 8 de noviembre.

MEC (1998). Real Decreto 779/1998, de 30 de abril, por el que se modifica parcialmente el Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre, por el que se establecen las directrices generales comunes de los planes de estudio de los títulos universitarios de carácter oficial validez en todo el territorio nacional, modificado parcialmente por los Reales Decretos 1267/1994, de 10 de junio; 2347/1996, de 8 de noviembre, y 614/1997, de 25 de abril. (BOE, 1 de mayo de 1998).

MEC (2002). Resolución de 11 de abril de 2002, de la Universidad de Murcia por la que se hace público el plan, de estudios de Maestro-Especialidad en Educación Primaria.

MEC (2002). Ley Orgánica 10/2002 de 23 de diciembre de Calidad de la Educación. (BOE, 24 de diciembre de 2002).

MEC (2006). Real Decreto 1513/2006 de 7 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Primaria (BOE 8 de diciembre de 2006).

MEC (2007a). Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan las enseñanzas mínimas.

MEC (2007b). Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria (BOE 5 de enero de 2007).

MEC (2008). Orden ESD/1729/2008, de 11 de junio, por el que se regula la ordenación y se establece el currículum de bachillerato.

MEC (2010). *PISA 2009. Programa de evaluación internacional de los alumnos. OCDE. Informe español*. Madrid: MEC.

Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 343-358.

Mellado, V., & 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.

Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1984). *Qualitative Data Analysis: A sourcebook of new methods*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.

Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

- Montañés, S., & Jaén, M. (2015). ¿Qué características presentan los contenidos relacionados con las problemáticas ambientales propuestas en los libros de texto de 3º de la ESO? *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 130-148.
- Morantes, Z., Arrieta, X., & Nava, M. (2013). La V de Gowin como mediadora en el desarrollo de la formación cognitiva. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 8 (2). En <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/article/view/5147/9352>
- Morentín, M. (2013). Formación inicial del profesorado de Primaria en visitas escolares a MYCC. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 2393-2397.
- Morentín, M., & Guisasola, J. (2008). Ideas de los estudiantes de magisterio sobre el concepto de interacción entre cuerpos. En M. R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 314-323). Actas de los XXIII Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Almería: Universidad de Almería.
- Muñoz, A., Martín, P., Peña, J., & Arillo, M. A. (2012). Problemas Ambientales Globales: ¿qué saben nuestros alumnos y sus futuros educadores? En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 923-928). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.
- Navarro, M. (2009). Un modelo taxonómico de las actividades de enseñanza de la ciencia como instrumento de formalización del metalenguaje del diseño didáctico. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 209-222.
- Nortes, R. (2015). Historia personal, creencias y utilización de conocimientos sobre la enseñanza de las Ciencias. Un estudio en la Diplomatura de Maestro de Educación Primaria. *Tesis doctoral*. Universidad de Murcia: Facultad de Educación.
- Nortes, R., & Pro, A. (2010). Actitudes hacia las Ciencias de los alumnos en Educación Primaria en la Región de Murcia. En *II Jornadas de los Másteres en Investigación e Innovación en Educación Infantil y Educación Primaria* (pp. 441-464). Murcia: Universidad de Murcia.
- Nortes, R., & Pro, A. (2013). Algunos datos de la historia académica de nuestros maestros en el ámbito de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 1007-1017.
- Novak, J. y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Edic. Martínez Roca.
- Núñez, D. Costillo, E., Borrache, A. B., & Juanez, J. (2013). Ideas alternativas de un grupo de estudiantes para maestro sobre la sucesión ecológica. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 2531-2538.
- Ocaña, M. T., Quijano, R., & Toribio, M. M. (2013). Aprender Ciencia para enseñar Ciencia. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 2545-2551.
- Occelli, M., & Nora Valeiras, N. (2013): Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152.

Pedrinaci, E. (2006). Ciencias para el Mundo Contemporánea: ¿una materia para la participación ciudadana? *Alambique*, 49, 9-19.

Pedrinaci, E., Caamaño, A., Cañal, P., & Pro, A. (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.

Perales F.J., & Vílchez, J.M. (2012). Libros de texto: Ni contigo ni sin ti tienen mis males remedio. *Alambique*, 70, 75-82

Perales, F. J., & Vílchez, J.M. (2015). Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 243-262

Pérez, A. (coord.) (2005). *Evaluación nacional de Actitudes y Valores hacia la Ciencia en entornos educativos*. Madrid: FECYT.

Pérez, J., & Valera, C. (2008) La Didáctica de las Ciencias Experimentales en la materia didáctica y disciplinar del grado de Maestro de Educación Primaria. En A. M. Abril y A. Quesada (Eds.), *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 778-784). Baeza: Universidad de Jaén.

Pérez, U., Álvarez, M., & Serrallé, J.F. (2009). Los errores de los libros de texto de primer curso de ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del universo. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 109-120.

Porlán, R., & Martín, R. (2006). ¿Cómo progresa el profesorado al investigar problemas prácticos relacionados con la enseñanza de las ciencias?. *Alambique*, 48, 92-99.

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

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

Pro, A. (1998). El análisis de las actividades de enseñanza como fundamento para los programas de formación de profesores. *Alambique*, 15, 15-28.

Pro, A. (1999). ¿Qué investigamos? ¿Cómo lo hacemos? ¿A qué conclusiones llegamos? Tres preguntas que hacen pensar. En la obra de Martínez y García: *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales* (pp. 19-43). A Coruña: Serv. Publ. Universidad.

Pro, A. (1999b). Planificación de unidades didácticas: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 411-429.

Pro, A. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la Física. En la obra de Jiménez et al: *Enseñar Ciencias* (pp. 175-202). Barcelona: Grao.

Pro, A. (2006). Planificación de la enseñanza en las Ciencias Experimentales. En la obra de Serrano, J.M. (coor): *Psicología de la instrucción*, Vol. II. (pp. 267-301). Murcia: Diego Marín.

- Pro, A. (2006b). Perfil de la “reforma LOGSE” y perfil de uso: Los fundamentos de los proyectos curriculares de Física y Química en centros de Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 337-356.
- Pro, A. (2007a). De la enseñanza de los conocimientos a la enseñanza de las competencias. *Alambique*, 53, 10-21.
- Pro, A. (2007b). La enseñanza de las Ciencias ante los retos más inmediatos. En el libro: *Programación didáctica y de aula: de la teoría a la práctica docente* (pp. 109-138). Cuenca: Servicio Publicaciones Universidad de Castilla-La Mancha.
- Pro, A. (2007c). Los contenidos de los proyectos curriculares de Física y Química en Secundaria en la implantación de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias* 25(3), 367-386.
- Pro, A. (2008a). Jugando con los circuitos y la corriente eléctrica. En la obra: *El desarrollo del pensamiento científico y técnico en la Educación Primaria* (pp. 43-82). Madrid: ISFP.
- Pro, A. (2008b). Ciencias para el Mundo Contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 56, 87-98.
- Pro, A. (2009a): El estudio de los materiales en los libros de texto de Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Análisis de las actividades planteadas. *Alambique*, 59, 79-92.
- Pro, A. (2009b). ¿Qué investigamos sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales en nuestro contexto educativo? *Investigac.en la Escuela*, 69, 45-59.
- Pro, A. (2009c). 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. (2010a). ¿Cuáles han sido las preocupaciones de los trabajos de innovación en la didáctica de las ciencias? *Alambique*, 65, 73-85.
- Pro, A. (2010b). Reflexiones sobre algunos problemas existentes en la investigación en la didáctica de las ciencias experimentales. En la obra de Vallés, Álvarez y Rikeckmann: *L'activitat docent: intervenció, innovació, investigació* (pp. 313-326). Girona: Documenta Universitaria.
- Pro, A. (coord) (2010c). *Conocimiento e interacción en el mundo físico. La comprensión del entorno próximo*. Madrid. MEC Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa.
- Pro, A. (2011). Aprender y enseñar experiencias... y ahora a desarrollar competencias. *Investigación en la Escuela*, 74, 5-22.
- Pro, A. (2012). Las implicaciones sociales del conocimiento científico y tecnológico forman parte de éste y, por tanto, de su enseñanza. En E. Pedrinaci (coord): *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica* (pp. 171-196). Barcelona: Grao.
- Pro, A. (2014). *Producción, Consumo y Ahorro energético: una propuesta para Educación Primaria*. Barcelona: Graó.

Pro, A., López, L., & Pro Chereguini, C. (2014). Los conocimientos de energía en los currículos de Educación Primaria. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 626-633). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Pro, A., & Miralles, P. (2009). El currículum de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, 27(1), 59-96.

Pro, A., & 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., & Pérez, A. (2014). Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 111-132.

Pro, A., & Pro Chereguini, C. (2010). Comunicaciones en el currículo oficial. *Alambique*, 64, 9-22

Pro, A., & Pro Chereguini, C. (2011): "¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de Tecnología en 3º ESO". *Eureka. Enseñanza y divulgación de la Ciencia*, 8(2), 149-170

Pro, A., & Rodríguez, F.J. (2008). Reflexiones para el diseño de una unidad didáctica sobre circuitos eléctricos en educación primaria. En M. R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 930-942). Almería: Universidad de Almería.

Pro, A., & Rodríguez, F.J. (2010a). Aprender competencias en una propuesta para la enseñanza de los circuitos eléctricos en Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 385-404.

Pro, A., & Rodríguez, F.J. (2010b). Planificación de la propuesta "¿Cuál es la mejor fuente de energía para educación primaria?". En A.M. Abril y A. Quesada (Eds.), *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 48-60). Baeza (Jaén): Universidad de Jaén.

Pro, A., & Rodríguez, F.J. (2011). La investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Educatio Siglo XXI*, 29(1), 129-148.

Pro, A., & Rodríguez, F.J. (2012). El desarrollo de una ecoauditoría para trabajar el consumo y el ahorro energético en educación primaria. En J.M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 277-284). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Pro, A., & Rodríguez, F.J. (2013b). El coche solar... una experiencia de aula para la Educación Primaria. En C. J. Gómez y A. Escarbajal (Eds.), *Calidad e Innovación en Educación Primaria* (pp. 311-322). Murcia: Universidad de Murcia.

Pro, A., & Rodríguez, F.J. (2014a). Qué competencias se desarrollan con una propuesta sobre Fuentes de Energía. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp.118-125). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Pro, A., & Rodríguez, F.J. (2014b). Ahorrando energía en Educación Primaria: estudio de una propuesta de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 151-170.

Pro, A., & Rodríguez, F.J. (2014). Desarrollo de la propuesta "si se necesita más energía... que no se hagan más centrales" en un aula de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 267-284.

Pro, A., & Romero, F. (2002). ¿Cómo han trasladado los contenidos que planteaba la Reforma a las programaciones los profesores?. En la obra: *Relación Secundaria Universidad*, (pp. 725-733). La Laguna: Universidad La Laguna.

Pro, A., & Rosaleni, A. (2008). *Conocimiento e interacción en el mundo físico. La comprensión del entorno próximo*. Madrid. Secretaria General Técnica MEC.

Pro, A., Sánchez, G., & Valcárcel, M.V. (2007): Los contenidos de los libros de texto de Física y Química en la implantación de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 367-386.

Pro, A., & Saura, O. (2000). ¿Qué contenidos conceptuales utilizan los profesores cuando planifican unidades didácticas en la educación secundaria? *Alambique*, 24, 87-98.

Pro, A., & Saura, O. (2007). La planificación: un proceso para la formación, la innovación y la investigación. *Alambique*, 52, 39-55.

Pro, A., Saura, O., & Sánchez, G. (2000). ¿Qué actividades de enseñanza utilizan los profesores en formación inicial y los profesores en ejercicio cuando planifican unidades didácticas? *Investigación en la Escuela*, 40, 23-37.

Pro Chereguini, C. (2012a). La presión, una unidad didáctica para 4º de ESO. *Alambique*, 71, 22-33.

Pro Chereguini, C. (2012b). CDC en la formación inicial de maestros: actividades de laboratorio. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 285-292). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Pro Chereguini, C. (2014): Formación Inicial de Maestros: Conocimientos y Competencias en unas Actividades de Laboratorio. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 235-242). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Puig, B., & Jiménez, M.P. (2015). El modelo de expresión de los genes y el determinismo en los libros de texto de ciencias. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 55-65.

Pujol, R. (2008). Pensar en la Escuela Primaria para pensar en la formación del profesorado, desde la DCE, en el marco del nuevo Grado. En M. R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 354-361). Almería: Universidad de Almería.

Pujol, R.M., Bonil, J., & Márquez, C. (2008). Avanzar en la alfabetización científica: descripción y análisis de una experiencia en torno al estudio del cuerpo humano en educación primaria. *Investigación en la Escuela*, 60, 37-52.

Ramos, J. (2008). Trabajando por proyectos en el Primer ciclo de Primaria: Una experiencia de aula. *Investigación en la Escuela*, 66, 71-80.

Rico, A. (2014). Aprendizaje Cooperativo en el aula de ciencias del grado de Educación Primaria: la naturaleza de la ciencia y el concepto de energía. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 84-90). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Rico, A., & Díez, J. (2014). ¿De dónde procede el alcohol de mi cerveza? El estudio de la Microbiología en la formación inicial de maestras y maestros de Educación Primaria. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 252-259). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Rivadulla, J.C., Martínez, C., & Fuentes, M.J. (2014). Contenidos y habilidades priorizadas por los maestros en formación al diseñar cuestiones de evaluación sobre alimentación en E. Primaria. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 209-216). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Rivero, A., Hamed, S., Martín, R.I, Solís, E., Fernández, J., Porlán, R. Rodríguez, F., Solís, C., Azcárate, P., & Ezquerro, A. (2013). La formación inicial de maestros de Primaria: qué hacer y cómo en Didáctica de las Ciencias. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 3045-3050.

Rivero, A., Solís, E., & Martín, R. (2014). ¿Cómo analizan los futuros maestros sus propuestas didácticas? En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 375-382). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Rodríguez, F., & García, J. E. (2011). ¿Qué diferencias hay entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico de docentes en formación sobre el concepto de energía? *Investigación en la escuela, 75*, 63-71.

Romero, J. (2005). El impacto de las políticas neoconservadoras y neoliberales en la formación inicial del profesorado. el caso británico. *Enseñanza de las Ciencias Sociales, 2005*, 4, 81-92.

Romero, F., & Pro, A. (2010). Afirmaciones de los profesores de secundaria sobre metodología, evaluación y otros aspectos de su trabajo. En A. M. Abril y A. Quesada (Eds.): *XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 401-407). Jaén: Serv. Publicaciones Universidad.

Romero, R., Rodríguez, F., & De las Heras, M.A. (2013). ¿Se trabaja por competencias el Conocimiento Natural en Primaria? Análisis del pensamiento del maestro y de los manuales escolares. *Investigación en la escuela, 81*, 43-56.

Ruiz, J. R., Valdés, A., Sáez, J. M., & Roldán. J. (2012). La realización de gráficos como medio de aprendizaje en Biología. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1307-1312). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Sáez, M. J., & Cortés, A. L. (2012). Aportaciones a la formación científica desde actividades prácticas en el Grado de Maestro de Educación Primaria. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1313-1320). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.

Sáez, M.J., & Cortés, A.L. (2014). El trabajo de campo en contextos de indagación. Estudio comparativo en la formación inicial del profesorado de primaria y secundaria. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp.184-192). Huelva: Serv.Publ.Univ.



Sánchez, G., Bernal, M., García-Estañ, R., Guzmán, D., & Valcárcel, M.V. (2005). *Didáctica de las Ciencias Experimentales I*. Murcia: Diego Marín.

Sánchez, G., & Valcárcel, M.V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el Área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 33-44.

Sánchez, G., & Valcárcel, M.V. (1998). La planificación de Unidades Didácticas en la formación permanente del profesorado de Ciencias: Dimensión subjetiva del contenido de formación. En la obra de E. Banet y A. Pro: *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, I, (pp. 324-335). Murcia, España. Diego Marín.

Sánchez, G., & Valcárcel, M.V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias*. 18 (3), 423-437.

Sánchez, G., & Valcárcel, M.V. (2009). El estudio de los materiales de uso cotidiano en Educación Primaria. *Alambique*, 59, 9-23.

Sánchez, G., & Valcárcel, M.V. (2011). Sustancias solubles y no solubles en agua. *Aula de Innovación Educativa*, 203-204, 79-86.

Sánchez, G., Valcárcel, M.V., Banet, E., & Jaén, M. (1999). ¿Cómo preparamos nuestras clases? Un estudio de las concepciones de titulados en Ciencias sobre la planificación de Unidades Didácticas. En S. García y C. Martínez: *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*, (pp. 211-222). A Coruña: Servicio de Publicaciones Universidad.

Sánchez, J., Conde, M.C., & González, O.J. (2014). Ideas alternativas sobre la Dehesa en Maestros de Primaria en formación. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 659-666). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Sánchez, J., Losada, J., Gallego, D., & Costillo, E. (2014). Dilema moral cruzado: una nueva metodología docente para la promoción de la educación ambiental en la formación universitaria. Aproximación preliminar en el Grado en Educación Primaria. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 456-463). Huelva: Serv.Publ.Univ.

Sanmartí, N. (2008). Què comporta desenvolupar la competència científica? *Guix*, 344, 11-16.

Saura, O., & Pro, A. (2000). "La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento físico" en la obra de F.J. Perales y P. Cañal: *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp. 389-420). Alcoy: Ed. Marfil.

Seminario Primavera (2006). *La enseñanza de las ciencias y la evaluación PISA 2006*. Madrid: Fundación Santillana.

Serrano, F.J. (1999). Análisis de relatos. En J. Sáez, A. Escarbajal, A. García y M. Campillo (coords.), *Cuentos pedagógicos, relatos educativos* (pp. 33-71). Murcia: DM.

Shayer, M., & Adey, P. (1984): *La ciencia de enseñar ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid. Narcea Ediciones.

- Solís, C. (2014). ¿Qué elementos favorecen el cambio de las ideas durante un proceso de investigación científica? En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 414-421). Huelva: Serv.Publ.Univ.
- Solís, E., & López, L. (2014). Progresión del conocimiento sobre el qué enseñar en ciencias de los futuros maestros: avance de un estudio longitudinal. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 201-208). Huelva: Serv.Publ.Univ.
- Travé, G., Pozuelo, F.J., Cañal, P., & De las Heras, M.A. (2013). Experimentación de una guía de análisis de materiales y desarrollo de la enseñanza del medio natural y social. *Investigación en la Escuela*, 81, 5-20.
- Travé, G., & Soto, A. (2014). La enseñanzabilingüe según el profesorado de Primaria: características, facilitadores y dificultades. *Investigación en la Escuela*, 84, 73-86.
- Ull, M.A., Piñero, A., Martínez, M.P., & Aznar, P. (2014). Preconcepciones y actitudes del profesorado de Magisterio ante la incorporación en su docencia de competencias para la sostenibilidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 91-112.
- Urones, C., Escobar, B., & Vacas, J.M. (2013). Las plantas en los libros de Conocimiento del Medio de 2º ciclo de Primaria. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 328-352.
- Uskola, A. (2012). Propuesta indagativa para el aprendizaje de las fases de la luna y su causa. Análisis preliminar. En J. M. Domínguez (Ed.), *XXV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 609-916). Santiago de Compostela: Universidad de Santiago.
- Uskola, A. (2013). Dificultades de estudiantes de magisterio en el conocimiento de las fases de la Luna a lo largo de una secuencia de indagación. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 3581-3587.
- Uskola, A., & Mendiburu, I. (2008). Concepciones acerca del mundo y acerca de la educación ambiental y motivación de estudiantes de magisterio. En M. R. Jiménez (Ed.), *Ciencias para el mundo contemporáneo y formación del profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 275-284). Almería: Universidad de Almería.
- Valcárcel, M.V., & 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.
- Valdés, L., & Espinet, R. (2014). Introduciendo el inglés en la formación de futuros maestros de ciencias. Desarrollo coordinado de materiales y reflexiones sobre el multilingüismo en el aula universitaria. En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 217-225). Huelva: Serv.Publ.Univ.
- Vallés, C., & López, M. (2013). Un proyecto tutorado interdisciplinar en la formación de Maestros. Resultados del proceso de evaluación formativa. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 3327-3332.

Varela, M. M., Pérez, U., Álvarez, M. M., & Álvarez, F. J. (2013). El aprendizaje basado en problemas como propuesta didáctica de educación ambiental para la sostenibilidad en formación inicial de profesorado. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 3618-3623.

Varela, M. M., Pérez, U., Serrallo, J. F., & Arias, A. (2013). Evolución de las concepciones sobre Astronomía de profesorado en formación tras una intervención educativa conactivada desde simulación. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 3612-3617.

Vázquez, B., Jiménez, R., & Mellado, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación en Ciencias, 4(3)*, 372-393.

Vera, N. O. (2008). La pedagogía de proyectos en la escuela: una aproximación a sus discursos en el caso del área de lenguaje. *Enunciación, 13(1)*, 79-94.

Vila, B., Caminal, A., García, P., & Puigcerver, M. (2013). Análisis del uso del VLE Moodle por parte del alumnado universitario del grado de educación primaria de la UB de la asignatura de aprendizaje y enseñanza de las ciencias naturales. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, número extra 2013*, 3705-3710.

Vílchez, J.M., & Bravo, B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias, 33(1)*, 185-202.

Vílchez, J.M., & Casas, R. (2014). ¿Cuáles son las finalidades del aprendizaje científico para el profesorado de EP en formación? ¿Se persiguieron durante su formación científica anterior? En M.A. de las Heras (Ed.), *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante* (pp. 558-565). Huelva: Serv.Publ.Univ.

WCEFA (1990). *World Declaration on Education for All and framework for action to meet basic learning needs*. New York: WCEFA ([http://www.unesco.org/education/efa/ed\\_for\\_all](http://www.unesco.org/education/efa/ed_for_all), consulta: 28-01-2012).



# ANEXOS



**ANEXO 1**  
**Publicaciones del autor**





Antonio de Pro Bueno  
Carlos de Pro  
Chereguini  
Universidad de Murcia

*Este trabajo se centra en la inclusión de un tema novedoso(?) en los programas oficiales de enseñanza de las ciencias en las etapas no universitarias: las comunicaciones. Tras realizar un análisis de su presencia en el currículo oficial, nos centramos en la materia Ciencias para el Mundo Contemporáneo, asignatura común a todos los estudiantes de bachillerato. Se analizan los libros de texto de nueve editoriales y se identifican posibles interrogantes a trabajar en el aula: asociados a problemas de carácter técnico, de tipo terminológico, relacionados con las teorías de la información y la comunicación, y orientados al debate sobre sus repercusiones sociales.*

Palabras clave: *Ciencias para el Mundo Contemporáneo, currículo, libros de texto, ciencia contextualizada.*

### **Communications in the official curriculum**

*This article centres on including a (new?) subject in official science teaching programmes at non-university levels: communications. After carrying out an analysis of its presence in the official curriculum, we focus on the subject Sciences for the Contemporary World, a common subject for all baccalaureate students. We analyse coursebooks from nine publishing houses and identify possible questions to work on in class linked to technical problems of a technical and terminological nature related to theories of information and communication and orientated towards the debate on their repercussions.*

Keywords: *Sciences for the Contemporary World, curriculum, coursebooks, contextualised science.*

### **¿Qué contenidos abordamos en el tema de las comunicaciones?**

A la hora de seleccionar contenidos queremos resaltar tres problemas bastante habituales (aunque evidentemente haya más, dada la complejidad de esta decisión docente...):

- Algunos compañeros defienden la idea –o, por lo menos actúan de forma coherente con ella– de que el contenido de la ciencia escolar es casi inamovible, que se secuencia siempre de la misma manera y que sólo se puede variar la forma de enseñarlo. Desde luego, no encontramos razones, más allá de la tradición, para que debamos impartir previamente los conceptos de campo y potencial eléctricos en el estudio de los circuitos eléctricos, o para empezar la física siempre por la cinemática... Nosotros tenemos propuestas que no incluyen algunos contenidos de siempre ni los organizamos con la misma secuencia de siempre y “no ha pasado nada.

- Hay otros que –ya sea por el crecimiento espectacular del conocimiento científico o por la encomiable necesidad de enseñar todo el programa– plantean temarios tan extensos que parecen querer agotar todas las aportaciones y retos existentes en un nivel, un ciclo o una etapa educativa. Queremos recordar que no se ha demostrado que el alumnado, con los libros más gordos, aprenda más.
- Para concretar los contenidos a enseñar se ha partido de las contribuciones que se podían realizar desde cada disciplina (muchas veces, no se sabe muy bien a qué...) y se ha dado por hecho que el alumnado haría la integración de las aportaciones disciplinares para resolver los problemas que realmente se va a encontrar como ciudadano. Así, nosotros les enseñábamos qué era la longitud de onda o la velocidad de propagación y ellos debían utilizar esos conocimientos para saber qué era eso de la cobertura de su móvil, cómo mejorar la señal de TV o para debatir si la proximidad de una antena de telefonía móvil produce o no produce cáncer. No vamos a entrar en si el estudiante tiene o no capacidad para integrar los conocimientos, o si no tiene motivación o voluntad para hacerlo. Lo cierto es que esta integración no se produce.

No; ni los contenidos a enseñar son únicos ni se puede enseñar todo ni se debe exigir al estudiante una integración que no le ponemos fácil. Hay que elegir. Y hacerlo implica identificar los contenidos que vamos a trabajar en el aula y también dejar a un lado conscientemente otros. ¿Cómo hacerlo? ¿Qué criterios podemos utilizar?

Creemos que, en esta elección, se deberían considerar muchos aspectos: las finalidades educativas que se pretenden (¿atender necesidades ciudadanas, contribuir al desarrollo de unas competencias o unas capacidades, preparar a futuros científicos...?); los interrogantes fundamentales que se quieran responder (la respuesta a éstos determinará las estructuras conceptuales, destrezas, habilidades, procedimientos, formas de actuar... y, en definitiva, los contenidos a enseñar); las características de los que deben aprenderlos (lo que el estudiante sabe sobre el tema, lo que se puede usar para seguir aprendiendo...); la presencia de los contenidos en el contexto (en la prensa, en la TV, en la publicidad) y cómo puede condicionar –para bien o para mal– el aprendizaje del alumnado, y un largo etcétera.

Por lo tanto, la selección del contenido en cualquier temática no es universal y depende de muchos factores. Así, por ejemplo, si hablamos de la energía desde la perspectiva de la ciencia de siempre, automáticamente pensamos en trabajo, energías cinética y potencial, principio de conservación de la energía mecánica..., mientras que, si

lo enfocamos desde la ciencia para la formación básica de un ciudadano, probablemente pensaríamos en consumo y ahorro de energía, fuentes de energía, impacto ambiental de las centrales energéticas, crisis del petróleo...

El tema «Las comunicaciones» es novedoso. Generalmente no se incluía en los programas de las materias de carácter científico; hasta ahora, a lo sumo, se aludía a algunos de sus contenidos al estudiar las ondas o la acústica... pero poco más. Esta circunstancia tiene aspectos positivos y otros que no lo son tanto. En principio, hay una situación más favorable para que la ciencia escolar se apoye, desde el principio, en unos contenidos que sean útiles para la ciudadanía (no tiene que vencer la resistencia a la ciencia de siempre). Pero también es verdad que la novedad nos obliga a partir casi de un folio en blanco y, en consecuencia, a optar por unos contenidos específicos que tengan una identidad propia y diferenciada de otros.

Cuando no se tienen referentes entre los que elegir, se tiende a incluir todo lo que tenga que ver con el tema, incluso conocimientos colaterales... En nuestro caso, por ejemplo, creemos que deben contemplarse: la transmisión, el procesamiento, el almacenamiento y el intercambio de la información; el apagón analógico; el control de la privacidad y protección de datos; las aportaciones tecnológicas en este ámbito... Sin embargo, pensamos que no tienen tanta justificación los de iniciación a la informática, tanto en relación con el hardware de los ordenadores (partes, dispositivos, conexiones...) como con el software (uso del Word, de una hoja de cálculo Excel o del paquete SPSS...).

Somos conscientes de que hay contenidos frontera, difíciles de diseccionar; por ejemplo, en este caso, el uso de Internet. Pero, para abordar este conocimiento desde la perspectiva de la comunicación, no es preciso conocer cómo es un ordenador por dentro. Mientras el currículo esté organizado en torno a disciplinas (por mucho que se hable de competencias...), no se deberían repetir contenidos cuando hay tanto que aprender. Además, en la situación actual, cabe otro peligro: la ciencia de siempre tiene los temas claros; mientras que los otros no, porque resultan menos importantes, son complementarios, están dirigidos a los que no pueden con los anteriores... La diferenciación entre contenidos de primera y de segunda suele llevar a propuestas muy peligrosas.

Por supuesto, no defendemos ni la atomización de los conocimientos ni el aislamiento respecto a los demás, pero tampoco somos partidarios de convertir cada ámbito –sobre todo, los que tienen cierto grado de innovación– en un «cajón de sastre», en el que aparezca todo malmezclado. En este aspecto, el currículo debe desempeñar un papel determinante.

## ¿Cómo aparecen las comunicaciones en el currículo?

Muchas veces se enseña este o aquel contenido sin saber muy bien por lo que se enseña y, desde luego, en pocas ocasiones se dice que sea para atender una necesidad ciudadana. Estamos ante un ámbito del conocimiento de gran actualidad e importancia social, que todos podremos convenir en que se debe tratar en la formación obligatoria de un ciudadano; es decir, que debería recogerse en el currículo oficial de las correspondientes etapas educativas.

Sin embargo, a pesar de las consideraciones anteriores, estos contenidos no suelen aparecer en las asignaturas de ciencias de la secundaria obligatoria (algunas referencias al sonido en el bloque 3 de 2.º curso y a las ondas en el bloque 3 de 4.º). Hay una mayor presencia en la educación primaria, probablemente por el tratamiento más interdisciplinar que lleva o debería llevar consigo el área del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural; esto podría explicar –pero no justificar– la ausencia.

Los contenidos relacionados con las comunicaciones se recogen en la asignatura de tecnología. Podemos apreciarlo en el cuadro 1.

Desde nuestra perspectiva, donde realmente se presenta sin ambigüedades es en el bloque 6 de la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo: «La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento». En el cuadro 2 se pueden ver los contenidos mínimos que se fijaron para el currículo oficial (MEC, 2007) y los que añadió el ministerio al completarlo para los centros del ámbito de su competencia (MEC, 2008).

No sabemos si la novedad del tema puede condicionar nuestra visión de él pero inicialmente nos parece bastante «farragoso» (sobre todo, los de la Orden ESD). Hay un detalle que llama la atención en este último: se repiten dos contenidos, «Criptografía» y «Protección de datos» (¿errata

**Cuadro 1.** Contenidos del currículo de tecnología de la ESO relacionados con las comunicaciones

<p>ESO (1.º a 3.º)  Bloque 8</p>	<p><b>Tecnología de la comunicación. Internet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Internet: conceptos, terminología, estructura y funcionamiento.</li> <li>▪ Herramientas y aplicaciones básicas para la búsqueda, descarga, intercambio y publicación de información</li> <li>▪ Actitud crítica y responsable con la propiedad y la distribución del software y de la información: tipos de licencia de uso y distribución.</li> </ul>
<p>ESO (4.º)  Bloque 3</p>	<p><b>Tecnologías de la comunicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Descripción de los sistemas de comunicación alámbrica e inalámbrica y sus principios técnicos, para transmitir sonido, imagen y datos.</li> <li>▪ Utilización de tecnologías de la comunicación de uso cotidiano.</li> </ul>

**Cuadro 2.** Contenidos del bloque «La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento»

RD 1467/2007 de contenidos mínimos	Orden ESD/1729/2008 para los centros de su competencia
Procesamiento, almacenamiento e intercambio de la información. El salto de lo analógico a lo digital.	[...] Fundamentos científicos y tecnológicos. Cantidad de información.
Tratamiento numérico de la información, de la señal y de la imagen.	Universo multimedia: la imagen y el sonido digital [...].
Internet, un mundo interconectado. Compresión y transmisión de la información. Control de la privacidad y protección de datos.	[...] El ciberespacio (+) [...] Detección y control de errores en la transmisión y tratamiento de información [...] Criptografía. Comunicaciones cifradas [...] Democratización de la información: de receptores a emisores. Control de los contenidos.
La revolución tecnológica de la comunicación: ondas, cables, fibras ópticas, satélites, ADSL, telefonía móvil, GPS, etc. Repercusiones en la vida cotidiana.	Las ondas: base de comunicación de los seres vivos [...] Criptografía y protección de datos.

o escaso cuidado en la redacción curricular?). A pesar de ello, parecen distinguirse tres ámbitos: el de la información, el del mundo de Internet y el de las aportaciones tecnológicas asociadas a la comunicación.

En cuanto a los criterios de evaluación, el currículo habla de que el alumnado debe ser capaz de:

- Analizar aportaciones realizadas por las nuevas tecnologías para buscar soluciones a los problemas de control de la información.
- Comprender la contribución de la ciencia y tecnología a la explicación y resolución de problemas que preocupan a los ciudadanos relativos al acceso a la información y usar los rasgos característicos de la investigación científica a la hora de afrontarlos (perseverancia, espíritu crítico, respeto a las pruebas...).
- Aprender los cambios que las nuevas tecnologías producen en nuestro entorno familiar, profesional, social y de relaciones para actuar como consumidores racionales y críticos, valorando las ventajas y limitaciones de su uso.
- Valorar el conocimiento de los elementos que contribuyen a que la información sea fiable.

Parece que, en este caso, se pone el énfasis en la información (control, acceso, fiabilidad...), las aportaciones tecnológicas y las repercusiones de éstas en la vida cotidiana. El uso de Internet se diluye un poco si lo comparamos con la descripción de los contenidos, y otros contenidos sencillamente desaparecen. Creemos que, en un tema novedoso, sería

deseable una mayor claridad de lo que se pretende y el currículo, tal como se presenta, no lo hace.

### ¿Cómo aparecen las comunicaciones en los libros de texto?

En nuestro contexto educativo, los libros de texto tienen más peso en las aulas que el currículo oficial, lo que ha generado consecuencias no deseadas en la implementación curricular (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008; Pro, 2009). No vamos a profundizar en nuestras críticas a la Administración por las escasas ejemplificaciones que ha difundido para orientar a los docentes y clarificarles lo que se pretende (¿seguimos con el paradigma de no dar recetas?). No obstante, hemos de manifestar que comprendemos que, cuando existe una desorientación, el libro de texto es un elemento de seguridad –nos atreveríamos a decir que de supervivencia– para el profesorado.

Hemos revisado cómo se ha recogido el bloque 6 de «Ciencias para el Mundo Contemporáneo» en nueve editoriales conocidas; sus referencias aparecen en el anexo 1. En el cuadro 3 se recogen los títulos de las lecciones que guardan relación con el tema y las editoriales; en estas últimas y entre paréntesis se indica la frecuencia relativa de páginas respecto al libro completo (en cada editorial).

Como puede verse, la mayoría de los libros de texto dedica una lección al tema, aunque con denominaciones diversas. Precisamente las editoriales que dedican dos lecciones –Mc Graw Hill y Pearson– son las que tienen un porcentaje más alto de presencia (próximo al 20%); mientras que tres de ellas –Editex, SM y Bruño– no llegan al 10%. Indudablemente estos valores no son indicadores de la calidad del contenido, pero suponen una cierta medida de la importancia dada por sus autores al tema en relación con los otros conocimientos de la materia.

No obstante, si hacemos un estudio más micro de los textos encontramos diferencias importantes en los contenidos seleccionados y en las actividades planteadas. Como recientemente analizamos las segundas (Pro, 2009) –aunque el análisis se ocupara de otra temática (Nuevos tiempos, nuevos materiales)– y gran parte de las consideraciones que hicimos se podrían trasladar a la temática que ahora nos ocupa, nos vamos a centrar en los conocimientos.

Podemos distinguir cinco ámbitos: información analógica y digital, funcionamiento de los ordenadores, el mundo de Internet, desarrollo tecnológico asociado a los ordenadores y problemas e implicaciones sociales derivadas de las comunicaciones. No en todas las editoriales se recogen los cinco ámbitos (por ejemplo, SM no se ocupa del funcionamiento de los ordenadores) ni con la misma preocupación (sobre todo, en relación con los problemas sociales). Tampoco en todos los casos se

**Cuadro 3.** Referencias de «La aldea global» en libros de texto

Título del tema o temas	Editorial
La aldea global	Anaya (21/198), Bruño (27/288), Oxford Educación (35/275)
Revolución telemática	Editex (17/335)
De lo analógico a lo digital El mundo interconectado	Mc Graw Hill (55/310)
Tecnología de la información y del conocimiento La aldea global	Pearson Alhambra (37/191)
Un mundo digital	Santillana (31/247)
Un mundo interconectado: la revolución digital	SM (18/271)
De las señales de humo a la aldea global Tercer milenio: la era del conocimiento	Vicens-Vives (37/235)

recogen todos los que aparecen en el currículo oficial (por ejemplo, «Criptografía» y «Comunicaciones cifradas» no aparecen en cuatro de las editoriales, «Las ondas como base de comunicación entre los seres vivos» no se recoge en seis, etc.). Por lo tanto, nos parece que ni los autores han entendido unánimemente cuál es el contenido objeto de enseñanza (¿estaba bien determinado y es un problema sólo de los autores?) ni comparten probablemente las mismas finalidades educativas.

### ¿Qué interrogantes podemos abordar en el tema de las comunicaciones?

En este contexto de desorientación manifiesta, se añade otro problema: la escasa dedicación horaria que tiene la asignatura en el currículo de muchas Comunidades Autónomas (dos horas semanales). Creemos que el incremento del número de horas no lleva implícito necesariamente una mejora en lo que hacemos (hay ejemplos en nuestro contexto de los que debemos aprender: se ha ampliado la dedicación horaria de Lengua y no parece haber mejorado ni la comprensión lectora ni la expresión escrita del alumnado...). Pero, tratándose de una asignatura

natura sin tradición, común a todas las especialidades del bachillerato, con conocimientos en los que muchos profesores no están formados... se podría haber «amparado» algo más institucionalmente, si realmente la Administración está convencida de su utilidad.

En cualquier caso, la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo tiene muchos aspectos positivos que se han señalado en otros trabajos (Pedrinaci, 2006; Martín-Díaz, Niedo y Pérez, 2008; Pro, 2008). Uno de ellos es que —de momento— no tiene un carácter propedéutico, lo que permite que el profesorado pueda elegir y no necesariamente impartir todo el programa. Si bien este factor resulta favorable para casi todo, nos tememos que puede actuar en contra de un tema como éste. Si hay que elegir y estos conocimientos ni están claros ni, en muchos casos, estamos formados para impartirlos, «podemos conseguir» que, en un plazo razonable, desaparezcan de las aulas.

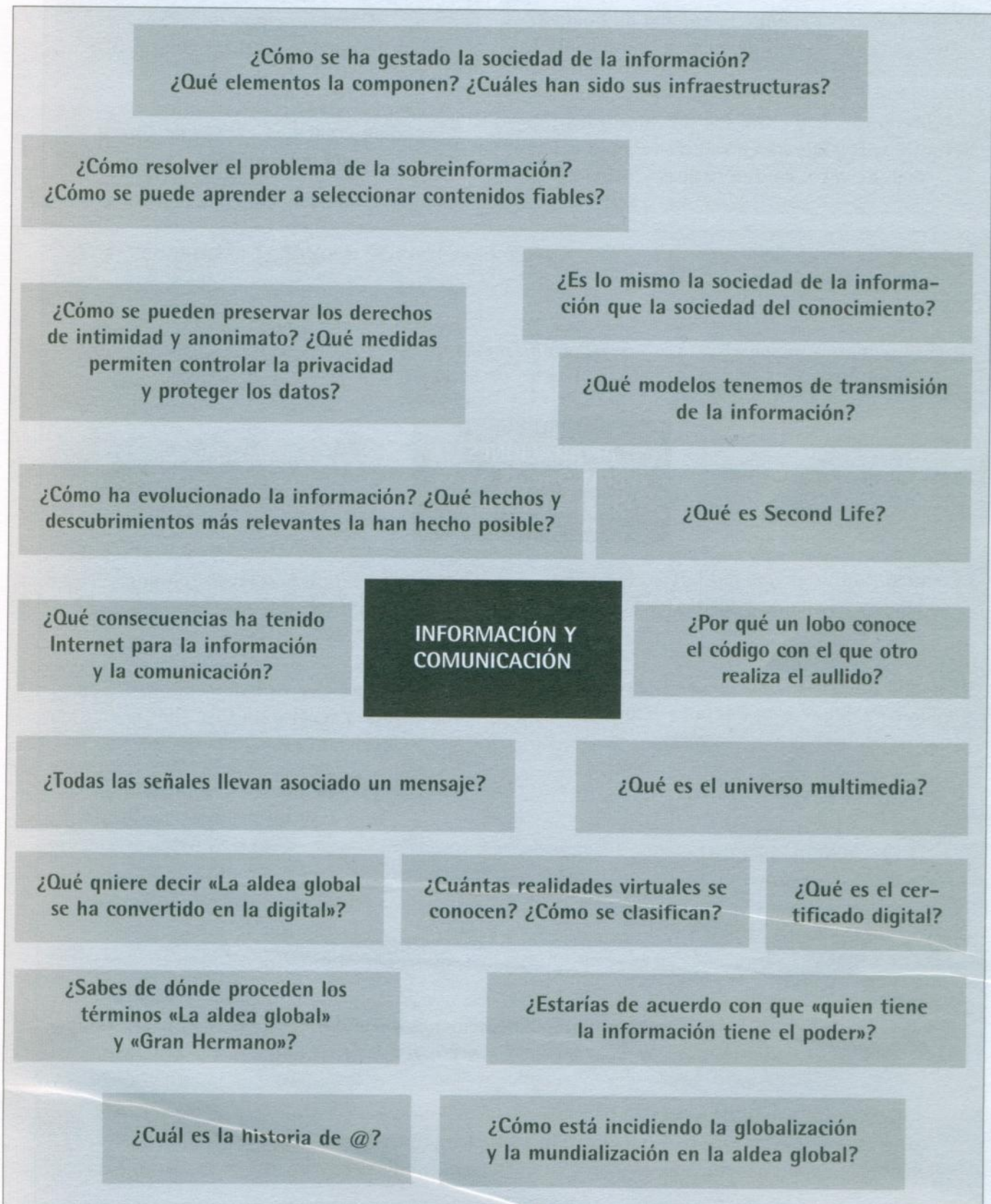
Dejando a un lado esta visión pesimista de la realidad, nosotros hemos analizado el contenido de los libros de texto, hemos desechado aquellos conocimientos que no se contemplan claramente en el currículo oficial y hemos tratado de reorganizar este aparente «caos», distinguiendo tres tipos de interrogantes: los relacionados con la información y la comunicación, los referidos a las aportaciones de tipo tecnológico y las cuestiones de debate social. En relación con los conocimientos relacionados con la información, en el cuadro 4 se recogen algunos de los posibles interrogantes que podría contemplar. Hemos sostenido en numerosas ocasiones que las fronteras de la ciencia y de la tecnología cada vez son más difusas; desde luego, los interrogantes que se recogen pueden ser una prueba de dicha afirmación. Queremos hacer notar que los conocimientos que están detrás de las respuestas a estas cuestiones no se abordan probablemente en el período de formación científica universitaria de los físicos, de los químicos, de los biólogos o de los geólogos. Quizás, a partir de la presencia de este tipo de conocimientos, empiece a ponerse en duda uno de los «dogmas» que ha hecho más daño a nuestro contexto educativo: «la formación científica del profesorado está garantizada en la universidad».

No. Las necesidades de un profesor de la educación obligatoria del siglo XXI tienen un carácter menos disciplinar, más interdisciplinar, que contemple las repercusiones sociales de las aportaciones de la ciencia, más dinámico, porque el conocimiento avanza en todos los frentes y lo de hoy puede no ser útil en cinco años, y más versátil, porque los problemas ciudadanos cambian...

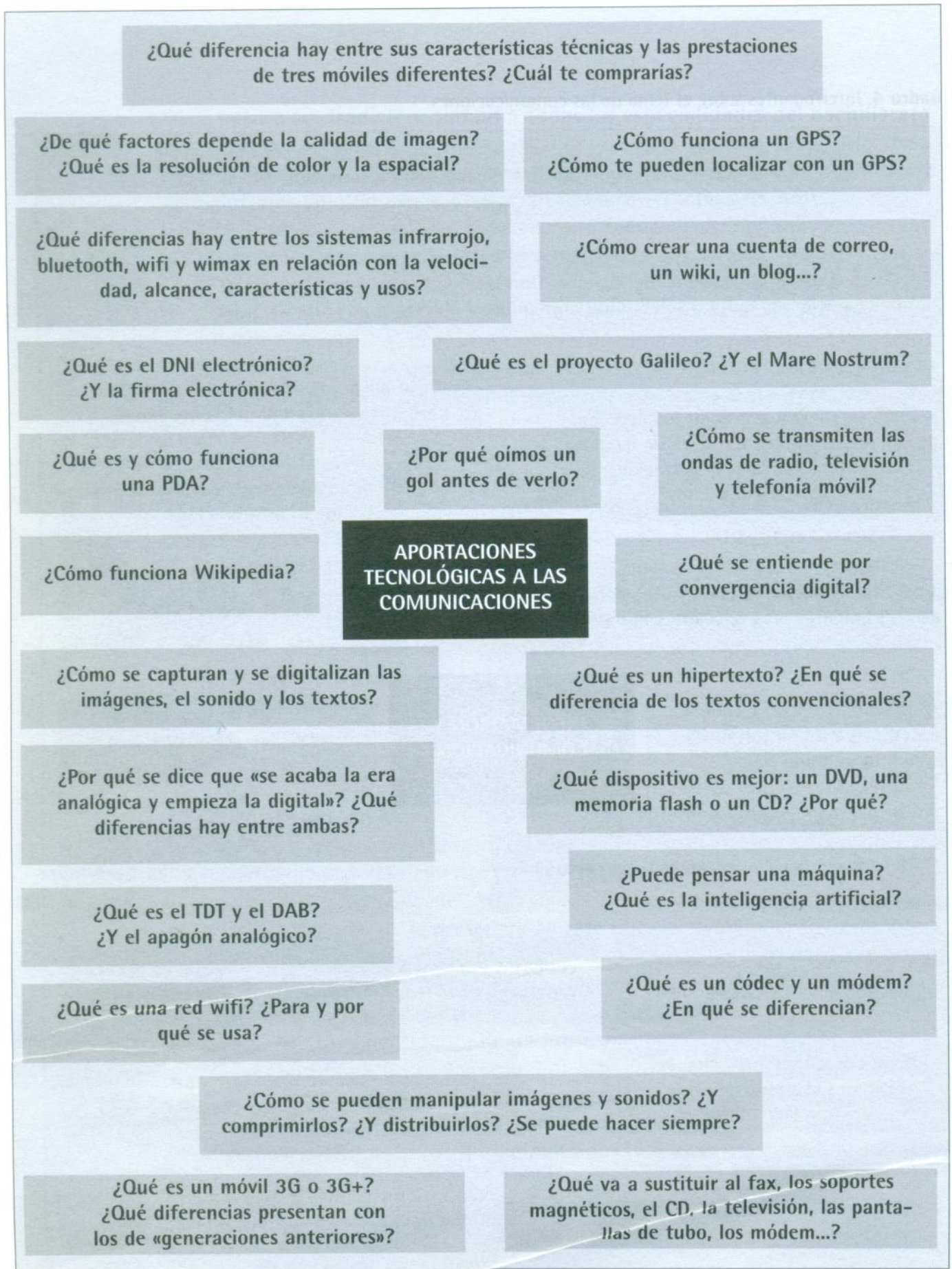
En la misma línea que el anterior, en el cuadro 5 hemos recogido algunos interrogantes relacionados con el desarrollo tecnológico asociado a las comunicaciones.



Cuadro 4. Interrogantes sobre el tema de las comunicaciones

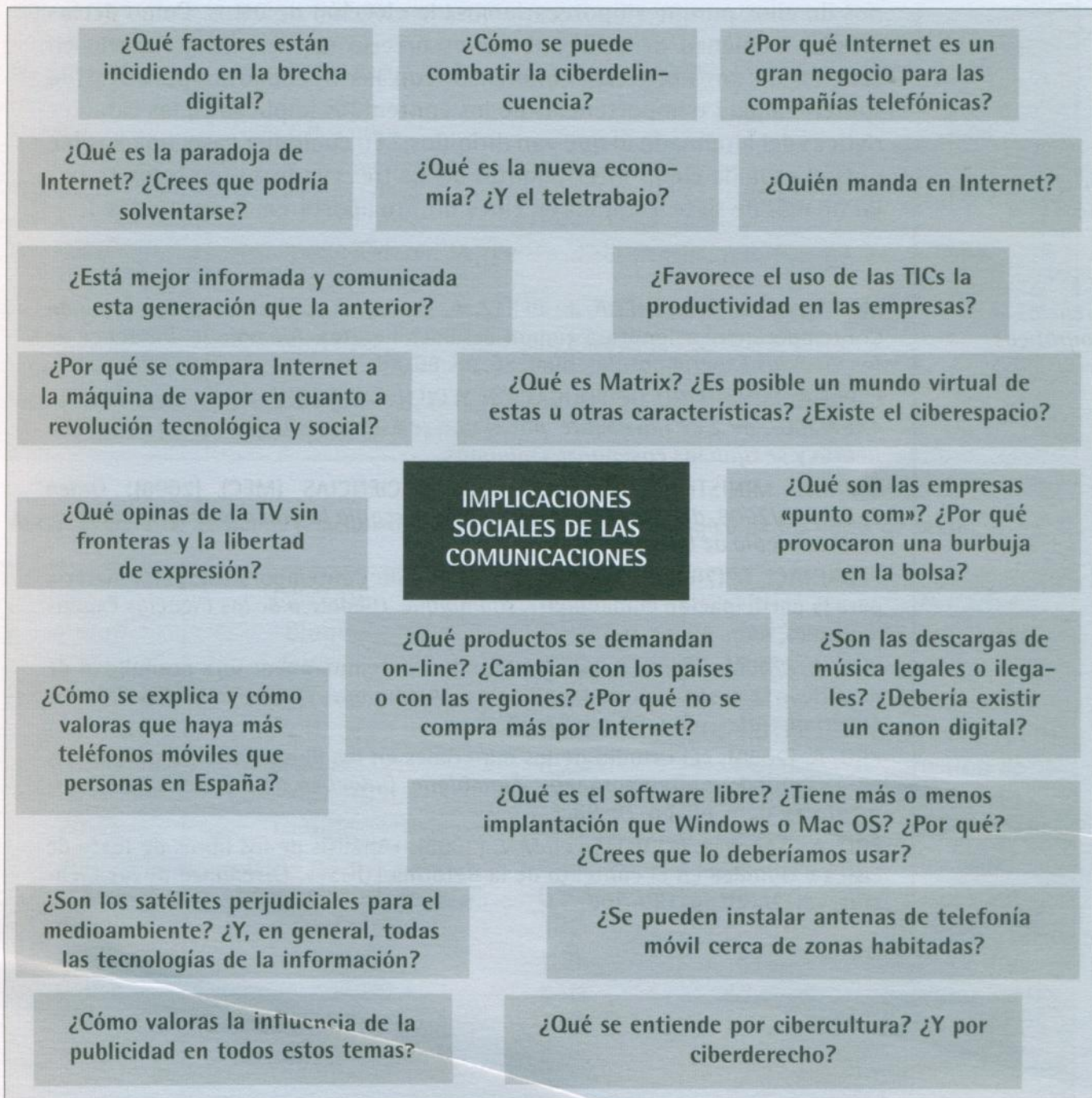


Cuadro 5. Interrogantes relacionados con el desarrollo tecnológico asociado a las comunicaciones



Hay que hacer notar una cuestión singular en este tema: los problemas derivados de la terminología asociada a las comunicaciones. Muchos de los términos se construyen a partir de las siglas de palabras con raíces anglosajonas, otras surgen por la simplificación de otras más complejas, etc. En el anexo 2 se puede encontrar una lista de términos. Llamamos la atención sobre este hecho, aunque no nos detengamos en él en este trabajo.

**Cuadro 6.** Interrogantes que guardan relación con problemas sociales



En el cuadro 6 hemos recogido algunos interrogantes que guardan relación con problemas sociales que se derivan de las comunicaciones. Algunos de ellos son probablemente más próximos a otras materias pero obviamente su situación más adecuada estará en función del tipo de respuestas que busquemos y es indudable que algún conocimiento científico puede estar detrás.

Obviamente resulta imposible abordar todos estos interrogantes, con independencia de su interés. Tampoco se puede profundizar en algunos de ellos porque «hipotecaríamos» la elección de otros. Como decíamos al comienzo de este trabajo, es preciso seleccionar y hacerlo en función de unos criterios coherentes con las finalidades educativas, la «potencialidad e importancia» de los contenidos implicados, las características del alumnado al que van dirigidos... En cualquier caso, una posible opción es la de elegir interrogantes de los tres cuadros y, en total, trabajar no más de siete. Estamos en ello y pronto aportaremos resultados...

#### Referencias bibliográficas

- MARTÍN-DÍAZ, M.J.; NIEDA, J.; PÉREZ, A. (2008): «Las ciencias para el Mundo Contemporáneo: asignatura común del Bachillerato». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 56, pp. 80-86.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS (MEC) (2007): *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan las enseñanzas mínimas*.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS (MEC) (2008): *Orden ESD/1729/2008, de 11 de junio, por la que se regula la ordenación y se establece el currículo de bachillerato*.
- PEDRINACI, E. (2006): «Ciencias para el Mundo Contemporáneo: ¿una materia para la participación ciudadana?». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 49, pp. 9-19.
- PRO, A. (2008): «Ciencias para el Mundo Contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las ciencias». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 56, pp. 87-98.
- PRO, A. (2009): «El estudio de los materiales en los libros de texto de ciencias para el mundo contemporáneo». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 59, pp. 79-93.
- PRO, A.; Sánchez, G.; Valcárcel, M.V. (2008): «Análisis de los libros de texto de Física y Química en el contexto de la Reforma LOGSE». *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 26(2), pp. 189-206.

## Anexo

## Anexo 1. Libros de texto de Ciencias para el Mundo Contemporáneo analizados

Editorial	Autores	Año
Anaya	Rubio, N.; Pulido, C; Roiz, J.M.	2008
Bruño	Panadero, J.E.; Argüello, J.A.; Olazábal, A.; Lozano, A.; Manso, P.; Hernández, J.J.; Fuente, M.R.	2008
Editex	Andrés, D.M.; Barrio, J.	
Mc Graw Hill	Eliás, C.; Jiménez, J.J.; Montón, J.A.; Muñoz, P.J.; Prieto, J.; Serrano, R.	2008
Oxford	Núñez, R. y otros	2008
Pearson	González, M.; Agea, A.; Ballesteros, F.; García, M.E.; Hernández, A.	2008
Santillana	Anguita, F.; Carrión, M.; Cerezo, J.M.; Henche, A.I.; Hidalgo, A.; González, J.; Peña, A.	2008
SM	Pedrinaci, E.; Gil, C.; Jiménez, J.D; Puente, J.; Pedreira, S.	
Vicens-Vives	Delibes, M.; Torres, M.D.; Alonso, A.; Fernández, M.A.; Fernández, M.P.; Mingo, B.; Rodríguez, R.	2008

## Anexo 2. Lista de términos relacionados con el desarrollo tecnológico de los libros de texto

www	UNICODE	FTP	GIF	<i>Pendrive</i>
<i>e-mail</i>	Blogs	DNS	DNS	Memoria flash
IP	<i>e-learning</i>	RSS	GPRS	Monitor CRT
Fenómeno wiki	<i>Bluetooth</i>	Módem	UMTS	Monitor TFT
Web 2.0	Interfaces	Píxeles	SMTP	Protocolo TCP/IP
<i>Reuter</i>	ASCII	RDSI	POP3	Conexión RSDI
JPG	Conexión ADSL	Bit	Spyware	Ficheros FTP
Wi-Fi	Google	SIG	Virus	<i>Firewalls</i>
<i>Byte</i>	Fibra óptica	MP3	Muestreo	<i>Samplear</i>
UC	Sensores CCD	GSM	Blu-ray	Discos SSD
<i>Spam</i>	Sensores CMOS	IRC	S-ATA	Formato AVI
GRID	Facebook	URL	RAW	<i>Códec divx</i>
<i>Códec</i>	Frecuencia muestreo	LAN	<i>Adware</i>	Servidor SMTP
3G	Cable UTP	WAN	TSL	Servidor POP3
ppp	Memorias UFS	GPS	SSL	EPG

WAV	<i>Layer</i>	TIFF	YouTube	PVR
CPU	MPEG3	BMP	Virus	EPG
<i>Drivers</i>	<i>Ethernet</i>	ALU	NFTS	Troyanos
<i>Jumpers</i>	<i>Chipset</i>	<i>Buses</i>	ISO	Ancho de banda
USB	ROM-BIOS	RAM	Código 437	MiniDisc
DDR	LPT1	COM1	Código 850	ISO8859-1
DVD-R	CD-RW	CD-R	<i>Digg</i>	Infografía
DVD+R	DVD-RW	DVD+RW	POP	Knosys
<i>Hub</i>	PDA	<i>Land</i>	SMTP	RedIRIS
<i>Switch</i>	BD	<i>Pit</i>	Eustalsat	Metabuscaores
HTML	<i>Spot</i>	PNG	<i>Net</i>	Messenger
<i>Weblog</i>	ISP	PSD	<i>Usenet</i>	Hispasat
<i>Chat</i>	TCP	XCF	Dolby	SMS
P2P	<i>http</i>	ISP	Astra	WAP
<i>Pishing</i>	FTP	Geoestacionarios	<i>Broadcast</i>	MMS
MiniDIN	GSM	Pantallas LCD	DAB	EMS
e-book	WIMAX	AM	<i>Telnet</i>	GPRS
Domótica	Gusanos	FM		ENIAC
ALU	Ratón	<i>Mare Nostrum</i>		

*Dirección  
de contacto*

*Antonio de Pro*  
Universidad de Murcia  
*nono@um.es*

Este artículo fue solicitado por ALAMBIQUE. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES en noviembre de 2009 y aceptado en febrero de 2010 para su publicación.

# ¿Qué estamos enseñando con los libros de texto? La electricidad y la electrónica de Tecnología en 3º ESO

Carlos de Pro Chereguini y Antonio de Pro Bueno

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. España*  
[carlosdepro@hotmail.com](mailto:carlosdepro@hotmail.com), [nono@um.es](mailto:nono@um.es)

[Recibido en diciembre de 2010, aceptado en febrero de 2011]

Este trabajo trata de dar respuestas al interrogante: ¿Qué estamos enseñando con los libros de texto en Educación Secundaria Obligatoria? En primer lugar, revisamos los trabajos realizados sobre estos materiales en España y, a pesar de la importancia que tienen en nuestro sistema educativo, no hemos encontrado muchos que se hayan ocupado de aquellos que se elaboraron durante la Reforma LOE. Nos centramos en algunos elementos que consideramos fundamentales en estos recursos didácticos: la estructura de las lecciones y los tipos de contenidos (conceptos, procedimientos y actitudes) a través del análisis de las actividades de aprendizaje planteadas por seis libros de texto de editoriales conocidas, relativas al bloque “Electricidad y electrónica” de Tecnología de 3º ESO, y su adecuación o no a la normativa vigente en la CARM. Los resultados muestran algunas de las carencias y deficiencias existentes, y que los libros de texto, en general, no se acomodan a lo que marca el currículum oficial.

**Palabras clave:** Currículum oficial; libros de texto; tecnología; electricidad; electrónica; conceptos; procedimientos; actitudes; ESO.

## What are we teaching with textbooks? Electricity and electronics on technology 3º ESO

### Abstract

The contents of this paper address the following issue: What are we teaching with textbooks in Compulsory Secondary Education? First of all, we reviewed the works that have been published in Spain about these materials and, despite their importance in our educational system, we have not found many studies dealing with those textbooks published during LOE Reform. We focus on some essential elements in these methodological resources: the structure of lessons and their types of contents selected (concepts, procedures and attitudes) through the analysis of learning activities submitted by six textbook publishers known, on the Technology block "Electricity and electronics" 3º ESO, and its suitability or not to current regulations in CARM. The results show some of the shortages and deficiencies these textbooks have, and that, in general, they never comply with the official curriculum guidelines.

**Key words:** Official curriculum; textbooks; technology; electricity; electronics; concepts; procedures; attitudes; ESO.

### Origen y justificación

En nuestro sistema educativo los libros de texto han jugado siempre un papel determinante en las aulas por muchos motivos. En primer lugar, porque a menudo se confunde con el currículum oficial; de hecho, cuando algunos profesores hablan del programa de la asignatura o de los conocimientos que deben enseñar a los estudiantes, se refieren a este recurso didáctico y no tanto al documento legislativo aprobado por la Administración.

Por otro lado, según señalamos en otro trabajo (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008), los libros de texto han servido también de actualización científica del profesorado. Muchas veces los contenidos que hay que trabajar en el aula –a veces por su actualidad y otras por motivos “menos confesables...”– son desconocidos por los docentes. En estas circunstancias, no sólo son útiles para los estudiantes...

En tercer lugar, los libros de texto permiten almacenar y transportar información dispersa, y hacerlo en un formato cómodo. Es un material que puede “manejarse” con facilidad dentro de las aulas. Además, a diferencia de otros recursos -como Internet- se trata de una información “depurada”, útil para el contexto donde se trabaja, pensada para los estudiantes a los que va dirigida...

Además, creemos que los libros de texto dan seguridad. Las ciencias, en general, son difíciles de aprender. El libro cumple las funciones de explicar lo que no ha quedado claro en el aula, plantear actividades para aplicar conocimientos... y, sobre todo, ayuda a compatibilizar distintos ritmos de aprendizaje del alumnado.

Por último, existe un motivo que puede parecer banal y es que, en nuestro sistema educativo, se suceden, con cierta cotidianidad, las reformas (LOGSE, LOCE, LOE...) y sus consiguientes concreciones por las Comunidades Autónomas. En esta situación de permanente transitoriedad, muchos profesores se quejan de que no saben o no comprenden qué novedades introduce la última modificación curricular. En este contexto de desorientación, los libros de texto pueden responder preguntas tan importantes como qué contenidos se deben impartir o, incluso, cómo se deben enseñar.

Sin embargo, muchos investigadores han criticado el papel que juega el libro de texto en las aulas, la idoneidad de los contenidos, sus errores, sus limitaciones... (Jiménez, 2000; Del Carmen, 2001; Martínez y García, 2003; Calvo y Martín, 2005...). Nosotros creemos que pueden ser una ayuda en el proceso de enseñanza/aprendizaje, siempre que no sean “el único recurso”. Hoy día el mundo de las TICs, el tratamiento de las noticias por la prensa, la presencia de la ciencia en los programas de TV, la invasión de mensajes publicitarios que utilizan el reclamo científico, etc. demandan una formación ciudadana a la que el libro de texto, en solitario, no puede dar respuesta.

En cualquier caso, a pesar de las críticas, hay pocos profesores que no los utilicen. Por ello, dada su importancia e implantación, creemos necesario conocerlos mejor, identificar y analizar qué contenidos contemplan (y, en consecuencia, se están enseñando en las clases), estudiar su adecuación científica y didáctica, valorar su ajuste a los programas oficiales, etc. En este contexto, situamos este trabajo.

## Problemas de investigación

Parece innecesario justificar que, en una publicación, no se pueden abordar todas las facetas y ángulos desde los que se podrían estudiar estos materiales de aprendizaje, ni todos los temas ni todas las editoriales. Nos hemos centrado en la materia de Tecnologías de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO); en particular, nos hemos ocupado de los conocimientos de Electricidad y Electrónica. La elección de la temática no fue aleatoria y en ella concurren diversos factores: interés personal, importancia del tema, antecedentes en la literatura especializada...

Partiendo de lo que Mc Millan y Schumacher (2005) entienden por problema de investigación, sus características y posibilidades, y las consideraciones que realizan sobre la importancia, significación, oportunidad... de los mismos, nos hemos planteado tres problemas principales.

*Problema Principal Uno (PP1): ¿Qué características generales y estructura tienen los libros de texto para la enseñanza de la “Electricidad y electrónica” de Tecnologías de 3º de ESO?*

Cuando hablamos de características generales, nos referimos a los autores, al número de lecciones y páginas que se ocupan del bloque, al peso relativo en el conjunto de la obra... Al hablar de estructura nos referimos a las partes de la lección (iniciación, desarrollo, aplicación,



evaluación...), a cómo se denominan las actividades, a cuántas se plantean... En ambos casos, no entramos en el contenido -que lo dejamos para otro PP- sino en el “continente”.

*Problema Principal Dos (PP2): ¿Qué contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) se contemplan en las unidades sobre “Electricidad y electrónica” en los libros de texto seleccionados? ¿Resultan coherentes con la estructura del mismo?*

En este caso nos referimos a los contenidos presentes en el texto principal y en las actividades de las lecciones de Electricidad y Electrónica. Hemos diferenciado conceptos, procedimientos y actitudes para facilitar el análisis y valorar la coherencia en relación con la presencia de estos contenidos.

*Problema Principal Tres (PP3): ¿Se ajustan estos contenidos a lo que contempla el currículum oficial de la Región de Murcia?*

Parece “casi obligado”, después de lo mencionado, que valoremos si los textos se ajustan o no al currículum en vigor en nuestra Comunidad Autónoma (CARM). De todos los elementos posibles, nos hemos ocupado de tres: contenidos, criterios de evaluación y adquisición de competencias.

## Revisión de las aportaciones

Nos hemos centrado en cómo se contemplan el tema “Electricidad y electrónica” en el currículum oficial de la CARM y qué nos dicen algunas aportaciones sobre la utilización de los libros de texto.

### Análisis del currículum oficial de la CARM

El currículum oficial de la Región de Murcia lo recoge el Decreto 291/2007, de 14 de Septiembre (CARM, 2007). Hemos analizado el [Anexo I](#) del mencionado documento para ver qué dice sobre la enseñanza de la Electricidad y Electrónica en de 3º de Tecnologías.

Aunque hay referencias en la introducción, en el apartado de las contribuciones de la materia a la adquisición de competencias o implícitamente en algunos objetivos, las alusiones más concretas las encontramos en los apartados Contenidos y Criterios de evaluación

a) Los contenidos objeto de estudio los encontramos, para la materia de Tecnologías de 3º de ESO, dentro del “*Bloque 5. Electricidad y electrónica*”, y son los siguientes:

- Circuito eléctrico: magnitudes eléctricas básicas. Simbología. Ley de Ohm.
- Circuito en serie, paralelo, mixto.
- Circuito eléctrico: corriente alterna y corriente continua.
- Potencia y energía eléctrica.
- Montajes eléctricos sencillos: circuitos mixtos. Inversor del sentido de giro.
- Máquinas eléctricas básicas: dinamo y motor de corriente continua. Generación de la corriente eléctrica. Alternador.
- Efectos de la corriente eléctrica: electromagnetismo. Aplicaciones.
- Aparatos de medidas: voltímetro, amperímetro, polímetro. Realización de medidas sencillas.
- Introducción a la electrónica básica: el diodo y la resistencia, el transistor como interruptor.
- Descripción de componentes y montajes básicos.

b) De los veintisiete criterios de evaluación que establece el currículum oficial para la materia, tienen relación con nuestro tema los siguientes:

12. Diseñar, simular y realizar montajes de circuitos eléctricos sencillos en corriente continua, empleando pilas, interruptores, resistencias, bombillas, motores y electroimanes, como respuesta a un fin predeterminado.
13. Describir las partes y el funcionamiento de las máquinas eléctricas básicas.
14. Describir y utilizar el electromagnetismo en aplicaciones tecnológicas sencillas.
15. Utilizar correctamente las magnitudes eléctricas básicas, sus instrumentos de medida y su simbología.
16. Montar un circuito electrónico sencillo empleando, al menos, diodos, transistores y resistencias, a partir de un esquema predeterminado.

Este es el marco curricular que va a tener una incidencia directa en todo el trabajo y, sobre todo, en el PP3.

### Aportaciones de la investigación en relación con los libros de texto

Hemos revisado las aportaciones, en cuanto al uso del libro de texto en el ámbito científico y tecnológico, realizadas a partir de 2007, fecha de publicación de la reforma LOE, en la Educación Secundaria. En la Tabla 1 se recogen algunos y sus características.

Autores	Año	Temática investigada
García	2008	Análisis de los textos escolares de 3º de la ESO de Tecnología relacionados con la electrónica, desde una perspectiva CTS.
García y Criado	2008	Análisis del tratamiento CTS de la energía nuclear en los libros de texto de Física y Química de la ESO.
Pro, Sánchez y Valcárcel	2008	Análisis de los contenidos y actividades de los libros de texto de Física y Química en la implantación de la reforma LOGSE, en relación con el tema de Electricidad y Magnetismo.
Caamaño	2009	Análisis de la presencia de los conocimientos sobre materiales en los libros de texto de secundaria.
Navarro	2009	Diseño y aplicación de un modelo taxonómico para analizar las actividades de los libros de texto.
Pérez, Álvarez y Serrallé	2009	Identificación de errores en los libros de texto de 1º de la ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del Universo.
Pro	2009	Análisis de las actividades planteadas en el estudio de los materiales en los libros de texto de ciencias para el mundo contemporáneo.

**Tabla 1.** Trabajos de investigación sobre libros de texto en Educación Secundaria.

En primer lugar, hemos de decir que, probablemente por la proximidad temporal, hay pocos trabajos que se hayan ocupado de los materiales elaborados a partir de la Reforma LOE.

Las investigaciones se han realizado desde perspectivas diferentes: selección de contenidos, errores conceptuales, tipo de actividades, ilustraciones, uso de analogías, etc. Hacemos una mención especial a dos aportaciones: por un lado, la nuestra (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008) que, si bien se refiere a la Reforma LOGSE, utiliza un modelo de análisis parecido al que usamos en este trabajo; por otro, la de García (2008) ya que se centra en los contenidos de Electrónica de 3º de Tecnologías.

En relación con las demás aportaciones, se sigue insistiendo en que es el material curricular más utilizado. También se repiten algunas consideraciones que apuntamos inicialmente: confusión con el currículum oficial, aspectos positivos y negativos que tiene su utilización, efectos orientadores para la práctica educativa del profesorado, factores ideológicos que

condicionan la visión y el enfoque de los contenidos y la importancia que tiene el simultanear su uso con el de otros recursos educativos.

## Muestra de libros de texto

Se trata de un diseño ex post facto en el que se selecciona una muestra de libros, se diseñan unos protocolos de análisis documental, los aplicamos y analizamos los resultados.

Los libros de texto seleccionados corresponden a seis editoriales muy utilizadas en la CARM: Mc Graw Hill (EDIT1), Edelvives (EDIT2), Anaya (EDIT3), SM (EDIT4), Edebé (EDIT5) y Oxford (EDIT6). En el [Anexo 1](#), se recogen los autores, la nomenclatura empleada en este trabajo, los títulos de las lecciones estudiadas y el índice de contenidos correspondiente.

El número de autores suele ser engañoso porque no todos participan en todas las unidades del libro; la presencia de conocimientos tan heterogéneos (relacionados con el uso del ordenador, de las TICs, del dibujo técnico, de física...) puede haber influido en la “cantidad”.

Únicamente EDIT6 conserva la denominación del bloque del currículum y, además, ubica todos los contenidos en una sola lección. En el polo opuesto habría que situar EDIT5 con tres lecciones y la inclusión de algún título un tanto alejado del oficial. En EDIT1, EDIT2 y EDIT4, los contenidos de Electricidad y Electrónica se trabajan en lecciones diferenciadas. En EDIT3 hay “algún solapamiento”. En general, la idea de bloque no se ha interpretado de forma integradora sino sumativa.

## Protocolos de análisis

Dado que nuestra investigación gira en torno a tres Problemas Principales, vamos a describir los instrumentos de recogida de información utilizados en cada uno.

### i) En relación con PP1

Había que definir las características generales de los textos. Nos hemos centrado en el número de lecciones, las páginas que ocupan, y el porcentaje que suponen respecto al total de cada obra.

También hemos diferenciado las secciones de las lecciones. Tal como realizó García (2008) y nosotros (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008), distinguimos entre:

- a) *sección de iniciación*: aquella que se encuentra al inicio de la lección y que pretende motivar al alumno o identificar sus ideas previas.
- b) *sección de desarrollo*: aquella que recoge el texto principal; puede contemplar actividades integradas en el mismo o en sus márgenes.
- c) *sección de aplicación*: aquella que se plantea tras el desarrollo del texto principal para que los alumnos apliquen lo que ha aprendido.
- d) *sección de evaluación*: aquella que denominan así los autores, y que sirve para que el alumnado valore lo que ha aprendido en la lección o para orientarlo de cara a pruebas escritas.

### ii) En relación con PP2

Pretendíamos identificar y analizar los contenidos presentes en cada lección. Para los conceptuales se realizó un listado de los conceptos presentes en el texto principal y en las actividades; luego se agruparon en función de tópicos que comentaremos. Para los

procedimientos y actitudes, hemos analizado cada una de las actividades, usando nuestras clasificaciones de contenidos (Pro, 2003).

iii) En relación con el PP3

A partir de los contenidos y criterios de evaluación del currículum de la CARM (2007), hemos construido dos parrillas –una para cada uno- para valorar su presencia.

En cuanto a las competencias, no existe una coincidencia entre las subcompetencias contempladas en el currículum estatal y en el autonómico. Casi todas las que aparecen en el autonómico se recogen en el estatal pero no al revés. No obstante, dada la formulación del PP3, hemos utilizado los de la CARM (2007) como referentes. Como veremos, se ha utilizado una parrilla semejante a las anteriores.

## Resultados del problema principal uno (PP1)

Para dar respuesta al PP1, lo desdoblamos en dos subproblemas (SP1.1. y SP1.2). Mantenemos esta diferenciación en la descripción y discusión de los resultados.

### SP1.1. ¿Cuáles son las características generales que definen los libros estudiados?

En el [Anexo 1](#) hemos recogido datos sobre la presencia del bloque Electricidad y Electrónica en los textos: número de lecciones y páginas que ocupan, y porcentaje que supone en cada editorial.

No todas las editoriales dedican la misma extensión al bloque. Las que le dan más importancia son EDIT2, EDIT3 y EDIT5 ya que el número total de lecciones y de páginas superan el 20% del total de la obra (más de la quinta parte de la asignatura). El porcentaje en las otras (EDIT1, EDIT4 y EDIT6) es menor, tanto en lecciones como en páginas (no llegan al 15%). Los valores reflejan la heterogeneidad con la que se tratan los contenidos en los libros de texto.

### SP1.2. ¿Qué estructura tienen los libros de texto estudiados?

Ya dijimos que distinguimos cuatro partes en cada lección: iniciación (I), desarrollo (D), aplicación (A) y evaluación (E). En el [Anexo 2](#), hemos descrito la estructura; se incluye, la denominación dada por los autores y, entre paréntesis, el número de actividades planteadas en cada epígrafe. En las dos últimas columnas se señalan el número total de actividades por lección y por editorial.

A la vista de los resultados de la tabla podemos decir:

a) La *sección de iniciación* se encuentra en casi todos los textos (salvo en EDIT2) y tiene formatos similares. Consta de un texto breve acompañado de unas cuestiones (entre 3 y 5), cuya finalidad es motivar al alumnado para estudiar el tema. Además, en EDIT1, EDIT3 y EDIT4, los apartados “Recuerdas qué es...?”, “Nos hacemos preguntas” y “¿Qué sabes sobre...?” pueden utilizarse para conocer las ideas iniciales del alumnado o para que las explicita. En dos editoriales -EDIT1 y EDIT5- se incluye el índice de contenidos de cada lección. Por último, empieza a incorporarse el término competencias; así lo hace EDIT5.

b) La *sección de desarrollo* se ocupa de presentar la información sobre los contenidos principales del tema. Aunque se utilicen diferentes formatos, todos tienen un texto (lo llamamos texto principal), acompañado de fotos, dibujos, esquemas, ilustraciones, representaciones... que tratan de facilitar la comprensión, aunque a veces parece que sólo se incluyen por motivos estéticos.

La mayoría (todos excepto EDIT4) incluye también actividades y ejercicios resueltos. Pensamos que, cuando se introduce una información, el alumnado debería utilizarla de forma inmediata para comprenderla, verle utilidad, valorar su potencial... En ese sentido, nos parece más positiva la inclusión en el texto principal que la omisión. Vamos a comentar brevemente cómo se recoge en las editoriales.

En EDIT1, sólo se plantean tres actividades en el apartado “Experiencia” y otras tres resueltas en una de las lecciones. Los apartados “Recuerda” y “Para saber más” no incluyen actividades y sirven para recordar y ampliar algunos conceptos.

En EDIT2, los ejercicios sin resolver se incluyen en la zona inferior de cada página y los resueltos dentro del texto, en los apartados “Actividad resuelta” y “Actividad guiada”. Hay otros “Técnicas de trabajo” y “Proyecto guiado”, orientados al desarrollo de las destrezas técnicas. Los apartados “Recuerda” y “Glosario” no incluyen actividades y permiten definir o ampliar algunos conceptos.

En EDIT3, las actividades se sitúan en la zona inferior de la página, ocupando todo el ancho o sólo el margen derecho. El texto principal finaliza con los apartados “Proyecto” y “Técnica” en los que se hacen propuestas técnicas de trabajo. En “Ten en cuenta” y otros sin un título específico, no hay actividades y se utilizan para ampliar o recordar algunos conceptos.

En EDIT4, las actividades se sitúan de manera similar a EDIT3 en los apartados “Actividades” o “Experiencia”. El texto principal concluye con “Algo más sobre...”, generalmente actividades de búsqueda de información, y con “Tecnología paso a paso” en las que se plantean mini proyectos sencillos. En “Ten en cuenta” y “Recursos interactivos” no hay actividades, y se plantean para ampliar el significado de conceptos, en el segundo con ayuda multimedia.

En EDIT5, tanto los ejercicios sin resolver como los resueltos se incluyen en la zona inferior de cada página y las llaman “Actividades” y “Ejemplo”. También encontramos actividades en “Prácticas del taller”, donde predominan montajes y experiencias en grupo. Los apartados “Recuerda”, “Fíjate” y “Amplía” no incluyen actividades y se utilizan para recordar o ampliar algunos conceptos.

En EDIT6, las actividades se sitúan de manera similar a EDIT5, en este caso en tres apartados: “Actividades”, “Ejemplo” y “Pon en práctica”. El texto principal concluye con “Análisis de objetos tecnológicos”, “Aplicación informática” y “Procedimientos”, actividades de identificación de elementos técnicos, utilización de un simulador de circuitos y análisis de situaciones en montajes básicos. “Recuerda” y “Te interesa saber” no contemplan actividades y se plantean para ampliar el significado de algunos conceptos.

La tónica común en las seis editoriales estudiadas es que las actividades propuestas en la sección de desarrollo son cerradas, individuales, cuantitativas y de aplicación directa de ejercicios. El número de las planteadas oscila entre las 6 de EDIT1 y las más de 60 de EDIT5; en el PP2 hemos analizado las diferencias en cuanto a los contenidos implicados, aspecto que, sin duda, tiene más importancia.

c) La *sección de aplicación*, en todos los casos, se presenta tras el texto principal, sin incorporar ejercicios resueltos ni experiencias. Vamos a comentar brevemente cómo se recoge en las editoriales.

En EDIT1, la sección se llama “Actividades” y se desglosa en los apartados “Búsqueda de información”, “Individuales”, “De grupo” y, en una de las lecciones, se incluye “Laboratorio de ensayos” para realizar pequeños montajes. La distinción entre actividades individuales y grupales supone una novedad muy interesante en una materia como Tecnología.

En EDIT2, la denominación de la sección es la misma que en EDIT1, pero contempla los apartados “Cuestiones de respuesta única” y “Actividades”. Creemos que realmente no se plantean para aplicar conocimientos sino sólo como refuerzo de los trabajados en el texto principal.

En EDIT3, la sección empieza con “Recuerda lo que has aprendido”, donde se reflexiona sobre las cuestiones de la sección de iniciación, y se acompaña de un resumen con los aspectos relevantes de la unidad. Luego se plantean las actividades de aplicación propiamente dichas. Finaliza con el apartado “Desarrolla tus competencias” con subapartados como “Interpreta imágenes”, “Aplica matemáticas”, “Busca información”, “Haz simulaciones” o “Lee y comprende” para trabajar las competencias básicas: interpretación de información y competencia digital, competencia matemática, competencia lingüística...

En EDIT4, se comienza con las “Actividades”, diferenciando unas más generales de otras que llama “Para investigar” que parecen más complejas. También incluye un resumen de los “Conceptos clave” de cada lección y concluye con noticias sobre el tema en el “Panel tecnológico”.

En EDIT5, esta sección se llama “Actividades de síntesis”. Se organizan en torno a los contenidos relevantes de las lecciones e introduce un aspecto novedoso: indica el grado de dificultad. Además, aparecen los apartados “Para consolidar” y “Para ampliar” (con una peculiar manera de preguntar). “Vocabulario básico” sirve para recordar el significado de los términos. Cada lección finaliza con dos textos: “Curiosidades” y “Tecnología en la red”; este último incluye una búsqueda de información. Es el libro que presenta mayor variedad de situaciones para usar o aplicar los conocimientos.

En EDIT6, se comienza con el apartado “Ideas claras” en el que se resumen los principales conceptos y se incluye un mapa conceptual de la lección. La sección de aplicación se llama “Actividades”.

La mayoría de las actividades de aplicación son también cerradas, individuales (sólo en EDIT1 hay grupales), cuantitativas y de aplicación directa. Sin embargo, hay algunas diferencias en EDIT3 y en EDIT5 que pueden producir cambios en la forma de orientar esta materia curricular. Globalmente, el número de actividades es heterogéneo y oscila entre las 12 de EDIT6 y las más de 40 de EDIT5.

d) La *sección de evaluación* puede parecer de aplicación por lo que debe ser explicitada como tal por los autores. Sólo tres editoriales la contemplan con distintas denominaciones “Autoevaluación”, “Autoevalúa tus conocimientos” y “Evaluación”. Sin embargo, en EDIT2 se limita a una actividad de verdadero o falso y, en EDIT3 no se incluyen actividades, sólo los conocimientos que debería aprender el alumnado. El único texto que “realmente” introduce actividades en la sección es EDIT5.

## **Resultados del problema principal dos (PP2)**

Para dar respuestas a PP2, lo hemos desglosado en tres subproblemas.

### **SP2.1. ¿Qué contenidos conceptuales aparecen en los textos seleccionados?**

Para llevar a cabo este cometido, se identificaron los contenidos conceptuales de cada libro. Luego se agruparon en torno a unos tópicos:

- a) *En relación con la Electricidad*: historia del electromagnetismo, circuito eléctrico y tipo de corriente, carga eléctrica, elementos de un circuito eléctrico, funciones que realizan, representación simbólica, magnitudes características de la corriente eléctrica y Ley de

Ohm, magnitudes energéticas y Ley de Joule, asociación de elementos (pilas y resistencias), fundamentos del electromagnetismo, elementos electromagnéticos, aparatos de medida de magnitudes eléctricas, incidencia medioambiental, y normas de seguridad.

b) *En relación con la Electrónica:* historia de la electrónica, fundamentos de la electrónica, representación simbólica, estudio de las resistencias, condensadores y asociación de condensadores, estudio y funciones de los diodos, estudio y funciones de los transistores, dispositivos electrónicos complejos, uso de técnicas y construcción de dispositivos.

En las Tablas 2 y 3 hemos extractado algunos resultados para que se comprenda el procedimiento.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4	EDIT5	EDIT6
...	...	...	...	...	...	...
Circuito eléctrico	X	X	X		X	X
Corriente eléctrica	X	X	X	X	X	X
Sentido de corriente	X	X	X	X	X	X
Tipo de corriente: continua y alterna	X	X	X	X	X	X
Frecuencia ca		X	X	X	X	X
Valores eficaces: tensión e intensidad eficaz			X	X		X
Señal eléctrica						X
...	...	...	...	...	...	...

**Tabla 2.** Identificación contenidos conceptuales relacionados con circuito y corriente eléctrica.

Concepto	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4	EDIT5	EDIT6
...	...	...	...	...	...	...
Transistores o transistor bipolar	X	X	X	X	X	X
Base, colector y emisor	X	X	X	X	X	X
Transistores npn y pnp	X	X	X	X	X	
Polarización del transistor	X	X				
Polarización por dos pilas		X				
Transistor en activa, en corte y en saturación	X	X		X		
Transistor como amplificador	X	X	X	X		X
Amplificación o ganancia	X	X	X			
Transistor como interruptor	X	X	X	X	X	X
Transistor como temporizador		X				X
Transistor como regulador velocidad motor		X				
Transistor como amplificador de sonido		X				
Oscilador		X				
Detector		X				
Circuito con transistor, motor y LDR			X			
...	...	...	...	...	...	...

**Tabla 3.** Identificación contenidos conceptuales relacionados con el estudio y funciones de los transistores.

Existe una gran heterogeneidad en la selección de los contenidos conceptuales. Mientras hay textos que ignoran algunos, otros “pasan de puntillas” por esos mismos conocimientos y los demás los abordan en profundidad. Desde luego, cada editorial ha entendido el currículum de forma diferente.

Las diferencias no sólo se hacen visibles en la presencia de unos u otros contenidos sino en su orientación: muchos se diferencian poco de los que aparecen en los manuales de Física y

Química; sólo uno (EDIT1) incide en las repercusiones medioambientales; otro (EDIT5) se ocupa de las normas de seguridad; no se alude a las diferencias entre electricidad y electrónica (sólo en EDIT3 y “algo” en EDIT4); hay dos (EDIT2 y EDIT5) que muestran técnicas básicas probablemente desconocidas para gran parte del alumnado; etc. Por lo menos, hay para elegir.

En cuanto a la “cantidad de conceptos”, en general, están descompensados -a favor de la Electricidad- lo que podría justificarse por la escasa tradición que tiene la inclusión de la Electrónica en esta etapa educativa; en EDIT4 y en EDIT2 está más equilibrado. Globalmente, las “lecciones más cargadas” son las de EDIT2 (más de 150 conceptos diferentes) y las “más ligeras” EDIT1 y EDIT6 (casi 100 cada uno); en cualquier caso, son muchos para corresponder sólo a uno de los bloques de la asignatura.

Mención especial habría que hacer a la terminología empleada. Así, en relación con el concepto de diferencia de potencial, aparecen diferentes denominaciones -tensión, voltaje, electricidad...- incluso en el mismo texto. Uno (EDIT2) habla de la electricidad como forma de energía. El término carga se identifica con una partícula y no con una propiedad de los materiales. No se distingue la resistencia como magnitud característica de los conductores lineales de la resistencia como elemento de un circuito. En cinco editoriales se habla de la resistencia como oposición al paso de corriente... En definitiva, creemos que se cuida poco el lenguaje, en la misma línea de lo denunciado en los trabajos de García (2008) y Pro, Sánchez y Valcárcel (2008).

### **SP2.2. ¿Qué procedimientos aparecen en los textos seleccionados? ¿Resultan coherentes en la estructura de los mismos?**

Ya señalamos (Pro, 2003) que el aprendizaje de los contenidos procedimentales, igual que los conceptuales, requiere intervenciones intencionadas para aprenderlos. En los libros de texto, esto se materializa con actividades, unas veces resueltas y otras propuestas para que el alumnado las realice.

En nuestro caso, para estudiar la presencia de los procedimientos en cada texto, hemos analizado todas las actividades planteadas en los mismos, manteniendo la diferenciación entre las secciones (de iniciación, de desarrollo, de aplicación y de evaluación).

Se ha contado el número de veces que aparecen -frecuencia- en cada sección y en el texto completo. No obstante, dado que existen diferencias en el número total de actividades que cada editorial propone (como vimos en el PP1), parece más representativo el cálculo de la presencia porcentual que supone en relación con el número total de actividades (es decir, el número de actividades que contiene un procedimiento dividido por el número total de actividades planteadas). Este valor, además, nos permite el contraste entre las editoriales.

Por otro lado, para valorar la coherencia en la estructura de los textos, hemos contrastado la presencia porcentual de los procedimientos en las actividades de desarrollo con la que tenían en las actividades de aplicación y evaluación. No hemos contemplado las de Iniciación porque su finalidad es diferente y su número, cuando las hay, es muy reducido. También hemos juntado las de aplicación y evaluación porque, como vimos en el PP1, sólo una editorial plantea realmente actividades de este último tipo.

En la Tabla 4 se ha recogido una síntesis de la presencia porcentual de los procedimientos en las actividades de desarrollo y, en la Tabla 5, los de las actividades de aplicación- evaluación. Siguiendo los criterios usados en otro trabajo (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008), no nos interesa el “valor exacto”, siempre sujeto al error en la categorización por parte del investigador. Como entonces, hemos usado intervalos de presencia: “-” cuando su presencia es menor del 10%;



“x” cuando está implícito entre el 10% y el 20% de las actividades; “xx” cuando aparece entre el 21% y el 40%; y “xxx” en más del 40%. Se incluyen también el número de actividades sin procedimientos y el número total de actividades de las secciones de desarrollo y de aplicación-evaluación.

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDADES DE DESARROLLO					
	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4	EDIT5	EDIT6
<b>Destrezas técnicas</b>						
Realización de montajes	xxx	xxx	xx	xx	xx	--
Utilización de técnicas		x	xx	x	--	--
<b>Destrezas básicas</b>						
Observación	xxx	x		x	--	--
Clasificación y seriación					--	--
Medición		--	x	x	--	--
Tabulación o representación gráfica		--	--			--
<b>Destrezas de investigación</b>						
Identificación de problemas			--	xx	--	--
Identificación de elementos		--	--		xx	--
Realización de predicciones	xx					--
Diseño experimental			--			
Análisis e interpretación de datos	xxx	xx	xx	xx	xx	xxx
Análisis e interpretación de situaciones	xxx	xx	xx	xx	xx	xx
Uso de modelos interpretativos						--
Establecimiento de conclusiones				xx	--	
<b>Destrezas de comunicación</b>						
Representación simbólica	xxx	xxx	xx	--	xx	xxx
Identificación de ideas en material escrito						
Identificación de información en etiquetas					--	
Búsqueda de información		--	x	x	--	--
<b>SIN PROCEDIMIENTOS</b>			--	xx	--	
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>62</b>	<b>52</b>

Tabla 4. Contenidos procedimentales en las actividades de desarrollo.

A la vista de los resultados que aparecen en las tablas podemos decir:

a) *en las actividades de desarrollo*, casi todas las editoriales comparten la presencia significativa de “análisis e interpretación de datos”, “análisis e interpretación de situaciones”, “representación simbólica” (excepto EDIT4) y “realización de montajes” (excepto EDIT6). No obstante, hay también diferencias. Así, además de los señalados, EDIT1 incluye “observación” y “realización de predicciones” entre los más significativos (aunque su escaso número de actividades puede hacer este resultado anecdótico); EDIT3, la “utilización de técnicas”; y EDIT4, la “identificación de problemas” y “establecimiento de conclusiones”.

El porcentaje de actividades sin procedimientos es nulo en tres editoriales (EDIT1, EDIT2 y EDIT6) y aceptable en dos; sólo en EDIT4 resulta cuestionable.

b) *en las actividades de aplicación-evaluación*, las editoriales comparten la presencia significativa de “análisis e interpretación de datos” (excepto EDIT2), “análisis e interpretación de situaciones” (EDIT1) y “representación simbólica”. No obstante, presentan también diferencias, aunque menores que las actividades de desarrollo. Así, además de los señalados, EDIT1 y EDIT2 incluyen “realización de montajes” entre los más significativos (ahora el número de actividades del primero no es anecdótico).

El porcentaje de actividades sin procedimientos es nulo sólo en una editorial (EDIT6); es preocupante en tres; y en EDIT2 y en EDIT3 resulta más que cuestionable.

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDADES DE APLICACIÓN/EVALUACIÓN					
	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4	EDIT5	EDIT6
<b>Destrezas técnicas</b>						
Realización de montajes	xx	xx	--		--	
Utilización de técnicas			--	x	x	
<b>Destrezas básicas</b>						
Observación	x		--		--	--
Clasificación y seriación					--	
Medición	x	-		--		x
Tabulación o representación gráfica	x		--	x	--	--
<b>Destrezas de investigación</b>						
Identificación de problemas	x	xx	--	x	--	--
Identificación de elementos		x	--	--	x	
Realización de predicciones			--			
Diseño experimental			--			
Análisis e interpretación de datos	xxx	x	xx	xx	xx	xxx
Análisis e interpretación de situaciones	--	xxx	xx	xx	xx	xxx
Uso de modelos interpretativos						
Establecimiento de conclusiones	--		--	--	--	
<b>Destrezas de comunicación</b>						
Representación simbólica	xx	xxx	xx	xx	xx	xxx
Identificación de ideas en material escrito			--			
Identificación de información en etiquetas			--	--	--	
Búsqueda de información	x		--	xx	--	
<b>SIN PROCEDIMIENTOS</b>	x	xxx	xxx	x	x	
<b>TOTAL ACTIVIDADES APLICACIÓN/EVALUACIÓN</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>49</b>	<b>31</b>	<b>56</b>	<b>12</b>

Tabla 5. Contenidos procedimentales en las actividades de aplicación y evaluación.

c) *en cuanto a la coherencia* entre las actividades de desarrollo y las de aplicación-evaluación, una forma de hacerla visible es que exista un cierto grado de coincidencia entre los procedimientos que se enseñan (actividades de desarrollo) y los que se aplican (las demás). En este sentido, se podría admitir que hay coincidencias en el “análisis e interpretación de datos”, el “análisis e interpretación de situaciones” y la “representación simbólica”. En los demás procedimientos, no parece tan claro.

Pero otro elemento de coherencia sería que todos los procedimientos que están en las actividades de aplicación-evaluación hubieran sido enseñados previamente en las de desarrollo (aunque fuera con una presencia testimonial). Pues bien, en muchos casos, no se cumple este requisito: en EDIT1 con “medición”, “tabulación o representación gráfica”, “identificación de problemas”, “establecimiento de conclusiones” y “búsqueda de información”; en EDIT2, con “identificación de problemas”; en EDIT3 con “observación”, “realización de predicciones”, “establecimiento de conclusiones”, “identificación de ideas en un material escrito” e “identificación de información en una etiqueta”; en EDIT4, con “tabulación o representación gráfica”, “identificación de elementos” e “identificación de información de etiquetas”; y, en EDIT5, con “tabulación o representación gráfica”. Sólo en EDIT6 se cumple.

Globalmente se observa una disminución en la variedad de los procedimientos en las de aplicación-evaluación respecto a las de desarrollo y un aumento significativo de las que no contemplan ninguno.

### SP2.3. ¿Qué contenidos actitudinales aparecen en los textos seleccionados? ¿Resultan coherentes en la estructura de los mismos?

Análogamente a lo que dijimos con los procedimientos, las actitudes no se aprenden por casualidad, sino que requieren intervenciones intencionadas para aprenderlos. También identificamos los contenidos actitudinales presentes en todas las actividades de cada texto. En las Tablas 6 y 7 se recogen los valores obtenidos, siguiendo los criterios de representación anteriores.

CONTENIDOS ACTITUDINALES	ACTIVIDADES DE DESARROLLO					
	EDIT 1	EDIT 2	EDIT 3	EDIT 4	EDIT 5	EDIT 6
<b>Actitud hacia las Ciencias</b>						
Valoración del trabajo científico: importancia y dificultades				--		--
Valoración de la incidencia tecnológica y social del conocimiento		x	--	--	xx	x
<b>Respeto por el medio</b>						
Preocupación por el desarrollo sostenible				--		
<b>Actitud hacia la actividad científica</b>						
Respeto de las normas de seguridad		x			x	--
<b>Hábitos saludables</b>						
<b>SIN ACTITUDES</b>	<b>100</b>	<b>83</b>	<b>92</b>	<b>84</b>	<b>61</b>	<b>85</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>62</b>	<b>52</b>

Tabla 6. Contenidos actitudinales en las actividades de desarrollo.

CONTENIDOS ACTITUDINALES	ACTIVIDADES DE APLICACIÓN/EVALUACIÓN					
	EDIT 1	EDIT 2	EDIT 3	EDIT 4	EDIT 5	EDIT 6
<b>Actitud hacia las Ciencias</b>						
Valoración del trabajo científico: importancia y dificultades					--	
Valoración de la incidencia tecnológica y social del conocimiento	x	x		xx	x	
<b>Respeto por el medio</b>						
Valoración de las aportaciones de la ciencia en la mejora del medio			x			
Preocupación por el desarrollo sostenible				--		
<b>Actitud hacia la actividad científica</b>						
Respeto de las normas de seguridad	--				--	
<b>Hábitos saludables</b>						
<b>SIN ACTITUDES</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>88</b>	<b>74</b>	<b>82</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES APLICACIÓN/EVALUACIÓN</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>49</b>	<b>31</b>	<b>56</b>	<b>12</b>

Tabla 7. Contenidos actitudinales en las actividades de aplicación y evaluación.

A la vista de los resultados recogidos en las tablas, podemos decir:

a) *en las actividades de desarrollo*, la presencia de actitudes es muy escasa. En relación con las editoriales, comparten el predominio de “valoración de la incidencia tecnológica y social del conocimiento” (excepto EDIT1). También aparece el “respeto a las normas de seguridad” en

tres de ellas (EDIT2, EDIT5 y EDIT6) pero con valores muy alejados a los obtenidos para otros contenidos.

El porcentaje de actividades sin actitudes es espectacular: sólo en EDIT5 está por debajo del 80% y EDIT1 no contempla ninguno en las actividades planteadas.

b) *en las actividades de aplicación-evaluación*, la presencia porcentual muy baja. Las editoriales comparten la presencia de “valoración de la incidencia tecnológica y social del conocimiento” (en esta ocasión, excepto EDIT3 y EDIT6). En los demás casos, no se puede hablar de homogeneidad absoluta pero sí de omisión generalizada.

El porcentaje de actividades sin actitudes sigue siendo espectacular: tres de cada cuatro actividades, como mínimo, no contempla ninguna actitud. EDIT6 no contempla ninguno.

c) *en cuanto a la coherencia* entre las actividades de desarrollo y las de aplicación-evaluación, podemos decir que desgraciadamente existe: es escasa en ambas.

Pero, además, como vimos en los procedimientos, otro elemento de coherencia sería que las actitudes que estuvieran en las actividades de aplicación-evaluación hubieran sido enseñadas en las de desarrollo (aunque fuera con una presencia porcentual diferente). Pues bien, no se cumple este requisito en EDIT1, EDIT3 y EDIT5, lo cual resultaba “difícil” con la presencia existente.

## Resultados del problema principal tres (PP3)

Para dar respuesta al mismo, lo desdoblamos en tres subproblemas (SP3.1, SP3.2 y SP3.3), para los contenidos, criterios de evaluación y adquisición de competencias.

### SP3.1. ¿Se ajustan a lo establecido en los Bloques de Contenidos?

En la Tabla 8 se han recogido los resultados; en la que, en su primera columna, aparecen todos los “contenidos obligatorios” (lo más atomizadamente posible) y, en las restantes, los resultados de cada una de las seis editoriales. Se puede apreciar la presencia o ausencia de dichos conocimientos en las unidades tratadas (la letra ‘P’ significa que el contenido se contempla parcialmente).

Hemos de decir previamente que el número de conceptos de cualquier libro de texto es normalmente mucho mayor que el del currículum oficial, entre otros por dos motivos: por las características de ambos documentos y porque la finalidad de los documentos legales es fijar los contenidos mínimos y estos pueden ser ampliados o completados, según las decisiones docentes. Por tanto, que haya más conceptos en los libros de texto que en el currículum oficial es lógico y no nos debe sorprender. Lo que no resulta justificable es que algunas editoriales no recojan todos los contenidos del currículum como deberían, así por ejemplo:

- Ninguna editorial contempla explícitamente el “Inversor del sentido de giro” (EDIT3 alude al fenómeno sin etiquetarlo). No entramos en su adecuación pero constatamos su omisión.

- En EDIT1 no se explican los aparatos de medida y lo que parece más raro aún es que, al comienzo de la segunda lección, se comente que se ha explicado su uso en la primera, cuando no es así. Además, resulta llamativo que en la segunda lección haya dos actividades para utilizarlos, dando por supuesto que el alumno ya lo ha visto en el texto principal.

- En EDIT2, el electromagnetismo no aparece en el texto principal; sólo se menciona en una actividad cuando se construye un electroimán, pero ni siquiera se explica el fundamento o los principios que justifican su funcionamiento en la propia actividad.

- En EDIT4 no aparece el circuito mixto en el texto principal; es por ello por lo que el contenido “Circuito en serie, paralelo, mixto” sólo se cumple parcialmente.

CONTENIDOS	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4	EDIT5	EDIT6
Circuito eléctrico: magnitudes eléctricas básicas	x	x	x	x	x	x
Simbología	x	x	x	x	x	x
Ley de Ohm	x	x	x	x	x	x
Circuito en serie, paralelo, mixto	x	x	x	P	x	x
Circuito eléctrico: corriente alterna y corriente continua	x	x	x	x	x	x
Potencia y energía eléctrica	x	x	x	x	x	x
Montajes eléctricos sencillos: circuitos mixtos	x	x	x		x	x
Inversor del sentido de giro			P			
Máquinas eléctricas básicas: dinamo y motor de corriente continua	x	x	x	x	x	x
Generación de la corriente eléctrica	x	x	x	x	x	x
Alternador	x	x	x	x	x	x
Efectos de la corriente eléctrica: electromagnetismo	x		x	x	x	x
Aplicaciones	x	x	x	x	x	x
Aparatos de medidas básicos: voltímetro, amperímetro, polímetro		x	x	x	x	x
Realización de medidas sencillas		x	x	x	x	x
Introducción a la electrónica básica: el diodo y la resistencia, el transistor como interruptor	x	x	x	x	x	x
Descripción de componentes y montajes básicos	x	x	x	x	x	x

Tabla 8. Presencia de los contenidos del currículum oficial en las editoriales.

No obstante, creemos que, si habría que llamar la atención por algo, no sería por las ausencias sino por las incorporaciones. En efecto, un aumento excesivo de la “cantidad de conocimientos” (aunque sea legal), puede desvirtuar el sentido de los “obligatorios”. En nuestro caso, por ejemplo, creemos que hay un aumento excesivo de elementos de los circuitos (sin llegar a entender ni su funcionamiento ni su utilidad), en algunos se incluyen los condensadores y la forma de asociarlos, se incide en detalles excesivos en lo que debía ser sólo una iniciación al electromagnetismo o a la electrónica, etc.

**SP3.2. ¿Se ajustan a los Criterios de Evaluación?**

Utilizamos una parrilla semejante a la anterior; en la primera columna se señalaron las afirmaciones contenidas en el currículum y, en las demás, la presencia o ausencia en el libro correspondiente. Por lo tanto, en la Tabla 9, se recoge la medida en que estos criterios de evaluación están o no presentes en las actividades analizadas.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	EDIT1	EDIT2	EDIT3	EDIT4	EDIT5	EDIT6
Diseñar, simular y realizar montajes de circuitos eléctricos sencillos en corriente continua, empleando pilas, interruptores, resistencias, bombillas, motores y electroimanes, como respuesta a un fin predeterminado	x	x	x	x	x	x
Describir las partes y el funcionamiento de las máquinas eléctricas básicas		x	x	x	x	x
Describir y utilizar el electromagnetismo en aplicaciones tecnológicas sencillas.		P	x	x	x	x
Utilizar correctamente las magnitudes eléctricas básicas, sus instrumentos de medida y su simbología	P	x	x	x	x	x
Montar un circuito electrónico sencillo empleando, al menos, diodos, transistores y resistencias, a partir de un esquema predeterminado	x	x	x	x	x	x

Tabla 9. Presencia de los criterios de evaluación en las editoriales

Cuatro editoriales han contemplado los criterios. No obstante, la formulación curricular es tan ambigua que resulta “difícil” decir que no están presentes. Distinta sería la valoración que podríamos hacer del “grado” de esta presencia pero su estudio nos alejaría de los propósitos de nuestro trabajo. Mención especial hay que hacer de la ausencia en EDIT1 de dos de los cinco criterios de evaluación.

### SP3.3. ¿Cómo contribuyen al desarrollo de las Competencias Básicas?

Hemos de señalar que la adquisición de cualquier competencia no es objeto de una sola materia. Y, en la misma línea, tampoco un bloque tiene que contribuir a la adquisición de todas las subcompetencias de una asignatura. El currículum no establece a qué competencias hay que contribuir en 3º de la ESO (se hace para toda la etapa) en Tecnología y mucho menos desde el tema “Electricidad y Electrónica”. En este sentido, sólo podemos valorar en qué grado se hace, sin poder afirmar si se adquirirán todas o no con todo el libro de texto o si se ajusta o no a lo previsto en el currículum.

Hemos identificado las que prescribe el currículum de nuestra Comunidad Autónoma, manteniendo su literalidad. En la Tabla 10 hemos resumido los resultados. En la primera columna se recogen las competencias y subcompetencias establecidas y, en las demás, nuestra valoración del grado en que se contribuye; se han establecido varios niveles: Alto (A), Medio (M) y Bajo (B).

Contribución de la Tecnología a la adquisición de subcompetencias según CARM	EDIT 1	EDIT 2	EDIT 3	EDIT 4	EDIT 5	EDIT 6
<b>a) Competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico</b>						
- adquirir los conocimientos necesarios para la comprensión y el desarrollo de la actividad tecnológica	A	A	A	A	A	A
- analizar objetos y sistemas tecnológicos	A	A	A	A	A	A
- adquirir destrezas para manipular y transformar objetos y sistemas tecnológicos	A	A	A	A	A	A
<b>b) Autonomía e iniciativa personal</b>						
- emular procesos de resolución de problemas a través de una metodología de proyectos	B	A	A	A	A	B
- enfrentarse a los problemas en forma autónoma y creativa	B	B	B	B	B	B
- desarrollar cualidades personales tanto individuales como en el trato social.	B	B	B	B	B	B
<b>c) Tratamiento de la información y competencia digital</b>						
- no usar las TICs como un fin, sino como herramientas del proceso de aprendizaje	M	A	A	A	M	M
<b>d) Competencia social y ciudadana</b>						
- adquirir habilidades y estrategias socio-cognitivas como las comunicativas, el autocontrol, y las habilidades de resolución de problemas y conflictos	M	B	B	B	B	B
- entender los aspectos sociales del fenómeno tecnológico	B	B	B	B	B	B
- contribuir al conocimiento de la organización y funcionamiento de las sociedades.	B	B	B	B	B	B
<b>e) Competencia matemática</b>						
- favorecer el uso instrumental y contextualizado de herramientas matemáticas	A	A	A	A	A	A
- realizar procesos de medición y el cálculo de magnitudes básicas, usar escalas, leer e interpretar gráficos y resolver problemas basados en la aplicación de expresiones matemáticas	A	A	A	A	A	A
<b>f) Competencia en comunicación lingüística</b>						
- adquirir el vocabulario específico	A	A	A	A	A	A
- buscar, analizar y comunicar información propia de la tecnología	A	A	A	A	A	A
- elaborar los documentos propios del proyecto técnico	B	B	B	B	B	B
<b>g) Competencia para aprender a aprender</b>						
- analizar los objetos y la emulación de procesos de resolución de problemas como estrategias cognitivas.	B	A	A	A	A	B

Tabla 10. Grado de contribución a las competencias y subcompetencias curriculares.

A la vista de los resultados de la tabla podemos decir que

- las mayores contribuciones se realizan en la Competencia en el *conocimiento e interacción en el mundo físico* y la Competencia *matemática*.
- también parecen contribuir bastante a la Competencia en *comunicación lingüística*, aunque no se planteen la elaboración de informes. El caso de la Competencia *aprender a aprender* es más delicado porque no llegamos a entender qué quiere decir el legislador.
- en una, existen diferencias entre las editoriales (en la Competencia en el *tratamiento de la información y competencia digital*).
- en las otras (*autonomía e iniciativa personal* y la *social y ciudadana*) la escasa contribución es patente.

Pero dejando a un lado nuestra valoración, como dijimos sólo dos editoriales mencionan las competencias. Así, EDIT3 introduce un epígrafe al final de cada lección titulado “Desarrolla tus competencias”, el cual consta de ejercicios que permiten trabajar explícitamente algunas competencias básicas; nos parece una iniciativa muy adecuada no sólo para clarificar al profesorado el significado y el alcance de este nuevo término pedagógico sino para que el propio estudiante se vaya introduciendo en una forma diferente de aprender.

También la editorial EDIT5 incluye en la primera página de cada unidad una sección denominada “Competencias básicas” en la que no hay actividades y únicamente indica al alumno qué será capaz de aprender al final de la lección; es un paso pero, desde nuestra perspectiva, insuficiente. Los demás no realizan ninguna alusión a ellas.

## Conclusiones

Nuestro trabajo tenía como objetivo central el análisis de los libros de texto, un recurso didáctico que hemos instalado en el centro de nuestra actividad educativa. De ahí la importancia de profundizar en su estructura, sus contenidos, sus actividades y su adecuación a la puesta en práctica de cualquier propuesta curricular. En este contexto, elegimos un bloque temático -Electricidad y Electrónica- y nos planteamos tres Problemas Principales:

a) en relación con el PP1

En las seis editoriales, los contenidos de Electricidad y Electrónica ocupan un lugar importante en los manuales elaborados para la asignatura de Tecnologías de 3º de la ESO. A pesar de ello, en EDIT2, EDIT3 y EDIT5 la presencia es mayor que en los otros.

Casi todas las editoriales presentan los contenidos en tres de las cuatro secciones estudiadas: iniciación (salvo en EDIT2), desarrollo (en EDIT1 la presencia es anecdótica) y aplicación. A diferencia de otros trabajos (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008), no ocurre lo mismo con la de evaluación.

No obstante, hay diferencias importantes en la denominación de los apartados. Hay una proliferación de nombres -tanto en las de desarrollo como en las de aplicación- lo que pone de manifiesto probablemente la heterogeneidad de intenciones de sus autores. El “viejo estilo” de un texto acompañado de unas actividades ha quedado obsoleto; ahora, como hemos visto, hay “experiencias”, “actividades guiadas y sin guiar”, “ejercicios resueltos y sin resolver”, “búsqueda de información”, “proyecto guiado y sin guiar”, “tecnología paso a paso”... y un largo etcétera. Algo parece haber cambiado... por lo menos, en la forma.

También hemos visto diferentes estilos en cuanto a la ubicación de las actividades en el texto o el número de las que se proponen. Estos hechos no resultan novedosos pero sigue

planteando problemas: dada la cantidad de las que aparecen en las seis, resulta casi imposible hacerlas todas por todos en el aula, con la carga lectiva de la asignatura. ¿Qué criterios debe utilizar el profesor para seleccionar las más adecuadas? ¿Cuáles debe trabajar en el aula y cuáles proponer para hacer fuera de ella? ¿Cómo corregimos las que el alumnado hace en su casa?...

La mayoría de las actividades presentadas son cerradas, individuales, cuantitativas, y de aplicación directa de ejercicios, aunque hay también diferencias entre las editoriales. Se han encontrado aspectos innovadores: diferenciación entre actividades individuales y de grupo (EDIT1), alusión al desarrollo de competencias (EDIT3 y, en menor medida, EDIT5), información sobre el grado de dificultad (EDIT5)...

b) en relación con el PP2

Los contenidos incluidos en los libros de texto son numerosos y, aunque muchos son compartidos por las editoriales, también hay diferencias. Algunos -incluso compartidos- podrían ser discutibles si hay que priorizar conocimientos. No debemos olvidar que existen unas características cognitivas en el alumnado -en las que no hemos entrado- que le impiden “aprender todo con sólo mostrarlo”. Este razonamiento es independiente del tipo de contenidos.

Hay problemas en los contenidos conceptuales de los textos analizados: se diferencian poco de los que aparecen en los manuales de Física y Química, se ignoran conocimientos como las repercusiones medioambientales o las normas de seguridad, lo que ya había sido denunciado en el trabajo de García (2008). Se dan por supuestas las diferencias entre electricidad y electrónica, aparecen muy descompensadas a favor de la primera, pocos tratan de enseñar técnicas básicas fundamentales en la materia, etc. Las lecciones suelen aparecer cargadas de conocimientos y no podemos olvidar que incluir más información no quiere decir que el estudiante aprenda más y mejor. Mención especial habría que hacer a la terminología empleada: se cuida poco el lenguaje y esto probablemente favorezca la creación de errores conceptuales y procedimentales en el alumnado, en esta y en otras asignaturas.

En cuanto a los procedimientos hay una presencia importante de “realización de montajes”, análisis e interpretación de datos”, “análisis e interpretación de situaciones” y “representación simbólica”. Hay, sin embargo, ausencias que también hemos destacado y que responden a una visión determinada -y que no compartimos- de la materia. Existen discrepancias importantes entre los contenidos de las actividades de desarrollo y las de aplicación; este hecho ya había sido detectado en otros trabajos -por ejemplo, el de Pro, Sánchez y Valcárcel (2008)- pero no por ello deja de inquietarnos. Por otro lado, hay diferencias importantes entre las editoriales, lo que, por lo menos, pone de manifiesto que no sólo hay una forma de enseñar.

En cuanto a las actitudes, su ausencia resulta clamorosa; este resultado, también lo encontró García (2008) en su revisión. Sólo tiene alguna presencia la “valoración de la importancia tecnológica y social de los conocimientos científicos”. Por su presencia anecdótica, no se puede hablar de coherencia y tampoco de diferencias entre las editoriales porque, en ningún caso, desgraciadamente parece que se consideren contenidos prioritarios para la formación de los ciudadanos.

c) en relación con el PP3

Aunque los libros de texto han sido unas herramientas clave en los modelos transmisivos, no se puede olvidar que, como cualquier otro recurso didáctico, se pueden utilizar de diferentes maneras. Por tanto, hablar de ajuste o no al currículum oficial es siempre “delicado” si excluimos otras variables como: el profesor, la utilización de otros materiales de aprendizaje, el contexto en el que se utiliza...



Por otro lado, la distancia entre las intenciones de los diseñadores curriculares y los resultados de cómo se lleva al aula son a veces muy grandes. Como señala Duschl (1995) es prudente distinguir entre el currículum prescrito, el impartido, y el aprendido. No obstante, con estos matices, hemos llegado a algunas respuestas.

En primer lugar, podemos afirmar que los contenidos recogidos en los seis libros de texto de Tecnologías de Educación Secundaria –en las temáticas analizadas– se ajustaban bastante a lo establecido en el currículum oficial. Si “han pecado” de algo, es de incrementar significativamente la cantidad de contenidos y la profundidad en su tratamiento.

En relación a los criterios de evaluación, se producen omisiones en dos editoriales, importantes pero localizadas; en este sentido, creemos que también se ajustan a lo prescrito institucionalmente.

En cuanto a la adquisición de competencias, no se puede ni debe hablar de ajuste al currículum. Creemos que la del conocimiento e interacción con el mundo físico, la matemática y el tratamiento de la información y la digital son, en general, las más atendidas por los seis libros. Las demás, podrían haberse atendido mejor (sobre todo, en EDIT1, EDIT2 y EDIT6)

Por todo lo dicho, con o sin reforma, es necesaria una transformación profunda de este recurso didáctico que, nos guste o no, es determinante en nuestro sistema educativo (Del Carmen, 2001).

## Referencias

- CAAMAÑO, A. (2009). El estudio de los materiales químicos. *Alambique*, 59, 24-36.
- CALVO, M.A.; MARTÍN, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículo oficial, en el campo de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 17-32.
- CARM (2007). Decreto 291/2007, de 14 de Septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (BORM de 24 de Septiembre de 2.007).
- DEL CARMEN, L. (2001). Los materiales de desarrollo curricular: un cambio imprescindible. *Investigación en la Escuela*, 43, 51-56.
- DUSCHL, R. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), pp. 3-14.
- GARCÍA, A. (2008). Relaciones CTS en la educación científica básica. I. Un análisis desde los textos escolares en la enseñanza de la electrónica. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 375-388.
- GARCÍA, A; CRIADO, A. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: Análisis de su tratamiento en textos de Física y Química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 107-124.
- JIMÉNEZ, J.D. (2000): “El análisis de los libros de texto”. En la obra de Perales y Cañal: “Didáctica de las ciencias experimentales”, 307-322. Alcoy. Editorial Marfil.
- MARTÍNEZ, C.; GARCÍA, S. (2003). Las actividades de Primaria y ESO incluidas en los textos escolares. ¿Qué objetivos persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 243-264.
- Mc MILLAN, J.; SCHUMACHER, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Education.

- MEC (2007). Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria (BOE 5 de enero de 2007).
- NAVARRO, M. (2009). Un modelo taxonómico de las actividades de enseñanza de la ciencia como instrumento de formalización del metalenguaje del diseño didáctico. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 209-222.
- PÉREZ, U.; ÁLVAREZ, M; SERRALLÉ, J.F. (2009). Los errores de los libros de texto de primer curso de ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del universo. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 109-120.
- PRO, A. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la Física. En la obra de Jiménez et al: *Enseñar Ciencias*, 175-202. Barcelona: Grao.
- PRO, A. (2008). Jugando con los circuitos y la corriente eléctrica. En la obra: *El desarrollo del pensamiento científico y técnico en la Educación Primaria*, 43-82. Madrid: ISFP.
- PRO, A. (2009): “El estudio de los materiales en los libros de texto de Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Análisis de las actividades planteadas”. *Alambique*, 59, 79-92.
- PRO, A.; SÁNCHEZ, G.; VALCÁRCEL, M.V. (2007): “Los contenidos de los libros de texto de Física y Química en la implantación de la Reforma LOGSE”. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 367-386.

### Anexo 1. Índice de contenidos de los libros de texto utilizados en la investigación.

Editorial Autores	Nomen- clatura	Título de las Unidades e Índice de Contenidos	Nº Unidades/ Nº Total (%)	Nº Páginas / Nº Total (%)
<b>Mc Graw Hill (2007)</b> P. Vejo Gallo	<b>EDIT1</b>	<b>3) Circuitos electrónicos sencillos. Magnitudes.</b> - Circuitos eléctricos - Magnetismo natural y electromagnetismo - Generación de la corriente eléctrica alterna y continua. El alternador y la dinamo - Magnitudes y unidades eléctricas - Relación entre magnitudes. Ley de Ohm - Esquemas eléctricos	2 / 14 (14%)	28 / 237 (12%)
<b>Edelvives (2007)</b> J. M. Hernández R. de Cabo M. Pinto J. A. Benito J. M. González	<b>EDIT2</b>	<b>5) Electricidad</b> - Electricidad - Circuito eléctrico - Instrumentos de medida - Materiales, herramientas y técnicas en electricidad <b>6) Electrónica</b> - Electrónica. El circuito electrónico	2 / 9 (22%)	36 / 167 (22%)
<b>Anaya (2007)</b> R. Gonzalo E. Rodrigo S. Salvador P. García J. Martínez P. Ferro E. Yepes	<b>EDIT3</b>	<b>3) La energía eléctrica</b> - La corriente eléctrica - Magnitudes eléctricas - La electricidad y los imanes - Alternadores y dinamos - Motores eléctricos - Centrales eléctricas - El transporte de energía eléctrica	2 / 9 (22%)	48 / 232 (21%)
<b>SM (2008)</b> L. Martín A. Carrascal L. C. Toledo J. J. García	<b>EDIT4</b>	<b>5) La electricidad y su medida</b> - La corriente eléctrica y sus magnitudes - Corriente continua y alterna - Medida de magnitudes eléctricas - Circuitos en serie - Circuitos en paralelo - El magnetismo y sus aplicaciones - Generadores y motores eléctricos - Simulación de circuitos por ordenador	2 / 15 (13%)	34 / 285 (12%)
<b>Edebé (2007)</b> Grupo Edebé	<b>EDIT5</b>	<b>4) Circuitos en corriente continua</b> - La corriente eléctrica - Magnitudes eléctricas - Electromagnetismo - Accidentes por electricidad <b>5) Electrónica básica</b> - Perspectiva histórica - Componentes electrónicos	3 / 12 (25%)	60 / 264 (23%)
<b>Oxford (2008)</b> J. M. Márquez M. V. Salazar A. Sánchez F. J. Sepúlveda	<b>EDIT6</b>	<b>6) Electricidad y electrónica</b> - La electricidad - Elementos de un circuito eléctrico - Magnitudes eléctricas - Tipos de circuitos eléctricos - Tipos de corriente	1 / 11 (9%)	32 / 271 (12%)

## Anexo 2. Secciones de las lecciones y número de actividades de cada una.

Editorial	Denominación de actividades por secciones (nº de actividades planteadas)	Act. Unidad	Act. Editorial	Editorial	Denominación de actividades por secciones (nº de actividades planteadas)	Act. Unidad	Act. Editorial
EDIT1	I <b>¿Recuerdas qué es...?</b> (3 preguntas) <b>Introducción e índice de la unidad</b> (no hay actividades)	17 y 3 de ideas previas	26 y 6 de ideas previas	EDIT2	D <b>Texto principal</b> (17 actividades) <b>Actividad resuelta</b> (7 actividades) <b>Técnicas de trabajo</b> (2 actividades) <b>Proyecto guiado</b> (1 actividad)	35	56
	D <b>Experiencia</b> (3 actividades) <b>Ejercicio resuelto</b> (3 actividades)				A <b>Cuestiones de respuesta única</b> (1 actividad) <b>Actividades de aplicación</b> (6 actividades)		
	A <b>Búsqueda de información</b> (1 actividad) <b>Individuales</b> (8 actividades) <b>De grupo</b> (1 actividad) <b>Laboratorio de ensayos eléctricos</b> (1 actividad)				E <b>Autoevaluación</b> (1 actividad)		
	I <b>¿Recuerdas qué es...?</b> (3 preguntas) <b>Introducción e índice de la unidad</b> (no hay)	9 y 3 de ideas previas	21		D <b>Texto principal</b> (4 actividades) <b>Actividad resuelta</b> (1 actividad) <b>Actividad guiada</b> (3 actividades) <b>Proyecto guiado</b> (1 actividad)		
	D <b>Texto principal</b> (no hay actividades)				A <b>Cuestiones de respuesta única</b> (3 actividades) <b>Actividades de aplicación</b> (3 actividades)		
	A <b>Individuales</b> (3 actividades) <b>De grupo</b> (6 actividades)				E <b>Autoevaluación</b> (1 actividad)		

Editorial	Denominación de actividades por secciones (nº de actividades planteadas)	Act. Unidad	Act. Editorial	Editorial	Denominación de actividades por secciones (nº de actividades planteadas)	Act. Unidad	Act. Editorial
EDIT3	I <b>Breve introducción histórica</b> (no hay actividades) <b>Nos hacemos preguntas</b> (4 preguntas)	43 y 4 de ideas previas	75 y 8 de ideas previas	EDIT4	I <b>Breve introducción histórica</b> (no hay actividades) <b>¿Qué sabes sobre...?</b> (5 preguntas)	31 y 5 de ideas previas	56 y 9 de ideas previas
	D <b>Texto principal</b> (11 actividades) <b>Ejercicio resuelto</b> (1 actividad) <b>Proyecto</b> (1 actividad)				D <b>Texto principal</b> (10 actividades) <b>Experiencia</b> (3 actividades) <b>Tecnología paso a paso</b> (1 actividad)		
	A <b>Actividades de aplicación</b> (17 actividades) <b>Desarrolla tus competencias</b> (8 actividades)				A <b>Actividades de aplicación</b> (13 actividades) <b>Para investigar</b> (4 actividades)		
	E <b>Autoevalúa tus conocimientos</b> (5 actividades)	25 y 4 de ideas previas			I <b>Breve introducción histórica</b> (no hay actividades) <b>¿Qué sabes sobre...?</b> (4 preguntas)		
	I <b>Breve introducción histórica</b> (no hay) <b>Nos hacemos preguntas</b> (4 preguntas)				D <b>Texto principal</b> (8 actividades) <b>Experiencia</b> (2 actividades) <b>Tecnología paso a paso</b> (1 actividad)		
	D <b>Texto principal</b> (2 actividades) <b>Ejercicio resuelto</b> (3 actividades) <b>Proyecto o Técnica</b> (8 actividades)				A <b>Actividades de aplicación</b> (9 actividades) <b>Para investigar</b> (5 actividades)		
	A <b>Actividades de aplicación</b> (8 actividades) <b>Desarrolla tus competencias</b> (6 actividades)	32 y 4 de ideas previas			E	A	
	E <b>Autoevalúa tus conocimientos</b> (5 actividades)						

Editorial	Denominación de actividades por secciones (nº de actividades planteadas)	Act. Unidad	Act. Editorial
EDIT5	I <b>Introducción e índice de la unidad</b> (no hay actividades) <b>Competencias básicas</b> (no hay actividades) <b>Preparación de la unidad</b> (4 preguntas)	53 y 4 de ideas previas	118 y 10 de ideas previas
	D <b>Texto principal</b> (20 actividades) <b>Ejemplo resuelto</b> (10 actividades) <b>Prácticas de taller</b> (2 actividades)		
	A <b>Actividades de síntesis</b> (14 actividades) <b>Para consolidar</b> (1 actividad) <b>Para ampliar</b> (1 actividad) <b>Tecnología en la red</b> (1 actividad)		
	E <b>Evaluación</b> (4 actividades)	36 y 2 de ideas previas	
	I <b>Introducción e índice de la unidad</b> (no hay actividades) <b>Competencias básicas</b> (no hay actividades) <b>Preparación de la unidad</b> (2 preguntas)		
	D <b>Texto principal</b> (13 actividades) <b>Ejemplo resuelto</b> (4 actividades) <b>Prácticas de taller</b> (1 actividad)		
	A <b>Actividades de síntesis</b> (10 actividades) <b>Para consolidar</b> (1 actividad) <b>Para ampliar</b> (1 actividad) <b>Tecnología en la red</b> (1 actividad)	29 y 4 de ideas previas	
	E <b>Evaluación</b> (5 actividades)		
	I <b>Introducción e índice de la unidad</b> (no hay actividades) <b>Competencias básicas</b> (no hay actividades) <b>Preparación de la unidad</b> (4 preguntas)		
	D <b>Texto principal</b> (11 actividades) <b>Prácticas de taller</b> (1 actividad)	E	
	A <b>Actividades de síntesis</b> (10 actividades) <b>Para consolidar</b> (1 actividad) <b>Para ampliar</b> (1 actividad) <b>Tecnología en la red</b> (1 actividad)		
	E <b>Evaluación</b> (4 actividades)		

Editorial	Denominación de actividades por secciones (nº de actividades planteadas)	Act. Unidad	Act. Editorial
EDIT6	I <b>Breve introducción histórica</b> (no hay actividades) <b>Preguntas iniciales</b> (5 preguntas)	64 y 5 de ideas previas	64 y 5 de ideas previas
	D <b>Texto principal</b> (39 actividades) <b>Ejemplo resuelto</b> (7 actividades) <b>Pon en práctica</b> (1 actividad) <b>Análisis de objetos tecnológicos</b> (1 actividad) <b>Aplicación informática</b> (1 actividad) <b>Procedimientos</b> (3 actividades)		
	A <b>Actividades de aplicación</b> (12 actividades)		



## La presión, una unidad didáctica para 4.º de ESO

Carlos de Pro  
Universidad de Murcia

*Pensamos que el proceso de planificación debería integrar los conocimientos científicos y didácticos, la práctica profesional y las creencias del profesorado. La finalidad de este trabajo es aplicar un modelo de planificación al diseño de una unidad didáctica para 4.º de la ESO sobre la presión en sólidos, líquidos y gases. El modelo consta de seis tareas: análisis del contenido, análisis del contexto, análisis de las dificultades de aprendizaje, selección de objetivos y contribución al desarrollo de competencias, secuencia de actividades y estrategias de evaluación.*

### **Pressure, a teaching unit for fourth-year secondary level**

*We believe that the planning process should include scientific knowledge, teaching expertise, professional practice and teachers' beliefs. This article aims to apply a planning model to the design of a teaching unit for fourth-year secondary classes on pressure in solids, liquids and gases. The model consists of six tasks: analysis of content, analysis of context, analysis of learning difficulties, selection of objectives and helping foster competences, sequencing activities, and designing assessment strategies.*

Palabras clave: física, presión, unidad didáctica, planificación.

Keywords: physics, pressure, teaching unit, planning.

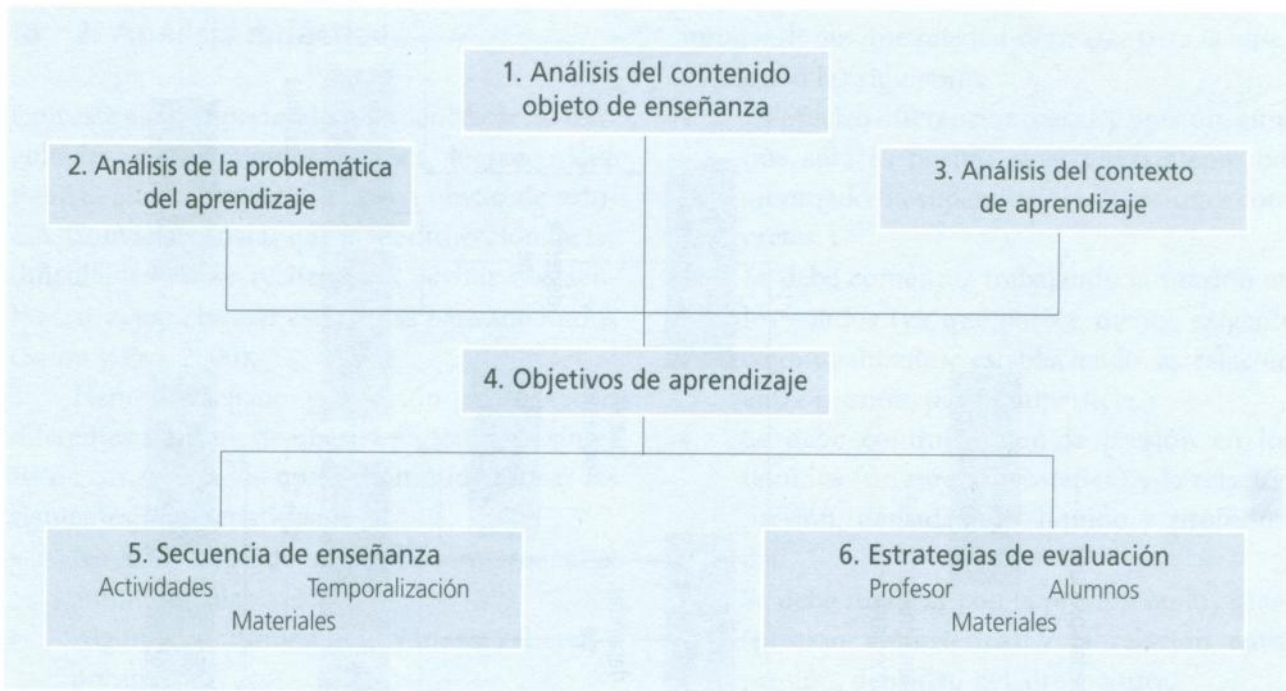
Para nosotros, el diseño de una UD debería ser un proceso de reflexión, investigación y toma de decisiones sobre una realidad y unos problemas educativos concretos. En nuestro modelo de planificación hemos considerado las aportaciones de otros especialistas (Sánchez y Valcárcel, 1993; García, Saura y Pro, 1995; Pro y Saura, 2007; Pro, 2009...). En el cuadro 1 se ha recogido un esquema de este modelo. Consta, por lo tanto, de seis tareas y a ellas nos vamos a referir.

### ■ 1. Análisis científico del contenido

Con este análisis pretendemos identificar los posibles contenidos a enseñar. No se puede olvidar

El diseño de una UD debería ser un proceso de reflexión, investigación y toma de decisiones

que, durante la educación obligatoria, la enseñanza no debe orientarse sólo a preparar a futuros físicos o químicos sino que debe contribuir a formar a ciudadanos cultos, reflexivos, democráticos y felices. Las formulaciones que realizan el currículo estatal (MEC, 2007) y el de nuestra Comunidad (BORM, 2007) son ambiguas, lo que exige analizar, reflexionar y tomar decisiones. El tema parece adecuado para 4.º de la ESO.



Cuadro 1. Modelo de planificación

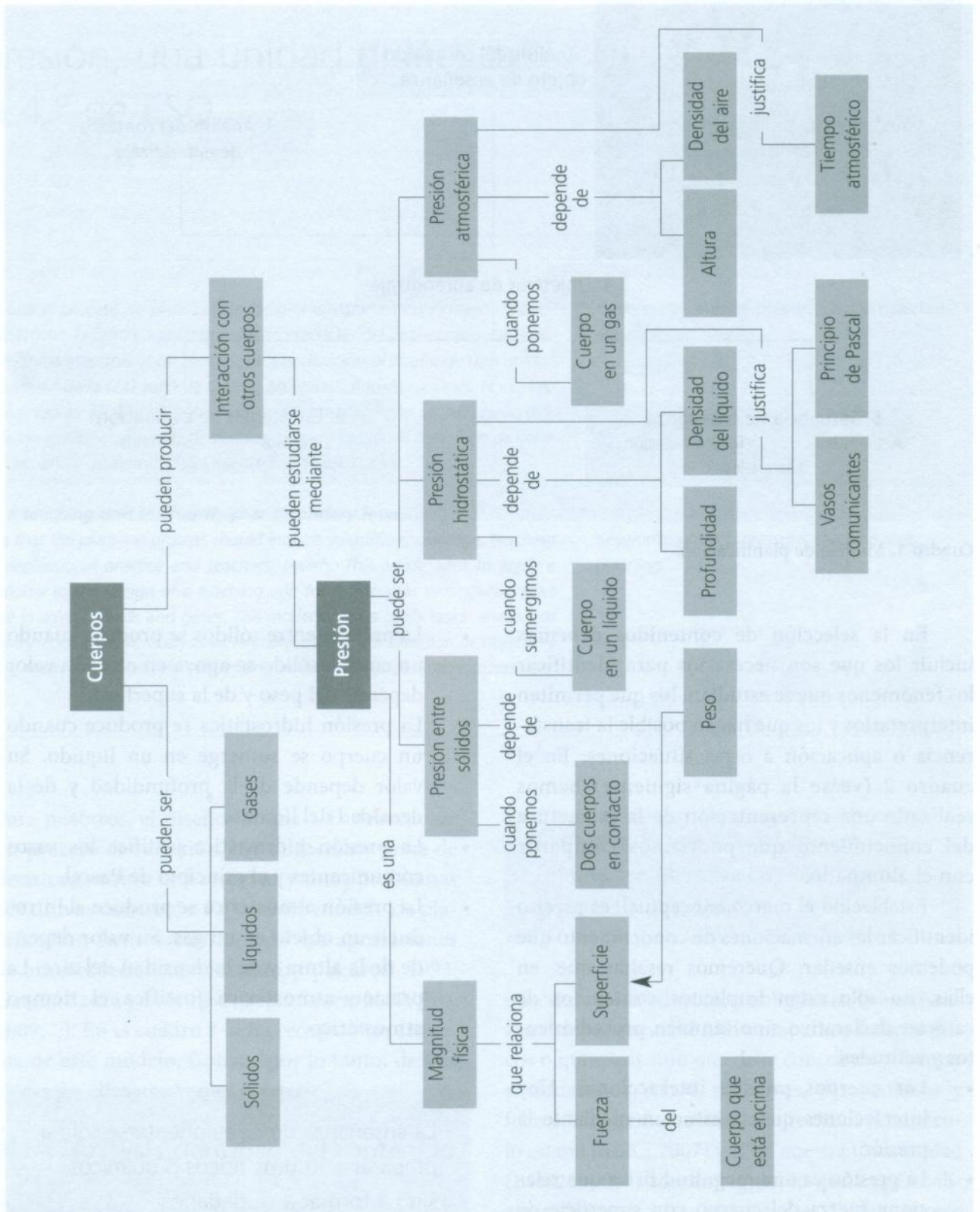
En la selección de contenidos debemos incluir los que son necesarios para identificar los fenómenos que se estudian, los que permiten interpretarlos y los que hagan posible la transferencia o aplicación a otras situaciones. En el cuadro 2 (véase la página siguiente) hemos realizado una representación de la estructura del conocimiento que podríamos compartir con el alumnado.

Establecido el marco conceptual, es preciso identificar las afirmaciones de conocimiento que podemos enseñar. Queremos resaltar que, en ellas, no sólo están implícitos contenidos de carácter declarativo sino también procedimientos y actitudes.

- Los cuerpos pueden interactuar. Hay interacciones que se estudian mediante la presión.
- La presión es una magnitud física que relaciona fuerza del cuerpo con superficie de contacto.

- La presión entre sólidos se produce cuando un cuerpo sólido se apoya en otro. Su valor depende del peso y de la superficie.
- La presión hidrostática se produce cuando un cuerpo se sumerge en un líquido. Su valor depende de la profundidad y de la densidad del líquido.
- La presión hidrostática justifica los vasos comunicantes y el principio de Pascal.
- La presión atmosférica se produce al introducir un objeto en un gas. Su valor depende de la altura y de la densidad del aire. La presión atmosférica justifica el tiempo atmosférico.

La enseñanza no debe orientarse sólo a preparar a futuros físicos o químicos sino a formar a ciudadanos



Cuadro 2. Mapa conceptual de la unidad didáctica

## ■ 2. Análisis didáctico

Con este análisis pretendemos identificar las dificultades, conocimientos previos, logros... que tiene el alumnado sobre el tema objeto de estudio. Conviene señalar que la identificación de las dificultades no se realiza para «evitar obstáculos», sino para buscar estrategias para superarlos (Saura y Pro, 2000).

Hemos diseñado y aplicado pruebas con diferentes alumnos de nuestra región. Una síntesis de sus resultados nos permitió identificar las siguientes características:

- No han utilizado un dinamómetro en el ámbito escolar.
- Algunos confunden peso y masa; y fuerza y presión.
- Conocen expresiones de las áreas de superficies planas pero tienen dificultades en otras.
- Identifican relaciones entre presión, fuerza y superficie, por lo menos de forma cualitativa. Tienen más dificultades con las relaciones inversas que con las directas.
- No saben diseñar experiencias para mostrar la dependencia de la presión con la profundidad o la altura.
- No interpretan adecuadamente los mapas del tiempo.

Además, debemos considerar las exigencias cognitivas de estos conocimientos (Shayer y Adey, 1984). Teniendo en cuenta lo anterior, las

La identificación de las dificultades no se realiza para «evitar obstáculos», sino para buscar estrategias para superarlos

implicaciones que pueden derivarse para la enseñanza son las siguientes:

- Es preciso diferenciar fuerza y presión, aunque sólo es posible si el pensamiento del alumnado ha superado las operaciones concretas.
- Se debe comenzar trabajando la presión en los sólidos (ya que parece menos exigente cognitivamente), estableciendo la relación entre presión, peso y superficie.
- Se debe continuar con la presión en los líquidos (presión hidrostática) y la relación presión, densidad del líquido y profundidad.
- Se debe finalizar con la presión en los gases (presión atmosférica) y la relación entre presión, densidad del aire y altura.
- Se pueden y deben usar barómetros y manómetros.
- Se debe cuidar el tipo de relaciones entre las magnitudes, porque, según los trabajos consultados, las relaciones inversas pueden complicar el aprendizaje.

## ■ 3. Análisis del contexto

Hay una serie de condiciones contextuales (por ejemplo, la disponibilidad de ordenadores con conexión a Internet, la dotación de material de laboratorio, el número de estudiantes...) que pueden limitar la puesta en práctica de una propuesta. No obstante, también forman parte del contexto otros elementos (noticias, programas de televisión, direcciones de Internet, películas, etc.) que ofrecen oportunidades para la selección de lo que se va a enseñar y de cómo hacerlo.

En primer lugar, hay una serie de direcciones de Internet (véase el cuadro 3) que pueden resultar interesantes para lo que se pretende enseñar con esta unidad didáctica.



En la selección de objetivos debe considerarse la adquisición de las competencias curriculares

Otro aspecto interesante es la evolución histórica de los conocimientos o la historia de científicos que han contribuido de forma decisiva en esta evolución. En nuestro trabajo podríamos hacer referencia a las biografías de dos de ellos: Pascal y Torricelli; se puede extraer información del trabajo de Alfonseca (1996).

Otro de los recursos que también podemos utilizar en el desarrollo de esta unidad didáctica son vídeos que reproduzcan experiencias y fenómenos en los que estén implícitos los conocimientos mencionados. Actualmente podemos acceder a algunos a través de Internet que tienen calidad, son cortos y tienen un

atractivo innegable. En el cuadro 4 se muestran algunos de ellos.

A estos elementos que configuran el contexto de aprendizaje se podrían añadir noticias de prensa, programas de TV, películas, etc., que hicieran referencia al tema que nos ocupa en esta unidad de didáctica, con el fin de complementar los contenidos y como aspecto motivador para el alumnado.

#### ■ 4. Selección de objetivos: adquisición de competencias

La selección de objetivos de aprendizaje debe integrar los tres procesos de análisis anteriores para tomar decisiones sobre qué enseñar y permitir establecer una secuencia de contenidos para ser trabajados en el aula. Esta selección debe tener como criterios la lógica de la materia, las características del alumnado y su desarrollo personal, y la función social de la educación obligatoria.



Consulta los enlaces en: [alambique.grao.com](http://alambique.grao.com)

URL	Descripción
<a href="http://proyectos.cnice.mec.es/arquimedes2/fyq4_al.html">http://proyectos.cnice.mec.es/arquimedes2/fyq4_al.html</a> <a href="http://proyectos.cnice.mec.es/arquimedes2">http://proyectos.cnice.mec.es/arquimedes2</a> [+ Profesorado + 4.º + Fuerzas y movimientos (III)]	Experiencias fundamentadas de aprendizaje para alumnos y profesores de ESO; en particular, los módulos de hidrostática y tiempo atmosférico.
<a href="http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion/index.html">http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion/index.html</a> <a href="http://newton.cnice.mec.es">http://newton.cnice.mec.es</a> [+ Profesores + Presión (II)]	Proyecto Newton desarrollado por el CNICE para la ESO; en particular, presión (I).
<a href="http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion2/index.htm">http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion2/index.htm</a> <a href="http://newton.cnice.mec.es">http://newton.cnice.mec.es</a> [+ Profesores + Presión (I)]	Proyecto Newton desarrollado por el CNICE para la ESO; en particular, presión (II).
<a href="http://www.ciencianet.com/archivo.html">www.ciencianet.com/archivo.html</a> <a href="http://www.ciencianet.com">www.ciencianet.com</a> [+ Archivo]	Web especializada en la que se recogen preguntas y respuestas sobre temas científicos; en particular, sobre la presión.
<a href="http://www.ciencianet.com/experimentos.html">www.ciencianet.com/experimentos.html</a> <a href="http://www.ciencianet.com">www.ciencianet.com</a> [+ Experimentos]	Web especializada en la que se recogen experimentos sobre temas científicos; en particular, sobre la presión.

Cuadro 3. Direcciones de Internet para completar el análisis del contexto sobre presión

Por otro lado, en el nuevo marco oficial establecido en la LOE (MEC, 2007), debe considerarse la adquisición de las competencias curriculares.

En el cuadro 5 se recogen aquellas subcompetencias establecidas en el currículo oficial en las que el grado de contribución es alto o medio.

Contenido	Dirección
Presión hidrostática	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=LBEFZsUM1Ts">www.youtube.com/watch?v=LBEFZsUM1Ts</a> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=hODxcpOtyrM">www.youtube.com/watch?v=hODxcpOtyrM</a> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=GdCsdUT-4Nk">www.youtube.com/watch?v=GdCsdUT-4Nk</a> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=GUFbRUIZtA">www.youtube.com/watch?v=GUFbRUIZtA</a>
Presión atmosférica	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=ONhFfIPkkaY">www.youtube.com/watch?v=ONhFfIPkkaY</a> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=TCC8y_uUuSc">www.youtube.com/watch?v=TCC8y_uUuSc</a> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=N_p7_QyK1hA">www.youtube.com/watch?v=N_p7_QyK1hA</a> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=nniD1qQyaKk">www.youtube.com/watch?v=nniD1qQyaKk</a>

Consulta los enlaces en:  
alambique.grao.com

Cuadro 4. Vídeos de Internet para completar el análisis del contexto sobre presión

Objetivos del tema	Contribuciones obj. generales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender ciencias es útil y divertido.</li> <li>• Identificar algunas interacciones que se dan en la naturaleza entre sólidos, líquidos y gases.</li> <li>• Justificar la necesidad de usar el concepto de presión, diferenciándolo del de fuerza.</li> <li>• Identificar el concepto de presión entre sólidos en contacto y estudiar la relación entre presión, peso y superficie.</li> <li>• Aplicar la relación estudiada para la interpretación de hechos cotidianos (utilización de esquí en la nieve, estabilidad en función del tamaño de los zapatos, faquires...).</li> <li>• Identificar el concepto de presión hidrostática y estudiar su relación con la densidad del líquido y con la profundidad.</li> <li>• Conocer el principio de Pascal y el fundamento de los vasos comunicantes; valorar su importancia social.</li> <li>• Aplicar la relación estudiada para la interpretación de hechos cotidianos (zumbido en el fondo de una piscina, presión en el interior de un submarino, nivel freático, prensa hidráulica, montaje de jeringuillas...).</li> <li>• Identificar el concepto de presión atmosférica y estudiar la relación con la altura y densidad del aire.</li> <li>• Conocer la experiencia de Torricelli; valorar su importancia social.</li> <li>• Aplicar la relación estudiada para la interpretación de hechos cotidianos (interpretación de mapas del tiempo, fenómenos como «el agua que no se cae» o «el agua que sube sola», pequeñas explosiones...).</li> <li>• Realizar dispositivos con una función determinada, usando los conocimientos del tema.</li> <li>• Trabajar en grupos asumiendo las tareas que les corresponda, mostrando solidaridad con los compañeros y usando la argumentación y el razonamiento para defender sus opiniones.</li> <li>• Utilizar Internet de forma reflexiva y crítica (identificación, interpretación y aplicación de la información), para la búsqueda de información sobre el tema.</li> <li>• Plantearse preguntas, tener curiosidad y sentir la necesidad de seguir aprendiendo.</li> </ul>	<p>Objetivos principales en los que incide: 1, 2, 3, 4, 5 y 8</p>

Cuadro 5. Selección de objetivos de aprendizaje del tema

## ■ 5. Selección de secuencia de enseñanza: diseño de actividades

La siguiente tarea se refiere a la secuencia de enseñanza; ésta debe incluir la relación de actividades, su temporalización y los materiales de aprendizaje, lógicamente coherentes con unos planteamientos metodológicos. Hemos optado

por una secuencia de enseñanza con un enfoque constructivista, con las fases del proyecto CLIS: orientación, explicitación, construcción de conocimientos, aplicación y revisión.

En el cuadro 6 se muestra la secuencia de actividades propuestas para esta UD, programada para ocho sesiones. A continuación, hemos incluido algunas de las actividades mencionadas.

Fases		Descripción de la secuencia de actividades de la UD
ORIENTACIÓN		A.1. Justificación de la importancia del tema en la vida cotidiana. Relación de algunos interrogantes a los que se pretende dar respuesta en esta UD (ExpPro). Organización de cómo se va a trabajar (dinámica de grupos, libreta de trabajo) durante el desarrollo del tema (ExpPro).
EXPLICITACIÓN DE IDEAS		A.2. Exploración de los conocimientos iniciales del alumnado: respuestas a un cuestionario sobre presión en sólidos, hidrostática y atmosférica (TraInd). Elaboración de un mural en pequeños grupos (TraGru) y puesta en común en el gran grupo (TGG).
CONSTRUCCIÓN APRENDIZAJES	Presión	A.3. Explicación del profesor sobre: los estados de agregación de los cuerpos, las posibilidades de interacción entre dos cuerpos, la insuficiencia del concepto de fuerza y la necesidad de introducir la presión (ExpPro). A.4. Búsqueda de expresiones, anuncios publicitarios. etc., que contengan el término presión y discusión del mal o buen uso del mismo (TraInd y TraGru); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).
	Presión entre sólidos	A.5. Explicación del profesor sobre: presión en los sólidos y dependencia de ésta respecto del peso y de la superficie (ExpPro). Realización de experiencia de cátedra para ilustrar algunos fenómenos (CatPro). A.6. Actividades en las que se relacionen presión, peso y superficie; realización de hoja de trabajo (TraInd y TraGru); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG). A.7. Búsqueda de información en Internet sobre la presión entre sólidos; realización de hoja de trabajo (TraInd y TraGru); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).
	Presión hidrostática	A.8. Explicación del profesor sobre: presión en los líquidos (hidrostática) y su dependencia de la profundidad y la densidad del líquido (ExpPro). Realización de experiencia de cátedra para ilustrar algunos fenómenos (CatPro). A.9. Actividades en las que se relacionen presión, profundidad y densidad del líquido; realización de hoja de trabajo (TraInd y TraGru); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG). A.10. Explicación del profesor sobre: vasos comunicantes (ExpPro). Realización de experiencia de cátedra para ilustrar este fenómeno (CatPro). A.11. Actividades en las que se utilicen vasos comunicantes; realización de hoja de trabajo (TraInd y TraGru); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).

CONSTRUCCIÓN APRENDIZAJES		<p>A.12. Explicación del profesor sobre: la vida de Pascal y principio de Pascal (ExpPro). Realización de experiencia de cátedra para ilustrar este fenómeno (CatPro).</p> <p>A.13. Actividades en las que se utilice el principio de Pascal; realización de hoja de trabajo (TraInd y TraGru); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).</p> <p>A.14. Actividad de laboratorio en pequeños grupos; realización de guión de trabajo (LabAlu); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).</p> <p>A.15. Búsqueda de información en Internet sobre la presión en líquidos; realización de hoja de trabajo (TraInd y TraGru); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).</p>
	Presión atmosférica	<p>A.16. Explicación del profesor sobre: la vida de Torricelli y la presión en los gases, presión atmosférica y su dependencia de la altura (ExpPro). Realización de experiencia de cátedra para ilustrar algunos fenómenos (CatPro).</p> <p>A.17. Actividades en las que se relacionen presión atmosférica y hechos cotidianos (vídeos) y su dependencia de la altura; elaboración de hoja de trabajo (TraInd y TraGru); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).</p> <p>A.18. Actividad de laboratorio en pequeños grupos; realización de guión de trabajo (LabAlu); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).</p> <p>A.19. Búsqueda de información en Internet sobre la presión en gases; realización de hoja de trabajo (TraInd y TraGru); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).</p>
APLICACIÓN		<p>A.20. Análisis de vídeos; realización de hojas de trabajo sobre el contenido de los vídeos (VidAlu); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).</p> <p>A.21. Realización de un dispositivo cuyo funcionamiento se deba a la presión (atmosférica, hidrostática...) (TraInd ó TraGru); puesta en común y clarificación de ideas confusas (TGG).</p>
REVISIÓN		<p>A.22. Revisión crítica de las respuestas propias dadas en la fase de explicitación, identificando qué ideas se han modificado y por qué (TraInd). Identificación de qué han aprendido en esta parte del tema (TraInd).</p>

Cuadro 6. Secuencia de actividades programada para ocho sesiones

## Ejemplos de actividades de la UD «La Presión, una unidad didáctica para 4.º de ESO»

### Actividad 1

El alumnado debe buscar información en Internet. Se le facilitaría además la siguiente hoja de trabajo:

Queremos saber el significado que le dan en el lenguaje cotidiano al término presión. Deben buscar tres expresiones, anuncios publicitarios, dichos populares... que contengan la palabra presión. Por ejemplo, en el fútbol se dice: «El Murcia está presionando al equipo contrario».

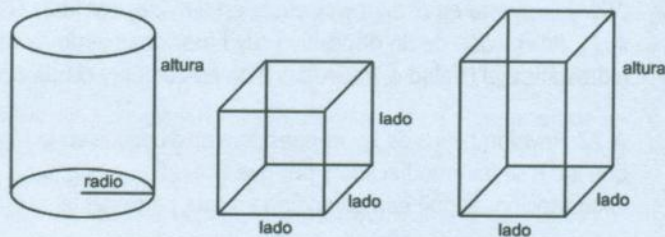
Una vez que tengas las tres afirmaciones, completa el siguiente cuadro:

Frase	Sitio donde se dice	¿Es correcta la afirmación?

## Actividad 2

Hoja de trabajo para el alumnado:

1. Hemos llenado de agua los recipientes siguientes. ¿En cuál de ellos existe mayor presión en el fondo? (Responde primero de forma intuitiva y luego realiza los cálculos que necesites.)



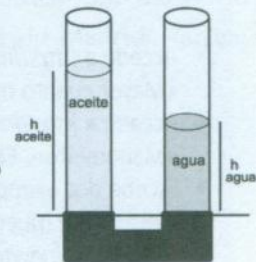
Radio: 5 cm   Lado: 5 cm   Altura: 8 cm

- ¿Qué altura debe tener una columna de alcohol para que ejerza la misma presión que una de mercurio de 25 cm de altura? (Densidad del alcohol:  $810 \text{ kg/m}^3$ ; densidad del mercurio:  $13600 \text{ kg/m}^3$ .)
- El petrolero Prestige se hundió en el mar a 133 millas del cabo Finisterre hasta una profundidad de 3600 metros, llevando en sus tanques 65000 toneladas de fuel. Calcula la presión que soportan los tanques de combustibles a dicha profundidad. ¿Qué peligro puede ocasionar esta elevada presión?
- ¿Por qué razón no se puede salir de un coche sumergido debajo del agua? ¿Cómo se te ocurre que podrías salir de la mejor forma posible?
- ¿Por qué zumban los oídos al sumergirnos al fondo de una piscina, si ésta es profunda? ¿Qué presión soportarías si la piscina tiene 5 metros de fondo?

### Actividad 3

Hoja de trabajo para el alumnado:

1. ¿Cómo explicas que a pocos metros de la orilla de una playa, si escarbamos un poco, encontremos agua? ¿Es dulce o salada?
2. Tenemos dos vasos comunicantes en los que vertimos agua y aceite. Sabemos que se trata de dos líquidos inmiscibles (es decir, que no se pueden mezclar), por lo que ambos quedan a diferente altura (véase la figura). ¿Cómo podríamos averiguar la densidad del aceite?
3. ¿Qué es el nivel freático del río Segura? ¿Qué consecuencias ha tenido cuando ha bajado por la sequía?
4. ¿Cómo podrías clavar dos clavos a la misma altura usando unos vasos comunicantes?

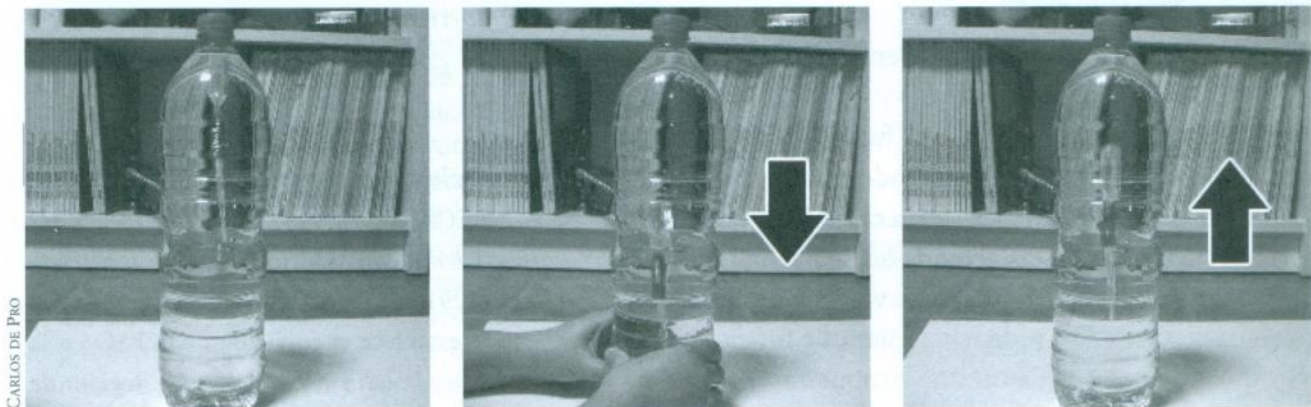


### Actividad 4

Actividad de laboratorio del alumnado. Construcción de un diablillo de Descartes

Además de las instrucciones para realizar el montaje se incluirían preguntas de observación, interpretación, predicción y aplicación.

- Explica cómo has realizado el montaje.
- Describe cómo funciona el diablillo.
- Justifica, desde una perspectiva científica, por qué ha ocurrido tal como has descrito.
- ¿Qué pasaría si aprieto más fuerte o más flojo el recipiente?; ¿qué ocurriría si la botella fuera de plástico más duro?; ¿qué pasaría si la botella fuera más profunda?
- ¿Cómo piensas que se puede aprovechar este invento en la vida cotidiana?



## Actividad 5

Búsqueda de información en Internet:

Vamos a aclarar algunos aspectos relacionados con la explicación dada en la sesión de hoy. Para ello debes realizar una ficha en una cara de un folio como máximo con la información que encuentres en Internet explicada con tus palabras (no vale que copies la información tal cual está y no la entiendas). La ficha debe contener las respuestas a las siguientes cuestiones:

- Accede a <http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion/mayorabajo.htm?2&1> y realiza la experiencia del «Mayor cuanto más abajo». Explica lo que sucede.
- Accede a <http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion/manometros.htm> y realiza la experiencia del «Manómetro». Explica lo que sucede.
- Escribe dos ejemplos que encuentres sobre la presión hidrostática y explica en qué consisten muy brevemente (puedes usar dibujos).

Pista: <http://newton.cnice.mec.es/4eso/presion/index.html>

Una vez que hayas terminado de «jugar» con estas simulaciones, completa este cuadro:

Objetivo de la experiencia	Descripción de lo que has realizado	Conclusiones a las que has llegado

## 6. Selección de estrategias de evaluación

Las estrategias de evaluación deben ser coherentes con las finalidades educativas y el proceso de enseñanza. Por un lado, resulta fundamental el trabajo desarrollado por el alumnado a lo largo de la unidad didáctica en la construcción de lo que aprende. Con todas estas actividades se pueden ir mostrando los aprendizajes que se van generando en el proceso y, sobre todo, averiguar qué funciona y qué no funciona de nuestra propuesta.

No obstante, aunque los alumnos trabajen de forma cooperativa, tienen que existir trabajos concretos en los que individualmente muestren

sus conocimientos personales y, por tanto, el grado de adquisición de ellos. Los criterios de evaluación del currículo oficial deben servir de guía para establecer el tipo de preguntas de una posible prueba escrita.

### Referencias bibliográficas

ALFONSECA, M. (1996): *Diccionario Espasa 1000 Científicos*. Madrid. Espasa.

«Decreto 291/2007 de 14 de septiembre, por el que se establece el currículo de la ESO en la CARM». *Boletín Oficial de la Región de Murcia*, (24 de septiembre).

GARCÍA, J.J.; PRO, A.; SAURA, O. (1995): «Planificación de una unidad didáctica: el

M

estudio del movimiento». *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 13(2), pp. 211-226.

PRO, A. (2009): «El uso de los Recursos Energéticos. Una unidad didáctica para la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo». *Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 6(1) pp. 92-116.

PRO, A.; SAURA, O. (2007): «La planificación: un proceso para la formación, la innovación y la investigación». *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 52, pp. 39-55.

«Real Decreto 1631/2006 de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria». *BOE*, (5 enero 2007).

SÁNCHEZ, G., VALCÁRCEL, M.V. (2003): «Diseño de unidades didácticas en el Área de Ciencias Experimentales». *Enseñanza de las Ciencias*, núm. 11(1), pp. 33-44.

SAURA, O.; PRO, A. (2000): «La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento físico», en CAÑAL, P.; PERALES, F.J.: *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy. Marfil, pp. 389-420.

SHAYER, M.; ADEY, P. (1984): «La ciencia de enseñar ciencias». *Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid. Narcea.

### Dirección de contacto

**Carlos de Pro**

Universidad de Murcia

[carlosdepro@hotmail.com](mailto:carlosdepro@hotmail.com)

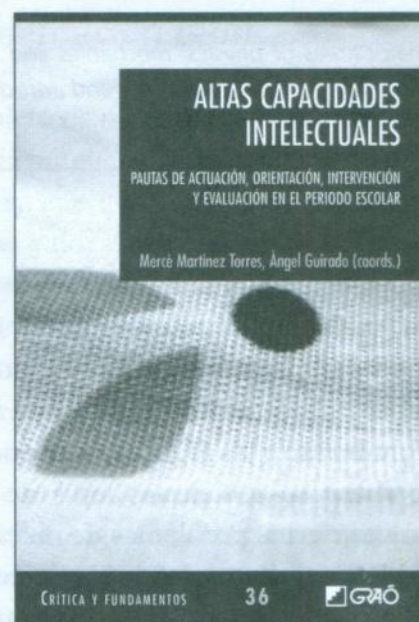
Este artículo fue solicitado por ALAMBIQUE. DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES en junio de 2011 y aceptado en diciembre de 2011 para su publicación

## Altas capacidades intelectuales

### Pautas de actuación, orientación, intervención y evaluación en el periodo escolar

**Mercè Martínez Torres, Àngel Guirado (coords.)  
Anton Prieto, Roser Reverter, Natividad Ruiz,  
Milagros Valera**

En este libro un grupo de expertos de ámbitos diversos pretende compartir con profesionales de la educación (tanto profesorado como orientadores) el saber acumulado en sus quince años de experiencia con alumnado de altas capacidades. En sus capítulos se recoge de forma concisa y profunda la realidad de las altas capacidades intelectuales, desde las revisiones más actuales, y tomando como referencia las necesidades del sistema educativo y de sus profesionales. Se aportan pautas de actuación y elementos de orientación de la práctica educativa, a la vez que se proporcionan recursos de forma organizada y sistemática, instrumentos de evaluación y herramientas de intervención.



**GRAO**

C/ Hurtado, 29

08022 Barcelona (España)

Tel.: (34) 934 080 464

[www.grao.com](http://www.grao.com)

[graeditorial@grao.com](mailto:graeditorial@grao.com)



# ¿QUÉ Y CÓMO INVESTIGAN LOS MAESTROS SOBRE SU PRÁCTICA EDUCATIVA?

López Banet, L. y Pro Chereguini, C.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.*

*llopezbanet@um.es*

## RESUMEN

Se pretende analizar unos Trabajos Fin de Máster (TFM) sobre la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria, realizados en el Máster de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Educación Primaria de la Universidad de Murcia. En la línea de otros análisis con finalidades semejantes, tratamos de responder a cuestiones como: qué se ha investigado, cómo se ha realizado y a qué conclusiones se ha llegado. Los resultados ponen de manifiesto las necesidades, el interés y las posibilidades que tiene este ámbito de la investigación en nuestro contexto educativo.

## Palabras clave

Investigación. Innovación. Didáctica Ciencias Experimentales. Educación Primaria. Meta-análisis.

## CONTEXTO Y FORMULACIÓN DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

La Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) ha tenido un gran desarrollo en los últimos años. Se han publicado una gran cantidad de artículos y libros, se han celebrado muchos eventos en los que se han presentado ponencias y comunicaciones, se han llevado a cabo proyectos, se ha trabajado mucho y bien y, en definitiva, se ha creado un cuerpo de conocimiento muy sólido que nos va a permitir apoyarnos en él para seguir avanzando. Sin embargo, esta evolución no ha sido homogénea en las diferentes líneas de investigación que podemos encontrar en la DCE. Así, por ejemplo, hay una mayor producción en los trabajos sobre formación inicial del profesorado que sobre la formación del profesorado en ejercicio, o en las investigaciones sobre aulas de Educación Secundaria que en Educación Infantil.

En relación con la etapa de Educación Primaria –que es el ámbito en el que se mueve nuestro trabajo- encontramos un déficit importante en el número de aportaciones. No obstante, a pesar de la escasez, encontramos contribuciones muy interesantes en libros (por ejemplo, las que se recogen en Pro, 2008; Pro, 2010a...) o en artículos de revistas periódicas más especializadas en esta etapa educativa (por ejemplo, “Aula de Innovación Educativa”, “Aula de Innovación en Educación Infantil”, “Investigación en la Escuela”...).

Pero, además del número, hay otra limitación que, desde nuestra perspectiva, resulta preocupante: el escaso número de maestros que investigan sobre lo que realizan en su aula. Este problema ha sido destacado por algunos autores (Barberá, 2002; Benarroch,

2010; Pro y Rodríguez, 2011...) y es la razón de ser de este trabajo. Por ello, creemos que, para mejorar lo que estamos realizando, debemos aportar respuestas a tres interrogantes básicos: qué están investigando los maestros, cómo lo están haciendo y a qué conclusiones están llegando.

Las cuestiones planteadas no son fáciles de resolver dada la proliferación de medios de comunicación de las investigaciones e innovaciones (revistas, libros, actas de congresos, materiales de internet...) pero, en nuestro caso, son tan pocas las investigaciones realizadas por los maestros que lo difícil es fijar una base documental que tenga un número suficiente para poder trabajar sobre ella.

En otras revisiones similares (aunque en diferentes contextos), unos se han centrado en las comunicaciones presentadas a congresos representativos del área (Pro, 2009; Benarroch, 2010); otros sobre los trabajos publicados en revistas especializadas (García, 2008; Pro, 2010b); e, incluso, se han realizado estudios evolutivos (Pro, 2010c)... Sin duda, para tener una visión más completa de la situación de la DCE, es preciso “sumar” nuevos análisis sobre otros contextos pero ¿dónde podemos encontrar uno que aglutine contribuciones de la investigación sobre la enseñanza de las Ciencias en Primaria?

## **BASE DOCUMENTAL Y PROTOCOLO DE ANÁLISIS**

Como hemos dicho, nos parece preocupante la ausencia de maestros en la investigación sobre lo que se hace en las aulas de Educación Primaria. El problema no es nuevo y, en gran medida, podemos encontrar motivos, entre otros, en su situación laboral (horario lectivo, tiempo de preparación de las clases, atención a la diversidad...), en la percepción social de su labor (trato recibido por algunos padres, remuneración económica, crítica permanente a los “tres meses de vacaciones”...) o en el comportamiento de la propia Administración (titulación universitaria de “segunda”, formación fuera del horario de trabajo, promoción a profesores de IES...). En muchos casos, se olvida que tras la realización de una publicación – y no digamos de una tesis- hay mucho “tiempo personal o familiar” que no se ve correspondido ni por un reconocimiento institucional o social ni por mejoras en las condiciones contextuales. ¿No justificaría esta situación la escasa repercusión de la investigación en las aulas?

En este contexto tan poco estimulante, se realiza desde hace unos años el Máster de Investigación e Innovación en Educación Infantil y Primaria en la Universidad de Murcia. En esta titulación de carácter oficial, los estudiantes –muchos de ellos, maestros en ejercicio- deben cursar 18 créditos de formación en la investigación educativa (en general), otros 18 de investigación e innovación en ámbitos específicos, y realizar un TFM con una carga de trabajo de 24 créditos (normalmente ampliamente superada). Pues bien, en las tres primeras ediciones, se presentaron más de un centenar de TFM. Obviamente no eran todos de enseñanza de las ciencias –o relacionados con ésta- pero nos pareció un buen referente para nuestro trabajo.

Además, se organizan unas Jornadas donde se presentan y se publican parcialmente los trabajos realizados (<http://www.um.es/web/educacion/contenido/estudios/masteres/inv-educacion-infantil/2011-12/jornadas>). Pensamos que era una buena base documental para nuestros propósitos ya que la extensión de los mismos –unas 25 páginas- permite tener una descripción detallada, aunque sea de un fragmento. Analizamos el contenido de los trabajos presentados y seleccionamos los 9 que se referían a la enseñanza y el aprendizaje de temáticas de carácter científico en Educación Primaria. En ningún caso,

presentan el TFM completo; con diferencias importantes en cuanto al porcentaje que supone respecto al TFM, presentan un fragmento del mismo.

Para fijar nuestro protocolo de este análisis documental, hemos tenido presente los trabajos realizados por Pro (Pro, 2009; 2010b; 2010c; Pro y Rodríguez (2011). Los elementos a considerar se recogen en el Cuadro 1.

<b>Interrogantes principales</b>	<b>Elementos a considerar</b>
¿Qué características generales definen el trabajo?	- Características profesionales del autor - Descriptores generales del trabajo
¿Qué están investigando?	- Problemas de investigación - Referentes fundamentales del marco teórico
¿Cómo lo están haciendo?	- Tipo de diseño de investigación - Participantes y contextos - Descripción de propuesta ensayada (cuando se ha hecho) - Instrumentos de recogida de información
¿A qué conclusiones llegan?	- Resultados obtenidos - Conclusiones explícitas de los problemas planteados

*Cuadro 1. Protocolo de análisis documental*

## RESULTADOS

Vamos a mantener los resultados en función de los interrogantes principales a los que hemos hecho referencia.

### a) En relación con las características generales de los trabajos

La mayor parte de los autores son maestros (7/9); hay, además, una profesora de Educación Secundaria y otra de la Facultad de Educación (de otro departamento). La mayoría (6/9) son profesores en ejercicio y gran parte de ellos (5/9) han realizado la investigación en su aula.

En sus trabajos manifiestan preocupaciones variadas pero la más compartida es la necesidad de mejorar aspectos de la docencia: cómo enseñar de manera que sus alumnos aprendan de otra manera o cómo integrar algunos recursos (actividades de laboratorio, TICs, salidas fuera del aula, comics...); en muchos casos, da la impresión de que el objetivo de mejora no se limita a una materia.

Casi todos los trabajos –el fragmento del TFM publicado- tienen un carácter empírico. El objetivo principal de la mayoría (6/9) es el diseño y aplicación de una propuesta de enseñanza innovadora en un aula (como veremos de temáticas diferentes); una sólo presenta los fundamentos de la propuesta, aunque parece que también se valoró en el TFM completo; los dos que no son maestros realizan unos estudios diagnósticos sobre características del alumnado, quizás por las dificultades para disponer de un aula que exigiría otro tipo de investigación.

### b) En relación con el qué están investigando

Entre los que se centran en el ensayo de una propuesta hay tres que articulan su investigación en torno a tres problemas principales: ¿cuáles eran los conocimientos iniciales del alumnado respecto a la temática objeto de la propuesta? (PP1); ¿cómo se

desarrolló la propuesta en el aula? (PP2); y ¿qué efectos produjo en el aprendizaje del alumnado? (PP3). No todos los plantean con esta “claridad”.

Los otros cuatro se centran en valorar la puesta en práctica; es decir, una combinación de PP2 y PP3 pero algunas diferencias matizables. Así, una estudia la incidencia de tres tipos de texto (el de un comic, el de un cuento y el de un guión de laboratorio en la comprensión lectora de los niños) frente a los otros que sólo se ocupan de los efectos inmediatos en el aprendizaje científico (sin entrar en las competencias).

La que no describe los resultados da la impresión de que también ha valorado las repercusiones en el desarrollo de algunas competencias pero no disponemos de los datos; sólo de lo que aporta en esta publicación.

Las dos que realizan un estudio diagnóstico plantean al alumnado diferentes situaciones: En un caso, para que utilicen sus conocimientos sobre la energía ante unas experiencias, una noticia de prensa y el video de una campaña publicitaria. En el otro para conocer las actitudes de los niños en sus diferentes acepciones (conocimientos de las aportaciones, percepciones de la ciencia y del trabajo de los científicos, posiciones ante dicotomías de los efectos de los descubrimientos científicos, valoración de la ciencia escolar y extraescolar...)

A pesar de que las finalidades y temáticas estudiadas son variadas, se pueden detectar referentes comunes en la revisión de las aportaciones en cada caso. El más común es la referencia al currículum oficial (8/9), probablemente por la proximidad de la última reforma. Pero también hay referencias importantes a tópicos importantes: a las ideas iniciales o a los obstáculos de aprendizaje del alumnado desde una perspectiva constructivista (6/9), al desarrollo de algunas de las competencias (4/9), al uso de un modelo de planificación (4/9), a investigaciones o innovaciones realizadas sobre el ámbito de las propuestas ensayadas (3/9)...

#### c) En relación con cómo lo han realizado

Los diseños de investigación utilizados son coherentes con los problemas planteados y simultanean enfoques cuantitativos (fundamentalmente descriptivos) y cualitativos. Dos utilizan un pretest-seguimiento-postest. Hay cuatro que realizan un seguimiento (como dijimos uno de ellos, contrasta los resultados con tres recursos diferentes). Dos son estudios ex post facto. El otro trabajo sólo se ocupa de profundizar en los fundamentos de la unidad didáctica planificada.

Los participantes corresponden a tercer ciclo (4/9) y al primero (3/9); hay uno del segundo ciclo y otro de Educación Infantil. No describen con minuciosidad las aulas y los centros a los que pertenecen pero aparentemente son normales. Hay “quejas” habituales en relación con los problemas de comprensión lectora y expresión escrita; menos alusiones hay en relación a las matemáticas. Las experiencias de puesta en práctica de una propuesta se han desarrollado en un aula (6/9) –parece que también lo hace la que no aporta resultados- con una ratio variable (alrededor de 20), mientras que los estudios diagnósticos emplean más de un centenar de alumnos.

Las ocho temáticas trabajadas –una se ocupaba de las actitudes- son variadas: el estudio de los circuitos y de la corriente eléctrica (2/9), el agua (2/9), la huerta de Murcia, de dónde procedemos, los animales del entorno y los recursos energéticos.

Casi la mitad comparten un modelo de planificación –probablemente por la pertenencia de los directores al mismo departamento- basado en la realización de una serie de tareas: presencia del tema en el contexto, análisis del contenido científico implicado (con esquemas y mapas conceptuales, relación de posibles procedimientos y actitudes...), relación de problemas del aprendizaje de los mismos, delimitación de objetivos concretos de aprendizaje, secuencia de enseñanza y estrategias de evaluación. Las secuencias de enseñanza siguen un enfoque constructivista: iniciación-desarrollo-aplicación u orientación-explicitación-construcción-aplicación-revisión.

Entre los que investigan sobre una propuesta, hay un interés especial de los autores por detallar las actividades realizadas. No sólo se aporta la secuencia sino que hay ejemplos en los Anexos, distribución temporal, finalidad de cada fase... En todos los casos se simultanea el uso de diferentes recursos: experimentos realizados por el alumnado o por el maestro, trabajos individuales y en grupo sobre documentos escritos (comics, cuentos, mapas...), realización de proyectos, lecturas colectivas, proyección de películas y videos (algunos con pizarra digital), cuidado de seres vivos, actividades en las que participan los padres... Más o menos explícitamente se señalan los contenidos de las explicaciones del profesor –normalmente realizada con presentaciones de power point- y la forma de organizar la dinámica de las clases.

En relación con los instrumentos de recogida de información para el pretest (o el postest) o el diagnóstico, se utilizan cuestionarios de ideas previas, de actitudes, pruebas de utilización de conocimientos ante una experiencia, preguntas sobre una noticia de prensa o sobre un video de una campaña publicitaria, asambleas... El seguimiento se realiza con estrategias diferentes en función del trabajo pero, en general, se utilizan los diarios del profesor (incluimos los protocolos de observación del alumnado en el aula) y algunas producciones escritas (respuestas en los guiones de laboratorio, en fichas, en las hojas de trabajo, murales elaborados en grupo, puestas en común...); hay también entrevistas y grabaciones pero no aparecen transcripciones amplias, posiblemente por falta de espacio. Junto al postest o formando parte de él se suelen aportar datos sobre la valoración que realiza el alumnado de la experiencia.

#### d) En relación a las conclusiones a las que estamos llegando

Se suelen describir, con bastante detalle, el desarrollo de las experiencias (obviamente cuando las hay) e incluso las incidencias en uno de los estudios diagnósticos. Los resultados se presentan en formatos muy variados y a veces combinando varios: por unidades de análisis, por competencias, por los aspectos positivos y negativos desde la perspectiva del maestro, con los resultados de la aplicación de los protocolos de observación, a partir de las valoraciones realizadas por los propios alumnos...

Predominan los relatos descriptivos –normalmente en términos de frecuencia o frecuencia relativa- pero también hay interpretaciones, juicios de valor, discusiones... Hay escasos tratamientos estadísticos (alguna mención a diferencias o relaciones entre variables)... pero creemos que, en casi ningún caso, eran necesarios.

En cuanto a las conclusiones suelen ser bastante coherentes con los datos y resultados que se aportan. Además, resulta alentador el nivel de algunas de ellas; sobre todo, si pensamos que se trata de TFM, profesores que se están iniciando en la investigación. En el Cuadro 2, como ejemplo, recogemos extractadas las conclusiones de algunos

<p>Maestro 1</p> <p>a) En relación con el PP1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los conocimientos previos que tenían los alumnos eran esperables y se han utilizado para construir sus conocimientos.</li> <li>- En muchos casos no utilizaban un modelo de corriente –pocos tenían uno alternativo y la mayoría ni eso- en sus razonamientos.</li> </ul> <p>b) En relación con el PP2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El desarrollo de las actividades previstas y el ambiente de aula fue bueno y se opina que disfrutaron aprendiendo.</li> <li>- Se encuentran algunas dificultades que, por ejemplo, siguen aflorando modelos alternativos, por lo que precisan del tratamiento del tema en sucesivas etapas educativas.</li> </ul> <p>c) En relación con el PP3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se aprecia una mejora clara en los resultados del postest respecto al pretest. - Para el alumnado la experiencia ha sido muy positiva a pesar del trabajo y el esfuerzo que conlleva.</li> <li>- Creemos honestamente que hemos favorecido aprendizajes cooperativos y duraderos</li> </ul>
<p>Maestra 3</p> <p>PP1: se puede construir una propuesta que tenga en cuenta el cambio curricular, el significado y alcance de algunas competencias, los problemas de dificultad lectora, el uso de recursos próximos al alumnado y la incidencia de estos en el aprendizaje de variables como identificación de ideas en un material, interpretación e inferencia. Es preciso desechar materiales convencionales, que no contribuyen ni a la comprensión lectora ni a la animación a la lectura. Como alternativa se proponen otros textos, próximos a la realidad del alumnado (cómic, cuentos, experiencias de laboratorio...). Aprovechar la forma habitual de trabajo del alumnado y la puesta en práctica en el aula de la maestra habitual facilita que el periodo de adaptación de los niños a los nuevos planteamientos.</p> <p>PP2: las preguntas de identificación de ideas han obtenido mejores resultados globalmente e individualmente en 3/6 cómic, 1/4 cuentos y 1/2 guiones. Las respuestas de inferencia fueron globalmente mejores que las de significado de términos y expresiones. Se han obtenido mejores resultados en el “significado de expresiones” que en el “significado de términos”.</p> <p>PP3: No se puede hablar de tipos de destrezas comunicativas sino que éstas dependen del recurso en el que se plantea; en nuestro caso, de que sea un cómic, un cuento o un guión. Parece que globalmente los mejores resultados se han obtenido en los cómic y en los cuentos; podría justificarse por el hecho de que son más parecidos a los habituales.</p>
<p>Profesora de la Facultad de Educación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los resultados, que, en muchos casos, no han sido positivos, no han contradicho lo esperado según la literatura consultada (algunos problemas para identificar los productos de la ciencia, opinión positiva respecto a la presencia curricular de las ciencias, planteamientos metodológicos inadecuados en la educación formal, escasa incidencia de la educación no-formal en la educación científica...).</li> <li>- Han habido “sorpresas positivas” (visión aceptable de los científicos y su trabajo, valoración positiva de las aportaciones de la ciencia, apoyo social a la labor de los científicos...). Desde luego, parece que el currículum oficial no se ha llevado a las aulas.</li> <li>- También esperábamos más diferencias respecto al género y, no digamos, respecto al tipo de centro. Desde luego, con los resultados obtenidos, no podemos compartir las conclusiones obtenidas en otros trabajos respecto la dependencia con estas variables.</li> <li>- La inclusión de las actitudes, con actividades concretas e intencionadas, puede mejorar la alfabetización científica de los ciudadanos, quedan muchas cosas por hacer, dentro y fuera de la escuela.</li> </ul>

Cuadro 2

## CONCLUSIÓN

Inicialmente nos planteábamos tres interrogantes sobre las investigaciones que realizan los maestros sobre su práctica educativa. El escaso número existente nos ha llevado al estudio de una base documental con un cierto sesgo que impide extrapolar los resultados. Pero con estas limitaciones, podemos decir que el maestro suele elegir temáticas que están próximas a su trabajo diario, que tiene unos conocimientos profesionales muy útiles para la investigación, que aporta aspectos insustituibles desde su investigación acción, que es capaz de incidir en variables y aspectos complejos con “más facilidad” de la esperada y que mantiene unas cualidades deseables en cualquier investigador porque, en ningún momento, deja de ser un docente.

## BIBLIOGRAFÍA

Barberá, O. (2002). El área de Didáctica de las Ciencias Experimentales: ¿apuesta por el futuro o error del pasado? *Revista Educación*, 328, 97-109.

Benarroch, A. (2010). La investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales en las etapas de Educación Infantil y Primaria. *Actas de XXIV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 32-48). Jaén: Serv. Publicaciones Universidad.

García, S. (2008). La formación del profesorado de Educación Infantil. *Actas de XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 246-255). Almería. Edit. Universidad Almería.

Pro, A. (1999). ¿Qué investigamos? ¿Cómo lo hacemos? ¿A qué conclusiones llegamos? Tres preguntas que hacen pensar. En la obra de Martínez y García: *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales* (pp.19-43). A Coruña: Serv. Publ. Universidad.

Pro, A. (coord.) (2008). *El desarrollo del pensamiento científico-técnico en Educación Primaria*. Madrid: Secretaría General Técnica MEC.

Pro, A. (2009). ¿Qué investigamos sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales en nuestro contexto educativo? *Investigación en la Escuela*, 69, 45-59.

Pro, A. (coord.) (2010a). *Conocimiento e interacción en el mundo físico. La comprensión del entorno próximo*. Madrid. Secretaria General Técnica MEC.

Pro, A. (2010b). ¿Cuáles han sido las preocupaciones de los trabajos de innovación en la didáctica de las ciencias? *Alambique*, 65, 73-85.

Pro, A. (2010c). Reflexiones sobre algunos problemas existentes en la investigación en la didáctica de las ciencias experimentales. En la obra de Vallés, Álvarez y Rikeckmann: *L'activitat docent: intervenció, innovació, investigació* (pp.313-326). Girona: Documenta Universitaria.

Pro, A. y Rodríguez, J. (2011). La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, 29(1), 129-148.





# Los conocimientos sobre energía en los currículos de Educación Primaria

Pro Bueno, A.; López Banet, L.; Pro Chereguini, C.

*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia*

[nono@um.es](mailto:nono@um.es)

## RESUMEN

En nuestro sistema educativo, los programas oficiales son fijados por el Ministerio de Educación y completados por las administraciones autonómicas. En este trabajo estudiamos la presencia de los conocimientos sobre la energía en los currículos oficiales de Educación Primaria de las diferentes Comunidades Autónomas. Se identifican las similitudes y las diferencias en función de los contenidos (conceptos, procedimientos y actitudes). El análisis pone de manifiesto la diversidad de programas oficiales existentes en el estado español.

## Palabras clave

Educación Primaria. Energía. Currículos oficiales comparados. Contenidos. Competencias.

## INTRODUCCIÓN

Los programas oficiales que derivan de las reformas son referentes importantes para defender (últimamente pocas veces) o cuestionar (la mayoría de las ocasiones) los cambios que se introducen con las mismas. Pensamos que una reforma debería ser una oportunidad para revisar colectivamente lo que hacemos, impulsar aquello en lo que acertamos, modificar lo que no funciona, mejorar nuestras clases... Sin embargo, el encadenamiento de las que hemos tenido en nuestro contexto ha hecho que, lejos de estas consecuencias positivas, el mayor efecto producido es que gran parte de nuestra comunidad educativa está desorientada.

No es fácil “fijar” cuál es el marco de referencia por dos motivos: la transitoriedad que tienen los currículos (cada cambio político parece llevar consigo, como mínimo, una modificación curricular) y la diversidad que conlleva que cada Comunidad Autónoma (CCAA) tenga el suyo (muchas veces sin respetar los Reales Decretos que establecían un marco de referencia compartido, en nuestro caso, para la Educación Primaria). En esta situación, unos se sienten “obligados” a acudir a los libros de texto porque no comprenden los cambios que se introducen; otros siguen haciendo lo de siempre porque sencillamente no saben hacer otra cosa (ni nadie los ha orientado para hacerlo); y una parte importante percibe modificaciones en la “jerga pedagógica” pero sin saber muchas veces su significado para sus aulas.

Es cierto que, en nuestras escuelas, los programas oficiales no siempre son conocidos por el profesorado. Sin entrar a discutir las causas de esta consideración, creemos que dichos programas influyen en lo que hacemos y, desde luego, lo condiciona. Por ello, nos planteamos: ¿cuál es el marco oficial para la enseñanza de las ciencias en el alumnado de Educación Primaria?; ¿cómo ha quedado el currículum tras “pasar” por las CCAA?; ¿se puede hablar de que, en España, tenemos los mismos programas?

Por supuesto, en esta dinámica de “reformular las reformas”, habría que preguntarse: ¿se tiene en cuenta lo que ha funcionado con el currículum derogado?; ¿son coherentes con las

tendencias y aportaciones de la investigación e innovación educativas?; ¿son muy diferentes las necesidades formativas de un niño catalán, un extremeño o un castellano leonés?

En este trabajo queremos estudiar la presencia de los conocimientos sobre un tópico en los currículos oficiales de Educación Primaria de las diferentes Comunidades Autónomas. Hemos elegido el tópico de la energía por diferentes motivos: importancia curricular, presencia en la vida cotidiana y en los medios de comunicación, relevancia social, interés personal... En cualquier caso, hay otros que también podrían cumplir los criterios mencionados.

## EL CURRÍCULUM OFICIAL DE LA LOE

Decíamos (Pro y Miralles, 2009) que la mayor novedad de la última reforma curricular en esta etapa era la presencia del término competencia. Según los documentos oficiales, las ciencias – que forman parte del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural- deben contribuir a:

- respecto a la *competencia social y ciudadana*: desarrollar actitudes de diálogo, de resolución de conflictos... de responsabilidad para facilitar la buena comunicación y el buen estar del grupo; asentar las bases de una futura ciudadanía mundial, solidaria, curiosa e informada, participativa y democrática; comprender los cambios que se han producido en el tiempo y adquirir pautas para ir acercándose a las raíces históricas de las sociedades actuales.

- respecto a la *competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico*: apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico; 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.

- respecto a la *competencia tratamiento de la información y competencia digital*: comprender información que se presenta en diferentes códigos, formatos y lenguajes (leer un mapa, interpretar un gráfico, observar un fenómeno o utilizar una fuente histórica); utilizar el ordenador, un procesador de textos y la búsqueda guiada en Internet.

- respecto a la *competencia en comunicación lingüística*: aumentar la riqueza en el vocabulario específico; favorecer la claridad en la exposición, el rigor en el uso de los términos, la estructuración del discurso... en los intercambios comunicativos; acercarse a textos informativos, explicativos y argumentativos.

- respecto a la *competencia para aprender a aprender*: desarrollar técnicas para aprender, para organizar, memorizar y recuperar la información, tales como resúmenes, esquemas o mapas mentales; reflexionar sobre qué se ha aprendido, cómo se ha hecho y el esfuerzo por contarlo, oral y por escrito.

- respecto a la *competencia artística y cultural*: conocer las manifestaciones culturales, valorar su diversidad y reconocer aquellas que forman parte del patrimonio cultural (incluye el patrimonio natural).

- respecto a la *autonomía e iniciativa personal*: tomar decisiones desde el conocimiento de uno mismo en el ámbito escolar y en la planificación de forma autónoma y creativa de actividades de ocio.

- respecto a la *competencia matemática*: utilizar herramientas matemáticas en contextos significativos de uso, tales como medidas, escalas, tablas o representaciones gráficas.

Es decir, según nuestro actual currículum oficial, los currículos de las diferentes CCAA deben contemplar la adquisición de las competencias y subcompetencias señaladas. No obstante, no en todos los documentos se hace referencia a ellas, aunque una interpretación “generosa” es que dan por hecho su inclusión.

En otros trabajos (por ejemplo, Cañas, Martín y Niedo, 2007; Pro y Miralles, 2009; Banet, 2011), se han analizado los contenidos, competencias y criterios de evaluación de la materia, en general. En éste vamos a ver cómo aparece un tema concreto: la energía. Por lo tanto, se trata de un análisis documental que tiene como informantes todos los currículos oficiales (el del estado y el de las Comunidades Autónomas).

## LA ENERGÍA EN NUESTRO CURRÍCULUM ESTATAL

Quizás, los referentes más clarificadores de un programa oficial sean los bloques de contenidos y los criterios de evaluación.

El actual currículum estatal para la Educación Primaria (MEC, 2006) establece siete *bloques de contenidos* en cada ciclo de esta etapa educativa. Hay algunos comunes a varios temas (por ejemplo, “Elaboración de textos para la comunicación, oral y escrita, del desarrollo de un proyecto” en 2º ciclo o “Planificación y realización de experiencias sencillas para estudiar... comportamiento de materiales ante... Comunicación oral y escrita del proceso y resultados” en 3º ciclo). Pero, los que son específicos de nuestra temática están en los Bloques 6 (Materia y energía) y 7 (Objetos, máquinas y tecnologías); en el Cuadro 1 se recogen, indicando el ciclo entre paréntesis.

CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	ACTITUDES
<p><b>Segundo ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energía y los cambios. Fuentes y usos de la energía.</li> <li>- Producción de residuos, la contaminación y el impacto ambiental.</li> </ul> <p><b>Tercer ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuentes de energía renovables y no renovables. El desarrollo energético, sostenible y equitativo.</li> <li>- Diferentes formas de energía. Transformaciones simples de energía.</li> <li>- ...Efectos de la electricidad.</li> </ul>	<p><b>Segundo ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación de la intervención de la energía en los cambios de la vida cotidiana.</li> <li>- Planificación y realización de experiencias sencillas para estudiar... su comportamiento ante cambios energéticos, haciendo predicciones explicativas sobre los resultados.</li> <li>- Identificación de fuentes de energía para que funcionen las máquinas.</li> </ul> <p><b>Tercer ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Predicción de cambios en el movimiento, en la forma o en el estado por efecto de... aportaciones de energía.</li> </ul>	<p><b>Primer ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de actitudes conscientes, individuales y colectivas, frente a determinados problemas medioambientales.</li> <li>- Adopción de comportamientos asociados a la seguridad personal y el ahorro energético.</li> </ul> <p><b>Segundo ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valoración del uso responsable de las fuentes de energía en el planeta.</li> <li>- Responsabilidad individual en el ahorro energético.</li> <li>- Reconocimiento de la importancia del uso de aplicaciones tecnológicas respetuosas con el medio ambiente.</li> <li>- Relevancia de algunos de los grandes inventos y valoración de su contribución a la mejora de las condiciones de vida.</li> </ul> <p><b>Tercer ciclo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsabilidad individual en el consumo.</li> <li>- Valoración de la influencia del desarrollo tecnológico en las condiciones de vida y en el trabajo.</li> </ul>

Cuadro 1. Contenidos del currículum oficial estatal relacionados con la Energía

Los conceptos y procedimientos parecen centrarse en la energía desde un punto de vista físico (asociación a fenómenos, transformaciones...) y en las fuentes de energía (producción, impacto medioambiental...) mientras que las actitudes giran más en torno al consumo y el ahorro energético. Una aclaración de los ámbitos que pueden estudiarse sobre la energía se puede ver en Pro (2014).

Por otro lado, aunque los contenidos aparecen en los tres ciclos, en el primero, priman las actitudes; mientras que, en los otros, existe un mayor equilibrio entre los tres tipos. No obstante, recordamos que la diferenciación en los tres conocimientos tiene sólo una intención analítica puesto que, detrás de una actitud, hay conceptos y procedimientos; o, detrás de unos procedimientos hay conceptos y se desarrollan o pueden desarrollarse unas actitudes.

En cuanto a los *criterios de evaluación*, encontramos algunos comunes a otras temáticas (por ejemplo, el décimo de Primer Ciclo dice “Realizar preguntas adecuadas para obtener información de una observación, utilizar algunos instrumentos y hacer registros claros” o el décimo de Segundo ciclo dice “Obtener información relevante sobre hechos o fenómenos previamente delimitados, hacer predicciones sobre sucesos naturales..., integrando datos de observación directa e indirecta a partir de la consulta de fuentes básicas y comunicar los resultados”). En ambos casos, podrían “encajar sin esfuerzo” algunos conocimientos del tema. En el Cuadro 2 se recogen los específicamente referidos a la energía.

<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>
<p><b>Segundo Ciclo</b></p> <p><i>8. Identificar fuentes de energía comunes y procedimientos y máquinas para obtenerla, poner ejemplos de usos prácticos de la energía y valorar la importancia de hacer un uso responsable de las fuentes de energía del planeta.</i></p> <p>Con este criterio se pretende evaluar si son capaces de identificar las fuentes de energía más comunes (viento, sol, combustibles, etc.) y si relacionan la energía con usos habituales en su vida cotidiana (la batidora, el secador, la calefacción, el aire acondicionado, etc.), si reconocen el calor como transferencia de energía en procesos físicos observables, si describen transformaciones simples de energía (la combustión en un motor para mover un coche, la energía eléctrica para que funcione una lámpara, etc.) Así mismo deberán poner ejemplos de comportamientos individuales y colectivos para utilizar de forma responsable las fuentes de energía.</p>
<p><b>Tercer Ciclo</b></p> <p><i>9. Planificar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual necesaria, combinando el trabajo individual y en equipo.</i></p> <p>Este criterio pretende evaluar la capacidad de planificar y realizar proyectos de construcción de algún objeto o aparato. Se valorará el conocimiento sobre las diferentes fuentes energéticas así como la capacidad para seleccionar una de ellas por su idoneidad para el funcionamiento de un aparato...</p>

*Cuadro 2. Criterios de evaluación relacionados con nuestra propuesta*

Hay algunas incoherencias entre contenidos y criterios de evaluación y la inclusión de algunos contenidos parecen haber ignorado lo que dice la investigación o la innovación al respecto. Pero, sin entrar en este tipo de análisis, podemos apreciar que el tema debería trabajarse, por lo menos, en dos niveles, uno intermedio y otro en el tercer ciclo.

## **LA ENERGÍA EN EL CURRÍCULUM DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS**

En la actualidad, hay potencialmente dieciocho currículos diferentes en el estado español, uno por Comunidad Autónoma. Vamos a comprobar cómo se recogen los contenidos sobre la energía en Educación Primaria. Para nuestro análisis hemos recogido doce Comunidades Autónomas (CCAA): Andalucía, Asturias, Baleares, Canarias, Cantabria, Castilla La Mancha, Cataluña, Euzkadi, Extremadura, Galicia y la Región de Murcia. No obstante, hay muchas más implícitas (por ejemplo, Murcia tiene un currículum prácticamente igual al de la Comunidad Valenciana, Castilla y León, Madrid, La Rioja...; por ello, le ponemos un “\*”).

En los cuadros que aparecen a continuación se recogen los contenidos diferenciando los conceptos, procedimientos y actitudes. Se ha señalado el ciclo en el que aparentemente se

recoge; este dato no es exacto puesto que algunas veces la formulación oficial resulta bastante ambigua. Así, por ejemplo, “Desarrollo de actitudes conscientes, individuales y colectivas, frente a determinados problemas medioambientales” puede referirse a los problemas derivados por el uso de fuentes de energía o de otros elementos (escasez de agua, acumulación de basura...) y puede llevar implícitos la “Sensibilización por los efectos ambientales”, “Adopción de comportamientos individuales y colectivos”... e indirectamente “Impacto ambiental” en cuanto a contenidos conceptuales.

En el Cuadro 3, se han recogido los contenidos conceptuales.

Contenidos conceptuales	Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria
Concepto de energía						
Energía y cambios			2	2	2	2
Tipos de energía	1	1, 2, 3	2, 3	1, 3	1, 2, 3	2, 3
Trasformación de la energía		3	3	2, 3	3	3
Fuentes de energía.		2, 3	2, 3	2, 3	2, 3	2, 3
Fuentes renovables y no renovables		3	3	3	3	3
Materias primas			2, 3			
Principales fuentes de energía de la CCAA	3		2		3	
Funcionamiento de centrales					3	
Impacto ambiental		1	1, 2	2	2	2
Consumo energético. Medidas.	2, 3		2, 3	3	2	3
Ahorro energético. Medidas	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2	1, 2, 3
Energía y transporte		2				
Energía y electricidad doméstica		3	2	3	3	3
El desarrollo energético, sostenible y equitativo		3	3	3	3	3

Contenidos conceptuales	C.Mancha	Cataluña	Euzkadi	Extrema- dura	Galicia	Murcia (*)
Concepto de energía						3
Energía y cambios	2, 3		2	2		2
Tipos de la energía	2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	2, 3	1, 2	2, 3
Trasformación de la energía		2	3			
Fuentes de energía.	2, 3	2, 3	1, 2, 3	2, 3		1, 2, 3
Fuentes renovables y no renovables	2, 3	3	3	3		3
Materias primas			3			
Principales fuentes de energía de la CCAA			2	2, 3		
Funcionamiento de centrales				2		
Impacto ambiental			2	2		2, 3
Consumo energético. Medidas		3				
Ahorro energético. Medidas	1	2	1, 2	2		1, 2
Energía y transporte						
Energía y electricidad doméstica	3	3	3	3		3
El desarrollo energético, sostenible y equitativo			3			

Cuadro 3. Contenidos conceptuales sobre la energía en los currículos de las CCAA

En el Cuadro 4 se recogen los procedimientos.

<b>Conoc. de procedimientos</b>	<b>Andalucía</b>	<b>Aragón</b>	<b>Asturias</b>	<b>Baleares</b>	<b>Canarias</b>	<b>Cantabria</b>
Identificación de fuentes de energía, máquinas y aparatos del entorno	1	1, 2	2, 3	1, 2	1, 2	
Observación de transformación de energía en vida cotidiana	1	1, 2	2, 3	2	2	2
Reconocimiento de materias primas			2, 3			
Clasificación de fuentes de energía		3	3	3	3	3
Realización experiencias efectos cambio energético		2	2	2	2	2
Realización experiencias efectos de la electricidad			3			
Predicción de efectos de transformaciones energéticas		2	2, 3	2, 3	2, 3	2, 3
Diseño experiencia sobre cambios energéticos		2	2	2	2	2
Diseño experiencia sobre efectos electricidad				3		
Lectura de etiquetas o manual de uso			3			
Comunicación oral y escrita de resultados		2				

<b>Conoc. de procedimientos</b>	<b>C.Mancha</b>	<b>Cataluña</b>	<b>Euzkadi</b>	<b>Extrema- dura</b>	<b>Galicia</b>	<b>Murcia (*)</b>
Identificación de fuentes de energía, de máquinas y aparatos del entorno	2	1, 2	1, 2	2	1	1
Observación de transformación de energía en vida cotidiana	2	2, 3	2		1, 2	2
Reconocimiento de materias primas						
Clasificación de fuentes de energía	2, 3	3	3	3		3
Realización experiencias efectos cambio energético	2		2	2		2
Realización experiencias efectos de la electricidad						
Predicción de efectos de transformaciones energéticas	2, 3		2, 3	2, 3		
Diseño experiencia sobre cambios energéticos	2		2	2		2
Diseño experiencia efectos electricidad						
Lectura de etiquetas o manual de uso						
Comunicación oral y escrita de resultados						

*Cuadro 4. Contenidos procedimentales en los currículos de las CCAA*

En el Cuadro 5 se recogen las actitudes.

Conocim. de actitudes	Andalucía	Aragón	Asturias	Baleares	Canarias	Cantabria
Desarrollo de actitudes frente a problemas MA		1	1, 3	1,2	1	1, 3
Desarrollo comportamientos de ahorro energético	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3
Valoración de ventajas e inconvenientes de energías			3			
Valoración necesidad de fuentes alternativas			3			
Reconocimiento papel de la energía en calidad de vida o en vida cotidiana	1, 2, 3	1, 2			1, 3	1, 2
Reconocimiento diferencias uso de energía entre países	3					
Valoración del uso responsable de la energía		2, 3	2	2	2	2
Reconocimiento conflictos por uso fuentes de energía	3					
Reconocimiento evolución histórica de la energía						

Conocim. de actitudes	C.Mancha	Cataluña	Euzkadi	Extremadura	Galicia	Murcia (*)
Desarrollo de actitudes frente a problemas MA	1		1	1, 2		1, 2, 3
Desarrollo comportamientos de ahorro energético	1, 2	2, 3	1, 2, 3	1, 2		2
Valoración de ventajas e inconvenientes de energías			2			
Valoración necesidad de fuentes alternativas						
Reconocimiento papel de la energía en calidad de vida o en vida cotidiana	2	2		2, 3	2, 3	1, 2, 3
Reconocimiento diferencias uso de energía de países						
Valoración del uso responsable de la energía	2	2	1, 2, 3	2		2
Reconocimiento conflictos por uso fuentes de energía						
Reconocimiento evolución histórica de la energía		2				

*Cuadro 5. Contenidos actitudinales en los currículos de las CCAA*

Podemos decir que hay diferencias en la relación de contenidos a trabajar en las diferentes CCAA; quizás, los programas “más singulares” respecto a las demás sean los de Andalucía y Galicia. Al hilo de las diferencias, nos preguntamos: ¿qué fuentes utilizan los diseñadores curriculares para plantear documentos tan distintos?

Por otro lado, en la mayoría de las CCAA, se recogen todos los contenidos conceptuales del currículum estatal. Hay algunas ausencias en las actitudes; pero donde más diferencias se detectan es en los procedimientos. Probablemente por ello, hay una mayor homogeneidad en

los conceptos que en los otros contenidos. Pero, además, a la vista del contenido curricular analizado, podemos añadir que:

- los conceptos compartidos por más CCAA (más de dos tercios de ellas) son: Energía y cambios, Tipos de energía (incluido por todas), Transformación de la energía, Fuentes de energía, Fuentes de energía renovables y no renovables, Impacto ambiental, Consumo energético y medidas, Ahorro energético y medidas, Energía y electricidad doméstica y El desarrollo energético, sostenible y equitativo.
- los procedimientos compartidos por más CCAA (más de dos tercios) son: Identificación de fuentes de energía de máquinas y aparatos del entorno, Observación de transformación de energía en la vida cotidiana, Clasificación de las fuentes de energía, Realización de experiencias de cambios energéticos, Predicción de efectos de transformaciones energéticas y Diseño de experiencia de cambios energéticos
- las actitudes compartidas por más CCAA (más de dos tercios) son: Desarrollo de actitudes frente a problemas medioambientales; Desarrollo de actitudes y adopción de comportamientos de ahorro energético; Reconocimiento del papel de la energía en la calidad de vida o en la vida cotidiana; y Valoración del uso responsable de la energía
- en el Primer ciclo, parece que se deberían identificar qué energía necesitan o utilizan diversos aparatos y máquinas del entorno; pero, sobre todo, se tendría que trabajar la creación de hábitos para el ahorro o para un consumo razonable de energía.
- entre Segundo y Tercer ciclo, se debería iniciar el estudio de dos temáticas: por un lado, las fuentes de energía, su clasificación en renovables y no renovables, los beneficios y riesgos, el impacto de cada una de ellas...; y, por otro, el consumo y el ahorro energético. En ambos casos, se profundiza en los hábitos deseables, tanto personales como del aula o del centro, de su casa, de su entorno... y del planeta.

Sin embargo, a pesar del énfasis con el que solemos discutir los nuevos programas, no es muy clara la incidencia de los mismos en el aprendizaje del alumnado. Así, las Comunidades Autónomas de Castilla y León y Murcia tienen prácticamente los mismos programas oficiales y, sin embargo, ni en las evaluaciones institucionales (MEC, 2010) ni en otro tipo de estudios demoscópicos (Pérez, 2005) obtienen los mismos resultados. Por eso, nos preguntamos: ¿cuál es la verdadera incidencia del currículum oficial?; ¿por qué no conoce el profesorado los programas oficiales?; ¿qué cambian realmente las reformas en nuestro contexto educativo?

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banet, E. (2011). El Medio Natural en la LOE: ¿continuidad o cambio en el currículum de Educación Primaria? *Investigación en la Escuela*, 70, 71-88.
- Cañas, A.; Martín, M.J. y Niedo, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- MEC (2010). *PISA 2009. Programa de evaluación internacional de los alumnos. OCDE. Informe español*. Madrid: MEC.
- Pérez, A. (coord.) (2005). *Evaluación nacional de Actitudes y Valores hacia la Ciencia en entornos educativos*. Madrid: FECYT.
- Pro, A. (2014). *Producción, Consumo y Ahorro energético: una propuesta para Educación Primaria*. 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.



# CDC EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS: ACTIVIDADES DE LABORATORIO

de Pro Chereguini, C.

*Alumno de Doctorado del Dpto. de Didáctica Ciencias Experimentales. Universidad Murcia.*

*carlosdepro@hotmail.com*

## RESUMEN

El conocimiento didáctico del contenido (CDC) es un aspecto básico en la investigación sobre la formación inicial del maestro. En este trabajo tratamos de dar respuestas a cómo utilizan sus conocimientos los futuros maestros cuando realizan una actividad de laboratorio. Los resultados ponen de manifiesto logros y carencias; éstas deberían ser abordadas porque, si saber ciencias no implica saber enseñarlas, si no se sabe ciencias, tampoco es factible hacerlo.

## Palabras clave

Formación inicial de maestros. Actividades laboratorio. Máquinas simples. Evaluación.

## 1. Problema de investigación

La reforma 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). Pero, para enseñarlas, el maestro debe haberlas adquirido. Si 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*”, el futuro maestro debe tener un dominio de estos conocimientos si quiere que su alumnado las adquiera.

Compartimos con Pro (2009) que las Ciencias tienen un carácter experimental. Sin embargo, esta consideración contrasta con el escaso uso que los docentes hacen de las actividades de laboratorio; el peso simbólico que les asignan al calificar al alumnado o las dificultades que encuentran para realizarlas. En este trabajo, nos ocuparemos del CDC de los futuros maestros respecto a las actividades de laboratorio. Así, partiendo de lo que Mc Millan y Schumacher (2005) entienden por problema de investigación, el interrogante central de este trabajo sería:

*¿Cómo utilizan sus conocimientos sobre la palanca los futuros maestros cuando realizan una actividad de laboratorio?*

## 2. Revisión de la literatura

Hay clasificaciones interesantes de los trabajos prácticos (por ejemplo, las de Del Carmen, 2000; Caamaño, 2003; Leite y Figueiroa, 2004). En nuestro sistema educativo, en general, se usan poco en las clases de Ciencias de Educación Primaria. En este contexto, plantear que hay que “hacerlas de otra manera” resulta, cuanto menos, paradójico. 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...). En la Figura 1, hemos sintetizado los cuatro interrogantes que pensamos que definen los enfoques de este recurso

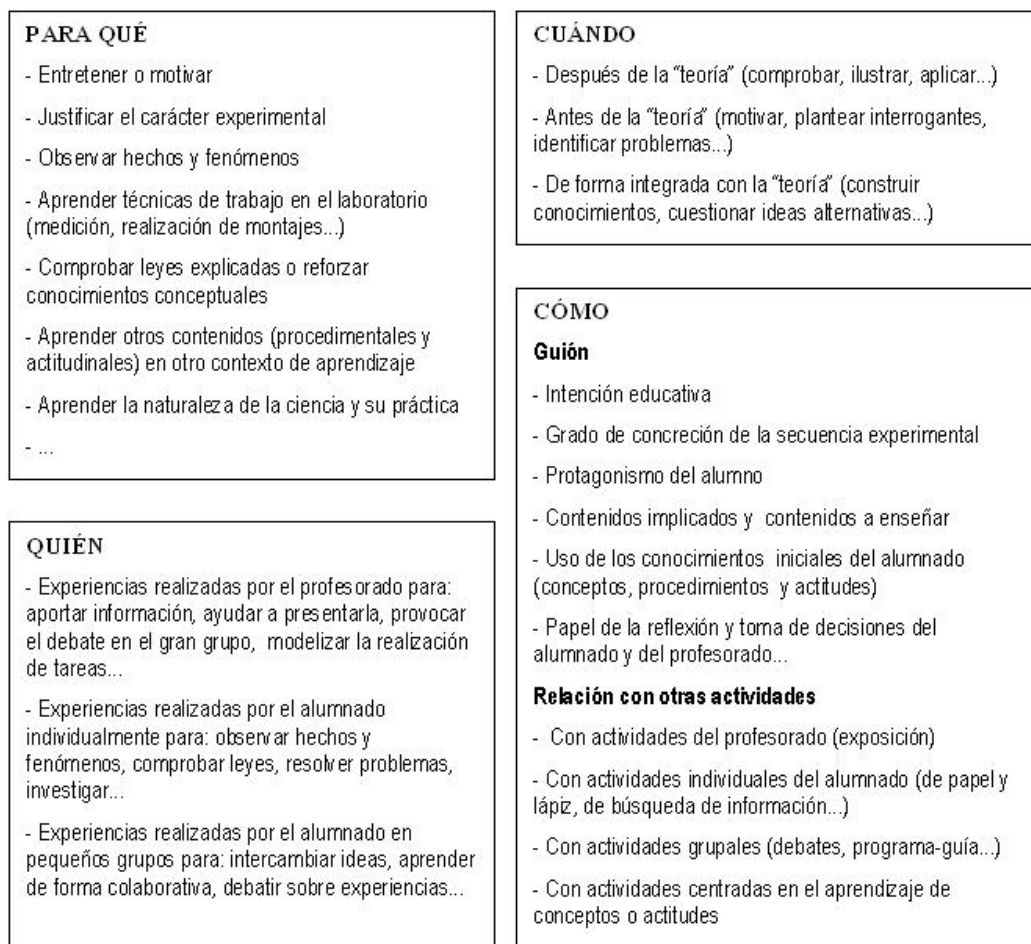


Figura 1. Interrogantes para caracterizar las actividades prácticas (Pro, 2009)

### 3. Diseño de la investigación

Para abordar el interrogante planteado usamos un diseño de investigación "ex post facto".

En este trabajo, nos referiremos a los resultados de 44 alumnos (37 chicas y 7 chicos) de un total de 111 que cursaban el año pasado la asignatura *Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza* de 3er. curso de la especialidad de Maestro en Educación Primaria; en concreto, las respuestas de los que aleatoriamente les tocó realizar una palanca de primer (21/44) y de segundo género (23/44).

En el contexto de un examen de prácticas, debían realizar una actividad de laboratorio sobre máquinas simples (palancas, poleas, rampa). En el Anexo 1 se recogen los "enunciados tipo". En la Tabla 1 se reflejan la intencionalidad de cada cuestión y los aspectos a analizar.

Pregunta	Exigencia cognitiva	Aspectos a considerar	
1. Dibuja el montaje realizado e indica los elementos de la palanca	- Dibujo del montaje - Identificación de elementos de la palanca (F, b <sub>F</sub> , b <sub>R</sub> , R y PA)	- Identificación de F - Identificación de b <sub>F</sub> - Identificación de R	- Identificación de b <sub>R</sub> - Identificación de PA - Posición de PA respecto al c.d.m.

Pregunta	Exigencia cognitiva	Aspectos a considerar	
2. Representa y justifica las fuerzas que intervienen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dibujo del montaje</li> <li>- Identificación de fuerzas (<math>F</math>, <math>R</math>, <math>P_{pal}</math> y <math>T_{clip}</math>)</li> <li>- Representación de fuerzas</li> <li>- Justificación de las interacciones en cada fuerza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dibuja <math>F</math></li> <li>- Dibuja <math>R</math></li> <li>- Dibuja <math>P_{pal}</math></li> <li>- Dibuja <math>T_{clip}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Justifica <math>F</math></li> <li>- Justifica <math>R</math></li> <li>- Justifica <math>P_{pal}</math></li> <li>- Justifica <math>T_{clip}</math></li> <li>- Justifica equilibrio</li> </ul>
3. Realiza una tabla con los valores de $R$ , $b_R$ , $F$ y $b_F$ . Toma tres medidas con los valores indicados en el enunciado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de la regla y el dinamómetro</li> <li>- Medición de magnitudes (lectura y unidades)</li> <li>- Tabulación de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición de <math>F</math></li> <li>- Medición de <math>b_F</math></li> <li>- Medición de <math>R</math></li> <li>- Medición de <math>b_R</math></li> <li>- Disposición de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unidades de <math>F</math> (N)</li> <li>- Unidades de <math>b_F</math> (m)</li> <li>- Unidades de <math>R</math> (N)</li> <li>- Unidades de <math>b_R</math> (m)</li> </ul>
4. Conclusiones que se pueden extraer de los datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de las relaciones entre las variables</li> <li>- Contraste entre datos obtenidos y ley de la palanca</li> <li>- Establecimiento de conclusiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relación entre los datos variables del problema</li> <li>- Relación entre <math>R</math> y <math>F</math></li> <li>- Cálculo <math>Rb_R = Fb_F</math></li> <li>- No se cumple la Ley de la Palanca</li> </ul>	

Tabla 1. Propósitos de las preguntas de la prueba escrita del estudio.

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Presentamos los resultados en función de las preguntas planteadas, diferenciando los valores por tipo de palancas y tratando la información de forma global.

##### 4.1. Elementos de la palanca.

Los datos obtenidos por nuestros futuros maestros en esta pregunta se recogen en la Tabla 2.

Elementos de la palanca	Palanca 1º género	Palanca 2º género	Global
Identifica el elemento $F$	21/21	23/23	44 (100%)
Identifica el elemento $b_F$	18/21	20/23	38 (86%)
Identifica el elemento $R$	21/21	23/23	44 (100%)
Identifica el elemento $b_R$	18/21	20/23	38 (86%)
Identifica el elemento PA	16/21	18/23	34 (77%)
Representa colgado en el c.d.m.	10/21	8/23	18 (41%)

Tabla 2. Frecuencias y porcentajes de la identificación de elementos de la palanca.

En la Imagen 1 vemos ejemplos de respuestas correctas. Así, en la palanca de primer género, el alumno A93 identifica todos los elementos y el alumno A103 lo hace con la de segundo.

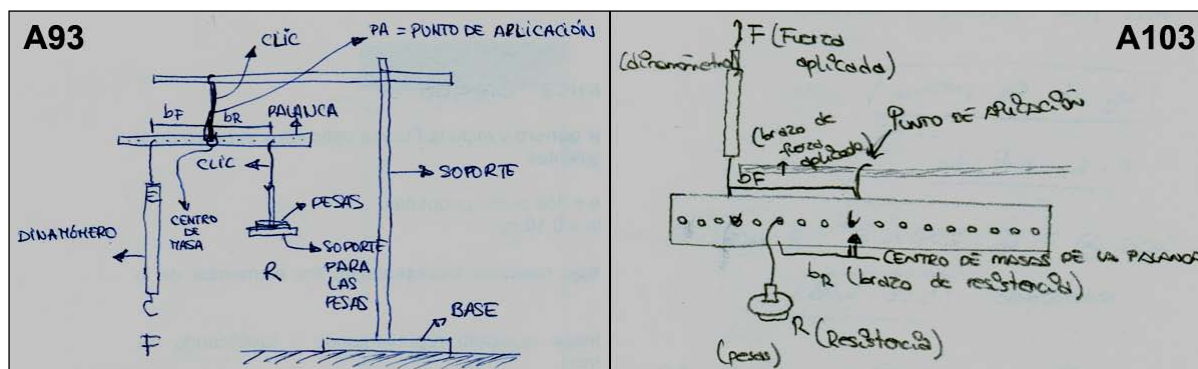


Imagen 1. Ejemplos de respuestas correctas a la Pregunta 1

Tanto en la palanca de 1er. género como en la de 2º, todos han identificado la fuerza aplicada (F), ejercida con el dinamómetro, y la resistencia (R), resultante de colgar el soporte con las pesas. No ocurre lo mismo con los brazos de la fuerza ( $b_F$ ) y de la resistencia ( $b_R$ ): hay alumnos (3/21 en las de primer género y 3/23 en la de segundo) que no representan o lo hacen erróneamente alguno de estos elementos.

Por otro lado, casi la cuarta parte en la palanca de 1er. género (5/21) y una quinta en la de 2º (5/23) no señalaron el punto de aplicación o de apoyo (PA) sobre el que se sustentaban la palanca. Creemos que es más fruto de una falta de atención que a desconocerlo realmente.

Por último, menos de la mitad de los futuros maestros en la de 1er. género (10/21) y alrededor de la tercera parte en la de 2º (8/23) indicaron, en su dibujo o por escrito, que la palanca estaría colgada por su centro de masas.

### 4.2. Montaje realizado y fuerzas que intervienen

Hemos dividido las respuestas a la segunda pregunta 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 3 se recogen los resultados de la representación de las fuerzas que intervienen.

Representación de las fuerzas		Palanca 1º género	Palanca 2º género	Global
Dibuja la fuerza aplicada F	completa	17/21	20/23	37 (84%)
	sin flecha	4/21	2/23	6 (14%)
Dibuja la resistencia R	completa	17/21	20/23	37 (84%)
	sin flecha	3/21	3/23	6 (14%)
Dibuja la tensión del clip	completa	17/21	19/23	36 (82%)
	sin flecha	3/21	3/23	6 (14%)
Dibuja peso palanca	completa	16/21	16/23	32 (73%)
	sin flecha	2/21	2/23	4 (9%)

Tabla 3. Frecuencias y porcentajes de las fuerzas que intervienen en el montaje.

En la Imagen 2 hay ejemplos de respuestas correctas en relación con la identificación de las fuerzas; las ofrecen el alumno A93 para la de primer género y el A103 para la de segundo.

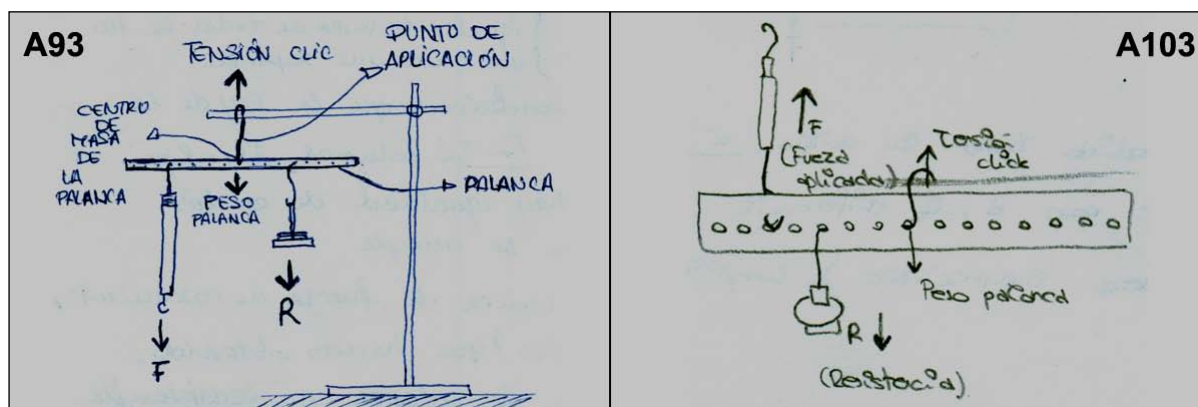


Imagen 2. Ejemplo de respuesta correcta a la Pregunta 2 (1ª parte).

Alrededor de las tres cuartas partes del grupo dibujan correctamente las cuatro fuerzas que intervienen. Además, casi todos representan tres fuerzas (F, R y  $T_{clip}$ ), con o sin flecha. Los problemas más importantes se dan con la omisión del peso de la palanca ( $P_{pal}$ ): 3/21 alumnos en las de primer género y 5/23 en las de segundo.

Por otro lado, hay omisiones de las flechas –indicativo del carácter vectorial- en las fuerzas que intervienen, tanto en las de 1er. como en las de 2º género, aunque pensamos que éstas se deben más a despistes que a desconocimientos.

Entre los errores “sin paliativos” estarían A60 –en la de primer género- y A37 –en la de segundo- ya que dibujan la resistencia y la fuerza aplicada, de forma perpendicular a la dirección adecuada, o A67 que representa  $T_{clip}$  “fuera del dibujo”.

En la Tabla 4 recogemos los resultados sobre la justificación de las fuerzas que intervienen.

Define o justifica las fuerzas	Palanca 1º género	Palanca 2º género	Global	
Justifica la fuerza aplicada F	completa	14/21	18/23	32 (73%)
	aporta ideas	1/21	-	1 (2%)
Justifica la resistencia R	completa	14/21	18/23	32 (73%)
	aporta ideas	-	2/23	2 (4%)
Justifica la tensión del clip	completa	15/21	15/23	30 (68%)
	aporta ideas	-	4/23	4 (9%)
Justifica peso palanca	completa	12/21	17/23	29 (66%)
	aporta ideas	1/21	-	1 (2%)
Justifica equilibrio: $T_{clip} = R + P_{pal} + F$ (en 1er. género) ó $T_{clip} = R + P_{pal} - F$ (en 2º género)	7/21	8/23	15 (34%)	

Tabla 4. Frecuencias y porcentajes la justificación de las fuerzas que intervienen.

Consideramos adecuadas, por ejemplo, las del alumno A5, en la de primer género, y A15, en la de segundo:

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

Además, A5 y A15 señalaron respectivamente que  $T_{clip} = R + P_{pal} + F$  (en la de 1er. género) y  $T_{clip} = R + P_{pal} - F$  (en la de 2º género).

Las frecuencias de respuestas adecuadas recogidas en la Tabla 4 son sensiblemente menores que las de la Tabla 3, 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 4/21 alumnos en la palanca de primer género y 2/23 en la de segundo que no fueron capaces de explicar ninguna de las fuerzas.

Otros tuvieron errores o no respondieron a algunas; así, cinco no justificaron adecuadamente  $P_{pal}$  (2/21 en primer género y 3/23 en segundo), cuatro no lo hicieron con  $T_{clip}$  (3/21 en primer género y 1/23 en segundo), cuatro con F (2/21 en la de primer género y 2/23 en la de segundo) y uno con R (en la de segundo).

Llama la atención que sólo unos pocos justifiquen el equilibrio de todas las fuerzas que intervienen en el montaje; en concreto, 7/21 para la de primer género y 8/23 para la de segundo, lo que equivale aproximadamente a un tercio del grupo.

### 4.3. Medición y tabulación de datos

Se pedía al futuro maestro que midieran y tabularan las medidas de  $F$ ,  $b_F$ ,  $R$  y  $b_R$  en tres situaciones, como mínimo, y en las condiciones ya descritas. En la Imagen 4 vemos un ejemplo de respuesta correcta –la del alumno A35– en cuyo enunciado se especificaban los valores de  $b_R$  (0,08 m) y  $b_F$  (0,10 m) y se pedía tres medidas de  $R$  y  $F$  en una palanca de primer género (como puede verse, realiza más medidas de las que se les pedía). También se recoge la tabla elaborada por el alumno A21, que realizó tres medidas de  $b_F$  y  $F$  en una de 2º género con unos valores fijos  $R$  (0,7 N) y  $b_R$  (0,06 m).

$R$ (N <sub>w</sub> )	$b_R$ (metros)	$b_F$ (metros)	$F$ (N <sub>w</sub> )	$Rb_R = Fb_F$	$Rb_R - Fb_F$
0,6	0,08	0,10	0,36	$0,048 \neq 0,036$	0,012
0,7	0,08	0,10	0,44	$0,056 \neq 0,044$	0,012
0,8	0,08	0,10	0,52	$0,064 \neq 0,052$	0,012
0,9	0,08	0,10	0,6	$0,072 \neq 0,06$	0,012
1	0,08	0,10	0,68	$0,08 \neq 0,068$	0,012

$R$	$b_R$	$b_F$	$F$	Fuerza Resequilada $b_F \cdot F = b_R \cdot R$
0,7 N	0,06 m	0,08 m	0,6 N	0,006
0,7 N	0,06 m	0,12 m	0,4 N	0,006
0,7 N	0,06 m	0,16 m	0,3 N	0,006

Imagen 4. Ejemplo de respuesta correcta a la Pregunta 3.

Hemos diferenciados la lectura y las unidades. En la Tabla 5 se recogen los resultados relacionados con la medición y la tabulación de las variables  $F$ ,  $b_F$ ,  $R$  y  $b_R$ .

Medidas realizadas	Palanca 1er. género	Palanca 2º género	Global
Medidas correctas de $F$	16/21	14/23	30 (68%)
Medidas correctas de $b_F$	20/21	23/23	43 (98%)
Medidas correctas de $R$	16/21	21/23	37 (84%)
Medidas correctas de $b_R$	20/21	23/23	43 (98%)
Valores ordenados en la Tabla	17/21	20/23	37 (84%)

Tabla 5. Frecuencias y porcentajes de las medidas de las variables  $F$ ,  $b_F$ ,  $R$  y  $b_R$ .

Han tenido más problemas para medir las fuerzas que para los brazos. Así, en las de primer género, 5/21 alumnos miden valores impares de las fuerzas ( $F$  ó  $R$ ) cuando el dinamómetro sólo aprecia pares (sus divisiones eran de 0.2 N); en la de segundo ocurre lo mismo con 9/23 alumnos. Además, en la de primer género, el alumno A3 cambia los valores de una de las variables fijadas en el enunciado; y el alumno A30 no mide todos los valores que se pedían.

En relación con los brazos de la palanca ( $b_F$  y  $b_R$ ), en la de primer género, el alumno A61 tiene problemas con alguna de las medidas y, en la de segundo, A37 también.

Por último, hay 4/21 en la de primer género y 3/23 en la de segundo que trasladan los datos a su tabla de valores de forma desordenada.

En la Tabla 6, se recoge la segunda parte de la cuestión: unidades de todos los valores.

Unidades en las medidas	Palanca 1er. género	Palanca 2º género	Global
Pone correctamente unidades de $F$	14/21	14/23	28 (64%)
Pone correctamente unidades de $b_F$	14/21	14/23	28 (64%)
Pone correctamente unidades de $R$	13/21	13/23	26 (59%)
Pone correctamente unidades de $b_R$	14/21	13/23	27 (61%)

Tabla 6. Frecuencias y porcentajes de las unidades de las variables  $F$ ,  $b_F$ ,  $R$  y  $b_R$ .

Un tercio del grupo de los de primer género (8/21) y poco más de dos quintos del grupo de los de segundo género (10/23) -porcentajes muy importantes en nuestra opinión- no indican las unidades, ni Newtons (N) para las fuerzas ni metros (m) para las distancias.

#### 4.4. Establecimiento de conclusiones

En la Tabla 7 se recogen las conclusiones a las que han llegado coherentemente los futuros maestros. En la primera fila, dependiendo de los datos establecidos en el enunciado, el futuro maestro sólo podía llegar a una de las opciones entre paréntesis.

Conclusiones a las que llegan	Palanca 1º género	Palanca 2º género	Global
Relación entre los datos variables del problema ( $b_F \uparrow \Rightarrow F \downarrow$ ; $b_R \uparrow \Rightarrow F \uparrow$ ; $R \uparrow \Rightarrow F \uparrow$ )	16/21	20/23	36 (82%)
Relación adecuada entre R y F	8/21	4/23	12 (27%)
Calcula adecuadamente $Rb_R = Fb_F$	20/21	23/23	43 (98%)
Cumplimiento o no de la ley de la palanca	21 (0+21)/21	22 (4+18)/23	43 (98%)

Tabla 7. Frecuencias y porcentajes de las respuestas de los alumnos a la pregunta 4.

Una respuesta adecuada de las conclusiones nos la ofrecen el alumno A67, en relación con la palanca de primer género, y el alumno A110 con la de segundo:

- a) cuando  $b_R$  y  $R$  están fijos, si  $b_F$  aumenta,  $F$  disminuye (también podría haber sido cuando  $b_F$  y  $R$  están fijos, si  $b_R$  aumenta,  $F$  aumenta; o bien cuando  $b_F$  y  $b_R$  están fijos, si aumenta  $R$  aumenta  $F$ ).
- b)  $R$  es siempre menor que  $F$  (no siempre ocurría pero, en estos casos, sí ocurrió).
- c) No cumple la ley de la palanca (en la de 2º género era más probable que se cumpliera).

La mayoría establece una relación coherente con los resultados. Sólo 5/21 alumnos tienen problemas con la palanca de primer género y 3/23 con la de segundo. 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 de primer género (8/21) y menos aún en la de segundo (4/23) responden de la forma deseada.

Si nos fijamos en las dos últimas filas, prácticamente todo el grupo (salvo A30 en primer género y A84 en segundo) concluye que la *Ley de la Palanca* se cumple o no, coherentemente con el cálculo realizado. En la de primer género no se le cumple a ninguno y en la de segundo sólo a 4/23. Casi siempre lo justifican por el rozamiento.

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que estos futuros maestros parecen tener, en general, conocimientos y competencias para enseñar este tipo de contenidos. No obstante, existen carencias importantes respecto a algunos de ellos. Si es verdad que saber ciencias no implica saber enseñarla, también lo es que, si no se sabe ciencias, tampoco es factible hacerlo.

## Referencias bibliográficas

- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En M. P. Jiménez (coord), *Enseñar Ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: Grao.
- Cortés, A., Gándara, M. (2007). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del 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., 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., Figueiroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique*, 39, 20-30.
- 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., 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., 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.

### ANEXO: Ejemplos de prueba

<b>Palanca Primer Género (A93)</b>	<p><b>1. Monta una palanca de primer género</b> y mide la Fuerza aplicada y el brazo de la resistencia en las condiciones siguientes</p> <p>R = soporte + pesa grande + dos pesas pequeñas Brazo de la fuerza aplicada = 0.10 m</p> <p>Se pide:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Un dibujo del montaje realizado representando los elementos de la palanca.</li> <li>Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.</li> <li>Una tabla de valores indicando R, <math>b_R</math>, <math>b_F</math> y F. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas con los valores indicados de R y brazo de F.</li> <li>Las conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de tus datos.</li> </ul>
<b>Palanca Segundo Género (A103)</b>	<p><b>1. Monta una palanca de segundo género</b> y mide la Fuerza aplicada y el brazo de la resistencia en las condiciones siguientes</p> <p>R = soporte + pesa grande + una pesa pequeña Brazo de la fuerza aplicada = 0.10 m</p> <p>Se pide:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Un dibujo del montaje realizado representando los elementos de la palanca.</li> <li>Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.</li> <li>Una tabla de valores indicando R, <math>b_R</math>, <math>b_F</math> y F. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas con los valores indicados de R y brazo de F.</li> <li>Las conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de tus datos.</li> </ul>



# 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](mailto: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 $\Delta x$ . 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 $\Delta x$ - Disposición de datos	- Unidades de P (N) - Unidades de x (m) - Unidades de $\Delta x$ (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 $\Delta x$ 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).

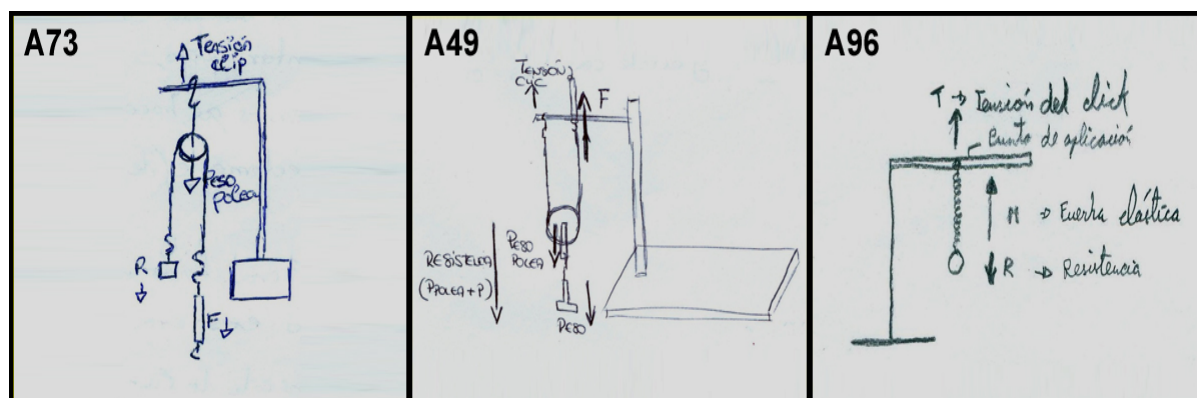


Figura 1. Ejemplos de respuesta correcta a la Pregunta 1 (1ª parte).

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 ( $\Delta x$ ) 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																																																															
<p>Tabla de valores:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>R</th> <th>F</th> <th>R-F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Soporte + pesa grande</td> <td>0,6</td> <td>0,5</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>" + 1 pesa</td> <td>0,7</td> <td>0,58</td> <td>0,12</td> </tr> <tr> <td>" + 2 pesas</td> <td>0,8</td> <td>0,68</td> <td>0,12</td> </tr> <tr> <td>" + 3 pesas</td> <td>0,9</td> <td>0,78</td> <td>0,12</td> </tr> <tr> <td>" + 4 pesas</td> <td>1</td> <td>0,88</td> <td>0,12</td> </tr> </tbody> </table>		R	F	R-F	Soporte + pesa grande	0,6	0,5	0,1	" + 1 pesa	0,7	0,58	0,12	" + 2 pesas	0,8	0,68	0,12	" + 3 pesas	0,9	0,78	0,12	" + 4 pesas	1	0,88	0,12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Polea (N)</th> <th>Peso (N)</th> <th>Resistencia (N) (Polea+P)</th> <th>F (N)</th> <th>R/2</th> <th>F-R/2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,72N</td> <td>0,7 N</td> <td>1,42 N</td> <td>0,78 N</td> <td>0,71 N</td> <td>0,07 N</td> </tr> <tr> <td>0,72N</td> <td>0,8 N</td> <td>1,52 N</td> <td>0,82 N</td> <td>0,76 N</td> <td>0,06 N</td> </tr> <tr> <td>0,72N</td> <td>0,9 N</td> <td>1,62 N</td> <td>0,88 N</td> <td>0,81 N</td> <td>0,07 N</td> </tr> </tbody> </table>	Polea (N)	Peso (N)	Resistencia (N) (Polea+P)	F (N)	R/2	F-R/2	0,72N	0,7 N	1,42 N	0,78 N	0,71 N	0,07 N	0,72N	0,8 N	1,52 N	0,82 N	0,76 N	0,06 N	0,72N	0,9 N	1,62 N	0,88 N	0,81 N	0,07 N	<table border="1"> <thead> <tr> <th>P(N)</th> <th>X (m)</th> <th><math>\Delta X</math> (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0,11m</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0,4N + 0,5N 0,9N</td> <td>0,17m</td> <td>0,17m - 0,11m = = 0,06m</td> </tr> <tr> <td>0,4N + 0,6N 1,0N</td> <td>0,19m</td> <td>0,19m - 0,11m = = 0,08m</td> </tr> <tr> <td>0,4N + 0,8N 1,2N</td> <td>0,2 m</td> <td>0,2 m - 0,11m = = 0,09m</td> </tr> </tbody> </table>	P(N)	X (m)	$\Delta X$ (m)	0	0,11m	0	0,4N + 0,5N 0,9N	0,17m	0,17m - 0,11m = = 0,06m	0,4N + 0,6N 1,0N	0,19m	0,19m - 0,11m = = 0,08m	0,4N + 0,8N 1,2N	0,2 m	0,2 m - 0,11m = = 0,09m
	R	F	R-F																																																														
Soporte + pesa grande	0,6	0,5	0,1																																																														
" + 1 pesa	0,7	0,58	0,12																																																														
" + 2 pesas	0,8	0,68	0,12																																																														
" + 3 pesas	0,9	0,78	0,12																																																														
" + 4 pesas	1	0,88	0,12																																																														
Polea (N)	Peso (N)	Resistencia (N) (Polea+P)	F (N)	R/2	F-R/2																																																												
0,72N	0,7 N	1,42 N	0,78 N	0,71 N	0,07 N																																																												
0,72N	0,8 N	1,52 N	0,82 N	0,76 N	0,06 N																																																												
0,72N	0,9 N	1,62 N	0,88 N	0,81 N	0,07 N																																																												
P(N)	X (m)	$\Delta X$ (m)																																																															
0	0,11m	0																																																															
0,4N + 0,5N 0,9N	0,17m	0,17m - 0,11m = = 0,06m																																																															
0,4N + 0,6N 1,0N	0,19m	0,19m - 0,11m = = 0,08m																																																															
0,4N + 0,8N 1,2N	0,2 m	0,2 m - 0,11m = = 0,09m																																																															

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  $\Delta x$ ).

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 $\Delta x$	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  $P$ ,  $x$ ,  $\Delta x$  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 $\Delta x$	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  $P$ ,  $x$ ,  $\Delta x$  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

<b>Polea fija (A73)</b>	<p><b>1. Monta una polea fija</b> 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>
<b>Ley de Hooke (A96)</b>	<p><b>1. A partir de la Ley de Hooke</b></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>



**ANEXO 2**  
**Ejemplo de análisis de libro de texto**



### Muestra de Libros de texto (EDIT1)

Editorial y Autores	Nombre	Curso y Título de las Unidades e Índice de Contenidos			
SM (2008) Del Burgo (4) Oro Cáliz Fraile (5) Pallol (5) San Andrés (5) Pérez (5)	EDIT1	4º	<b>8) Las fuerzas, las máquinas y los inventos</b> - Las fuerzas - La palanca, el plano inclinado y la polea - Los inventos	5º	<b>7) Las máquinas.</b> - Las máquinas - Máquinas simples - Máquinas compuestas <b>8) Los avances técnicos</b> - Los avances a lo largo de la historia - Los avances en nuestras vidas - Los avances en las comunicaciones - La informática

### Características generales que definen los libros estudiados (EDIT1)

Editorial	Curso	Lecciones	Nº Unidades / Nº Total (%)	Nº Páginas / Nº Total (%)
EDIT1	4º	8	1 / 15 (7%)	12 / 205 (6%)
	5º	7 y 8	2 / 15 (13%)	26 / 208 (13%)

### Estructura que tienen los libros de texto estudiados (EDIT1)

Editorial	Curso	Denominación de actividades por secciones (nº de actividades planteadas)	Act. Unidad	Act. Curso
EDIT1	4º	I Para empezar (4 preguntas)	26 y 4 de ideas previas	26 y 4 de ideas previas
		D Investigo (1 actividad) Actividades (8 actividades) Ahorremos energía (1 actividad)		
		A Aprende a aprender (1 actividad) Repasa lo que has aprendido (7 actividades) Lee y comprende (5 actividades)		
		C Pon a prueba tus competencias (3 actividades)		
	5º	I Ponte en marcha (1 pregunta) Embárcate en la unidad (2 preguntas)	34 y 3 de ideas previas	69 y 6 de ideas previas
		D Máquinas seguras para trabajar (1 actividad) Actividades (13 actividades) Muy interesante (1 actividad) ¿Cómo funciona un engranaje? (1 actividad)		
		A Aprende a aprender (1 actividad) Repasa lo que has aprendido (10 actividades)		
		C Pon a prueba tus competencias (4 actividades) Para leer... (3 actividades)		
		I Ponte en marcha (1 pregunta) Embárcate en la unidad (2 preguntas)	35 y 3 de ideas previas	
		D Integración: avance para discapacitados (1 actividad) Actividades (17 actividades) Muy interesante (1 actividad) Buscamos información a través de Internet (1 actividad)		
		A Aprende a aprender (1 actividad) Repasa lo que has aprendido (8 actividades)		
		C Pon a prueba tus competencias (3 actividades) Para leer... (3 actividades)		

## Contenidos conceptuales que aparecen en los textos seleccionados (EDIT1)

### Contenidos principales

Concepto	EDIT1
Máquinas	X
Máquinas simples	X
Máquinas compuestas	X
Máquinas mecánicas	X
Máquinas eléctricas	X
Máquinas electrónicas	X
Máquinas mixtas	X
Aparatos	X
Inventos	X
Inventores / investigadores	X
Avances técnicos	X

### Contenidos relacionados con máquinas simples

Concepto	EDIT1
Dispositivos	
Rueda	X
Eje	X
Componentes circuitos	X
Palanca	
Palanca	X
Fuerza	X
Resistencia	X
Barra rígida o brazo	X
Punto de apoyo	X
Palanca de primer género	X
Palanca de segundo género	X
Palanca de tercer género	X
Rampa	
Plano inclinado o rampa	X
Fuerza	X
Resistencia	X
Inclinación o ángulo	X
Longitud	X
Altura	X
Polea	
Polea	X
Fuerza	X
Resistencia	X
Rueda móvil	X
Cuerda	X
Cubo (o parte central de la polea)	X
Garganta o canal	X
Cuerpo (une cubo con garganta)	X
Engranajes	
Engranajes	X
Engranajes ruedas dentada y cadena	X
Otras máquinas simples	
Rodillo	X
Torno	X
Tornillo	X
Manivela	X

### Contenidos relacionados con ejemplos de palancas

Concepto	EDIT1
Tijeras	X
Abrebotellas	X
Cuchillo	X
Carretilla	X
Alicates	X
Pinzas (hielo, ropa, depilar,...)	X
Llave Allen	X
Caña de pescar	X

### Contenidos relacionados con máquinas compuestas

Concepto	EDIT1
<b>Aparatos eléctricos</b>	
Aparatos eléctricos	X
Electrodomésticos	X
Microondas	X
Lavadora	X
Televisor	X
Aspiradora	X
Secador	X
Generador	X
Bastón de ultrasonidos	X
<b>Aparatos audiovisuales-comunicación</b>	
Aparatos audiovisuales-comunicación	X
Teléfono	X
Teléfono móvil	X
Radio	X
Satélites de telecomunicaciones	X
Ordenador	X
Fax	X
Videocámara	X
<b>Medios de transporte o vehículos</b>	
Medios de transporte o vehículos	X
Bicicleta	X
Monociclo	X
Coche o automóvil	X
Motocicleta	X
Avión	X
Tranvía	X
Tren	X
Barco	X
Carro	X
<b>Aparatos de la construcción</b>	
Grúa	X
Polipastos	X
<b>Aparatos ópticos o de observación</b>	
Aparatos ópticos	X
Microscopio	X
Telescopio	X
Gafas	X
Lupa	X
Cámara de fotos	X

Concepto	EDIT1
Aparatos de medición	
Reloj	X
Termómetro	X
Aparatos para producir energía	
Placas solares	X
Molinos de viento	X
Instrumentos médicos	
Instrumentos médicos	X
Jeringuilla	X
Otros aparatos	
Silla anfibia	X
Silla de ruedas	X

Contenidos relacionados con la bicicleta, ejemplo de máquina compuesta

Concepto	EDIT1
Rueda	X
Frenos	X
Pedales	X
Cadena	X
Elementos de transmisión	X
Manillar	X
Plato	X
Piñón	X
Zapatitas o pastilla de goma	X
Maneta de freno	X

Contenidos relacionados con avances técnicos

Concepto	EDIT1
Imprenta	X
Vacunas	X
Anestesia	X
Máquina de vapor	X
Bombilla eléctrica	X
Cine	X
Medicina o sanidad	X
Medicamentos	X
Microcirugía	X
Informática	X
Transporte	X
Comunicación	X
Internet	X
Fotografía	X
Industria	X
Electricidad	X
Potabilización	X
Radiografía	X
Ecografía	X
Endoscopia	X
Resonancia magnética	X
Música	X
Video	X
Aplicaciones de los ordenadores	X
Redes informáticas	X
Airbag	X

### Contenidos relacionados con fuerzas y energía

Concepto	EDIT1
Fuerzas	X
Fuerzas contacto (movimiento, deformación)	X
Fuerzas a distancia (gravedad)	X
Energía	X
Energía humana	X
Energía animal	X
Fuentes de energía	X
Energía eléctrica	X
Energía eólica	X
Energía solar	X
Combustibles	X

### Contenidos relacionados con normas de seguridad

Concepto	EDIT1
Normas de seguridad	X
Medidas de prevención	X

### Contenidos procedimentales que aparecen en los textos seleccionados (EDIT1)

#### Tendencias en las actividades de desarrollo

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDADES DE DESARROLLO
	EDIT1
<b>Destrezas técnicas</b>	
Ninguna	
<b>Destrezas básicas</b>	
Observación	
Medición	
Clasificación y seriación	2
Tabulación o representación gráfica	1
<b>Destrezas de investigación</b>	
Identificación de problemas	2
Identificación de elementos	2
Realización de predicciones	1
Análisis e interpretación de datos	
Análisis e interpretación de situaciones	11
Uso de modelos interpretativos	
Establecimiento de conclusiones	
<b>Destrezas de comunicación</b>	
Representación simbólica	2
Identificación de ideas en material escrito	1
Búsqueda de información	1
Elaboración de informes o materiales	
<b>SIN PROCEDIMIENTOS</b>	<b>29</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>46</b>

Frecuencias en las actividades de desarrollo

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDADES DE DESARROLLO
	EDIT1
<b>Destrezas técnicas</b>	
Ninguna	
<b>Destrezas básicas</b>	
Observación	
Medición	
Clasificación y seriación	--
Tabulación o representación gráfica	--
<b>Destrezas de investigación</b>	
Identificación de problemas	--
Identificación de elementos	--
Realización de predicciones	--
Análisis e interpretación de datos	
Análisis e interpretación de situaciones	<b>xx</b>
Uso de modelos interpretativos	
Establecimiento de conclusiones	
<b>Destrezas de comunicación</b>	
Representación simbólica	--
Identificación de ideas en material escrito	--
Búsqueda de información	--
Elaboración de informes o materiales	
<b>SIN PROCEDIMIENTOS (%)</b>	<b>63%</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>46</b>

Tendencias en las actividades de aplicación/competencia

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDADES DE APLICACIÓN/ COMPETENCIA
	EDIT1
<b>Destrezas técnicas</b>	
Realización de montajes	2
Construcción de aparatos	
<b>Destrezas básicas</b>	
Observación	4
Medición	
Clasificación y seriación	3
Tabulación o representación gráfica	
<b>Destrezas de investigación</b>	
Identificación de problemas	4
Identificación de elementos	11
Realización de predicciones	
Análisis e interpretación de datos	2
Análisis e interpretación de situaciones	8
Uso de modelos interpretativos	1
Establecimiento de conclusiones	1
<b>Destrezas de comunicación</b>	
Representación simbólica	5
Identificación de ideas en material escrito	8
Búsqueda de información	2
Elaboración de informes o materiales	1
<b>SIN PROCEDIMIENTOS</b>	<b>8</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>49</b>



Frecuencias en las actividades de aplicación/competencia

CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	ACTIVIDADES DE APLICACIÓN/ COMPETENCIA
	EDIT1
<b>Destrezas técnicas</b>	
Realización de montajes	--
Construcción de aparatos	
<b>Destrezas básicas</b>	
Observación	--
Medición	
Clasificación y seriación	--
Tabulación o representación gráfica	
<b>Destrezas de investigación</b>	
Identificación de problemas	--
Identificación de elementos	xx
Realización de predicciones	
Análisis e interpretación de datos	--
Análisis e interpretación de situaciones	x
Uso de modelos interpretativos	--
Establecimiento de conclusiones	--
<b>Destrezas de comunicación</b>	
Representación simbólica	x
Identificación de ideas en material escrito	x
Búsqueda de información	--
Elaboración de informes o materiales	--
<b>SIN PROCEDIMIENTOS (%)</b>	<b>16%</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>49</b>

**Contenidos actitudinales que aparecen en los textos seleccionados (EDIT1)**

Tendencias en las actividades de desarrollo

CONTENIDOS ACTITUDINALES	ACTIVIDADES DE DESARROLLO
	EDIT1
<b>Actitud hacia las Ciencias</b>	
Valoración de la importancia de los descubrimientos científicos	7
<b>Respeto por el medio</b>	
Ninguna	
<b>Actitud hacia la actividad científica</b>	
Rigor y precisión en la recogida de información	
Coherencia entre datos-análisis-inferencias/conclusiones	
Respeto de las normas de seguridad	1
<b>Hábitos saludables</b>	
Adopción de hábitos de comportamiento saludables	1
Adopción de posturas de ahorro energético	1
<b>SIN ACTITUDES</b>	<b>37</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>46</b>

### Frecuencias en las actividades de desarrollo

CONTENIDOS ACTITUDINALES	ACTIVIDADES DE DESARROLLO
	EDIT1
<b>Actitud hacia las Ciencias</b>	
Valoración de la importancia de los descubrimientos científicos	x
<b>Respeto por el medio</b>	
Ninguna	
<b>Actitud hacia la actividad científica</b>	
Rigor y precisión en la recogida de información	
Coherencia entre datos-análisis-inferencias/conclusiones	
Respeto de las normas de seguridad	--
<b>Hábitos saludables</b>	
Adopción de hábitos de comportamiento saludables	--
Adopción de posturas de ahorro energético	--
<b>SIN ACTITUDES (%)</b>	<b>80%</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>46</b>

### Tendencias en las actividades de aplicación/competencia

CONTENIDOS ACTITUDINALES	ACTIVIDADES DE APLICACIÓN/ COMPETENCIA
	EDIT1
<b>Actitud hacia las Ciencias</b>	
Valoración de la importancia de los descubrimientos científicos	6
<b>Respeto por el medio</b>	
Ninguna	
<b>Actitud hacia la actividad científica</b>	
Rigor y precisión en la recogida de información	1
Coherencia entre datos-análisis-inferencias/conclusiones	1
Respeto de las normas de seguridad	
<b>Hábitos saludables</b>	
Adopción de hábitos de comportamiento saludables	5
Adopción de posturas de ahorro energético	
<b>SIN ACTITUDES</b>	<b>39</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>49</b>

### Frecuencias en las actividades de aplicación/competencia

CONTENIDOS ACTITUDINALES	ACTIVIDADES DE APLICACIÓN/ COMPETENCIA
	EDIT1
<b>Actitud hacia las Ciencias</b>	
Valoración de la importancia de los descubrimientos científicos	x
<b>Respeto por el medio</b>	
Ninguna	
<b>Actitud hacia la actividad científica</b>	
Rigor y precisión en la recogida de información	--
Coherencia entre datos-análisis-inferencias/conclusiones	--
Respeto de las normas de seguridad	
<b>Hábitos saludables</b>	
Adopción de hábitos de comportamiento saludables	x
Adopción de posturas de ahorro energético	
<b>SIN ACTITUDES (%)</b>	<b>80%</b>
<b>TOTAL ACTIVIDADES DESARROLLO</b>	<b>49</b>

### Ajuste a lo establecido en los Bloques de Contenidos (EDIT1)

CONTENIDOS		EDIT1
2º ciclo	[...] Identificación de fuerzas conocidas que hacen que los objetos se muevan o se deformen. Fuerzas de atracción o repulsión. [...]	X
	[...] Identificación de las fuentes de energía con las que funcionan las máquinas.	X <sup>3º</sup>
	Planificación y realización de algún objeto o máquina de construcción sencilla.	
	Conocimiento de algunos operadores mecánicos (eje, rueda, polea, plano inclinado, engranaje, freno, etc) y de la función que realizan independientemente de la máquina en la que se encuentren	X
	Relevancia de algunos de los grandes inventos y valoración de su contribución a la mejora de las condiciones de vida <i>[de los dispositivos y las máquinas mecánicas]</i>	X
3º ciclo	[...] Predicción de cambios [...] en la forma [...] de los cuerpos por efecto de las fuerzas [...]	X <sup>2º</sup>
	[...] Conocimiento de las aplicaciones de los objetos y las máquinas, y de su utilidad para facilitar las actividades humanas.	X
	Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas. [...]	X

### Ajuste a los Criterios de Evaluación (EDIT1)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		EDIT1
2º ciclo	Conocer y explicar las partes de una máquina (poleas, palancas, ruedas y ejes, engranajes...) y cuál es su función	X
	Aplicar esos conocimientos a la construcción de algún objeto o aparato [...], aplicando correctamente las operaciones matemáticas básicas en el cálculo previo.	
	Ídem las operaciones tecnológicas: unir, cortar, decorar, etc., sabiendo relacionar los efectos con las causas	X <sup>3º</sup>
	Valorar el trabajo cooperativo y su desenvolvura manual.	
	Apreciar el cuidado por la seguridad propia y de sus compañeros, el cuidado de las herramientas y el uso ajustado de los materiales.	
3º ciclo	Planificar y realizar proyectos de construcción de algún objeto o aparato.	
	Conocer las diferentes fuentes energéticas así como la capacidad para seleccionar una de ellas por su idoneidad para el funcionamiento de un aparato.	X
	Conocer los distintos operadores (rueda, freno, interruptor, biela, engranaje, muelle, polea, etc.)	X
	Mostrar una actitud cooperativa e igualitaria en el trabajo en equipo	
	Apreciar el cuidado por la seguridad propia y la de los demás.	X

## Contribución al desarrollo de las Competencias Básicas (EDIT1)

Contribución del Área del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural a la adquisición de subcompetencias (MEC)	EDIT1
<b>a) Competencia social y ciudadana</b>	
- desarrollar actitudes de diálogo, reflexionar sobre los conflictos, de la asertividad que conlleva el uso de habilidades, de modos, de reconocimiento y uso de convecciones sociales para facilitar la buena comunicación y el buen estar del grupo	-
- asentar las bases de una futura ciudadanía mundial, solidaria, curiosa e informada, participativa y democrata.	-
- iniciar la comprensión de los cambios que se han producido en el tiempo para ir acercándose a las raíces históricas de las sociedades actuales	M
<b>b) Competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico</b>	
- apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico	A
	B
	B
	-
- acercarse a determinados rasgos del método con el que se construye el conocimiento científico:	-
	B
	-
<b>c) Tratamiento de la información y competencia digital</b>	
- comprender información se presenta en diferentes códigos, formatos y lenguajes (leer un mapa, interpretar un gráfico, observar un fenómeno o utilizar una fuente histórica)	-
- adquirir una alfabetización digital: una utilización básica del ordenador, el manejo de un procesador de textos y la búsqueda guiada en Internet.	M
<b>d) Comunicación lingüística</b>	
- aumentar significativamente la riqueza en vocabulario específico	A
- valorar en los intercambios comunicativos la claridad en la exposición, rigor en el empleo de los términos, la estructuración del discurso, la síntesis, etc.	-
- acercarse a textos informativos, explicativos y argumentativos	B
<b>e) Aprender a aprender</b>	
- desarrollar técnicas para aprender, para organizar, memorizar y recuperar la información, tales como resúmenes, esquemas o mapas mentales	M
<b>g) Autonomía e iniciativa personal</b>	
- tomar decisiones desde el conocimiento de uno mismo, en el ámbito escolar y en la planificación de forma autónoma y creativa de actividades de ocio.	-
<b>f) Competencia matemática</b>	
- utilizar herramientas matemáticas en contextos significativos de uso, tales como medidas, escalas, tablas o representaciones gráficas	-

**ANEXO 3**  
**Propuesta de enseñanza de dispositivo y  
máquina**



## INTERROGANTES CENTRALES DEL TEMA

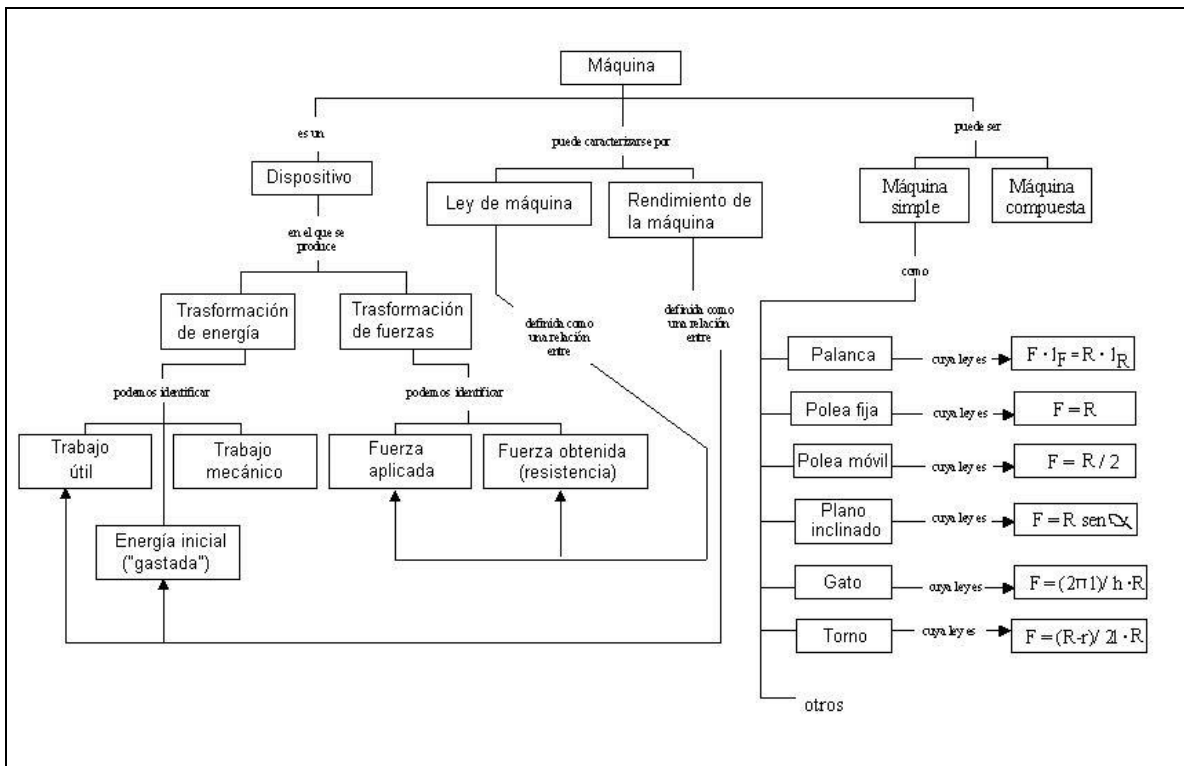
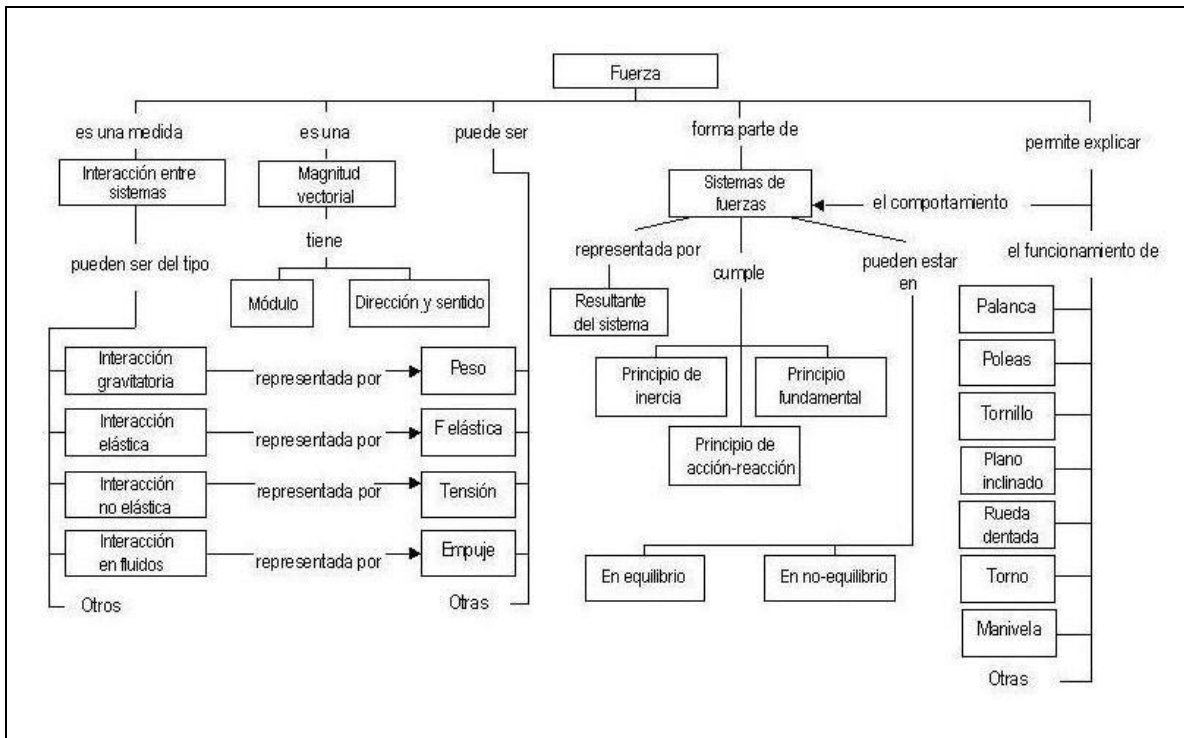
En este tema vamos a trabajar los siguientes interrogantes:

- ¿Qué conocimientos debemos saber sobre "Máquinas y aparatos"? ¿Y sobre interacciones, fuerzas, masa, volumen...?
- ¿Cómo podemos medir las fuerzas? ¿Cuál es el fundamento de los dinamómetros?
- ¿Cómo estudiamos unas palancas? ¿Cuál es la ley de la máquina y la ventaja mecánica?
- ¿Cómo estudiamos las poleas fijas y móviles? ¿Cuál es la ley de la máquina y la ventaja mecánica?
- ¿Cómo estudiamos los planos inclinados? ¿Cuál es la ley de la máquina y la ventaja mecánica?
- ¿Cómo contribuyeron Arquímedes, Galileo Galilei, Leonardo da Vinci, Isaac Newton y Juan de la Cierva al desarrollo de los conocimientos de las máquinas y aparatos?
- ¿Qué dificultades de aprendizaje tienen estos conocimientos para el alumnado de Educación Primaria? ¿Cómo analizamos las respuestas de los niños a cuestiones sobre estos temas?
- ¿Cómo diseñamos actividades y secuencias de actividades para enseñar estos contenidos en Educación Primaria?

### Actividad 1. ¿Qué sabemos del tema?

Revisa tus conocimientos sobre:

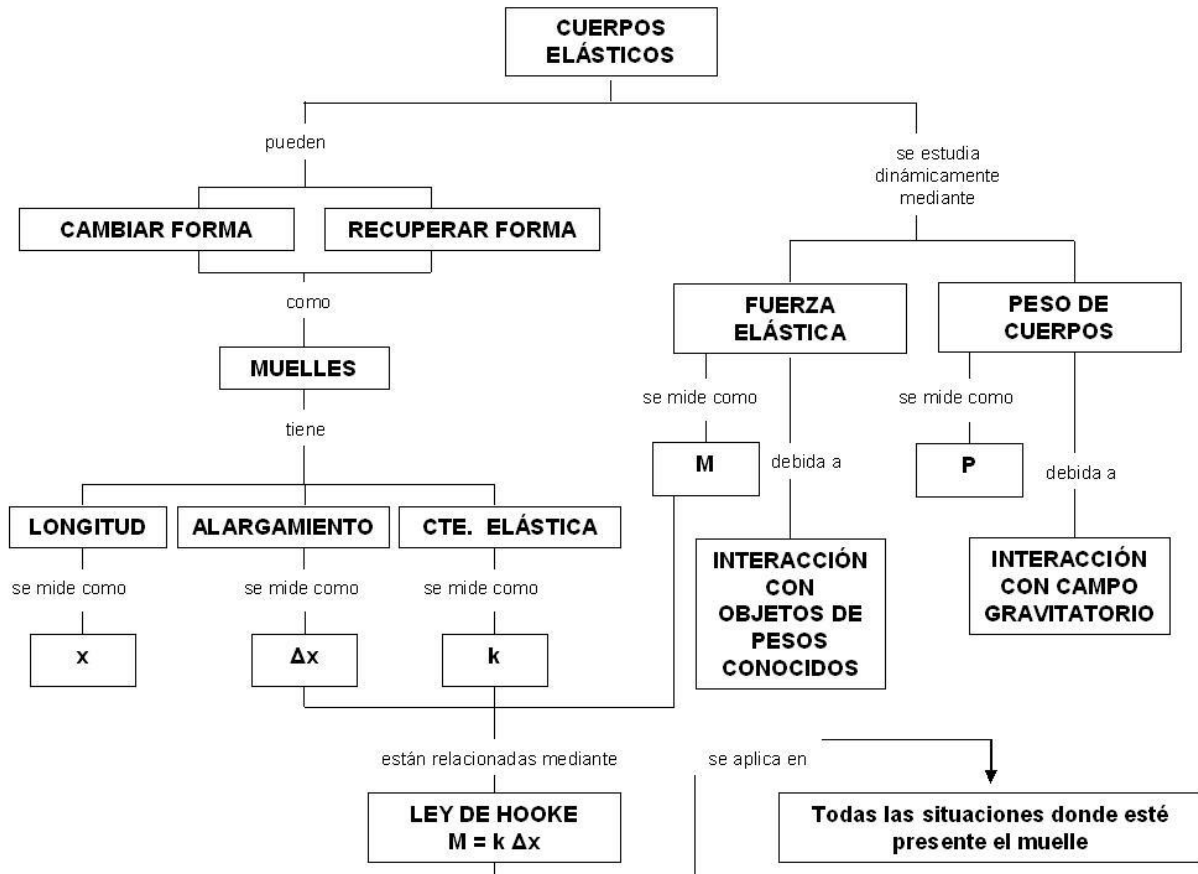
- conceptos de máquina, aparato, herramienta, operador...
- tipos de máquinas
- resistencia y peso; y fuerzas aplicadas
- balance dinámico: fuerza aplicada y resistencia; leyes de las máquinas
- energía; trabajo realizado y trabajo obtenido
- balance energético: ventaja mecánica; rendimiento
- eje, rueda, engranaje
- palanca (tres géneros), poleas (fija y móvil)
- plano inclinado, cuña, tornillo
- otras máquinas mecánicas





## Actividad 2. ¿Cómo medir las fuerzas?

Una de las magnitudes fundamentales que vamos a utilizar en el estudio de las máquinas y aparatos es el de fuerza y para medirla usaremos unos dinamómetros. En esta actividad queremos estudiar el fundamento de los estos aparatos de medida.



Un dinamómetro es un aparato para medir fuerzas. Está formado básicamente por un muelle cuyo alargamiento es proporcional a la fuerza que realiza (Ley de Hooke). Vamos a estudiarlo más detenidamente.



Si tenemos un muelle y un objeto colgado como la de la Figura, podemos decir que, si está en equilibrio, la fuerza que realiza el muelle ( $M$ ) es igual al peso de la bola que cuelga ( $P$ ). Es decir,

$$M - P = 0$$

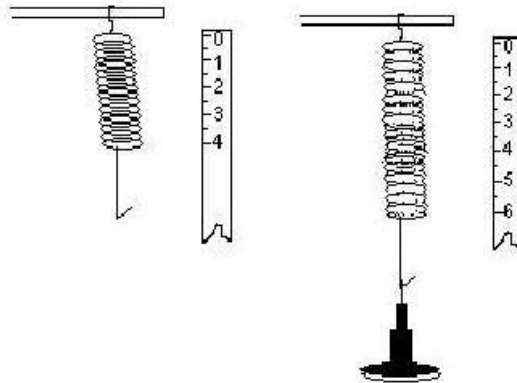
Ahora bien, hemos dicho que los muelles tienen la propiedad de que su alargamiento es proporcional a la fuerza que realizan.

O lo que es lo mismo

$$M = k \Delta x$$

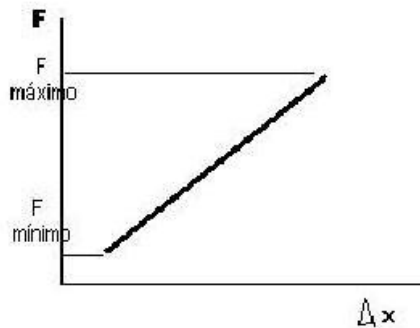
donde M es la fuerza elástica del muelle; k es la constante elástica del muelle y  $\Delta x$  es el alargamiento del muelle. Si sustituimos en la expresión anterior, tendremos que la ecuación representativa de este sistema físico es

$$k \Delta x - P = 0 \quad \Rightarrow \quad k = P / \Delta x$$



Para medir k (constante elástica del muelle) hay que acudir a la experiencia de Hooke (búscala en los apuntes). Se van colgando distintos objetos (pesas) cuyo peso es conocido, medimos la longitud del muelle (x), deducimos su alargamiento ( $\Delta x$ ) y completamos la tabla siguiente

Peso (en Newtons)	0								
x (en metros)									
$\Delta x$ (en metros)	0								



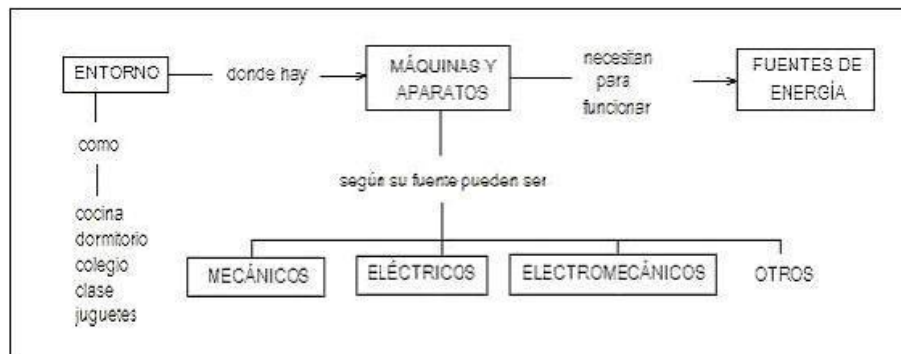
Ahora se realiza una representación gráfica de M - que coincide con P de la tabla- frente a  $\Delta x$ . Te adelanto que debe salirte una recta.

La constante elástica, como su nombre indica, es constante siempre que no rompamos el muelle (porque lo alarguemos demasiado). Por lo tanto, calcula k ( $P/\Delta x$ ) para cada par de valores del peso y su correspondiente alargamiento.

Si no salen iguales obviamente (suelen salir bastante aproximados) es debido a errores de medida. Como otras veces, calcula la media.

### Actividad 3. ¿Cómo estudiamos algunas máquinas (palancas, poleas, rampas)?

Vamos a ocuparnos de máquinas mecánicas.

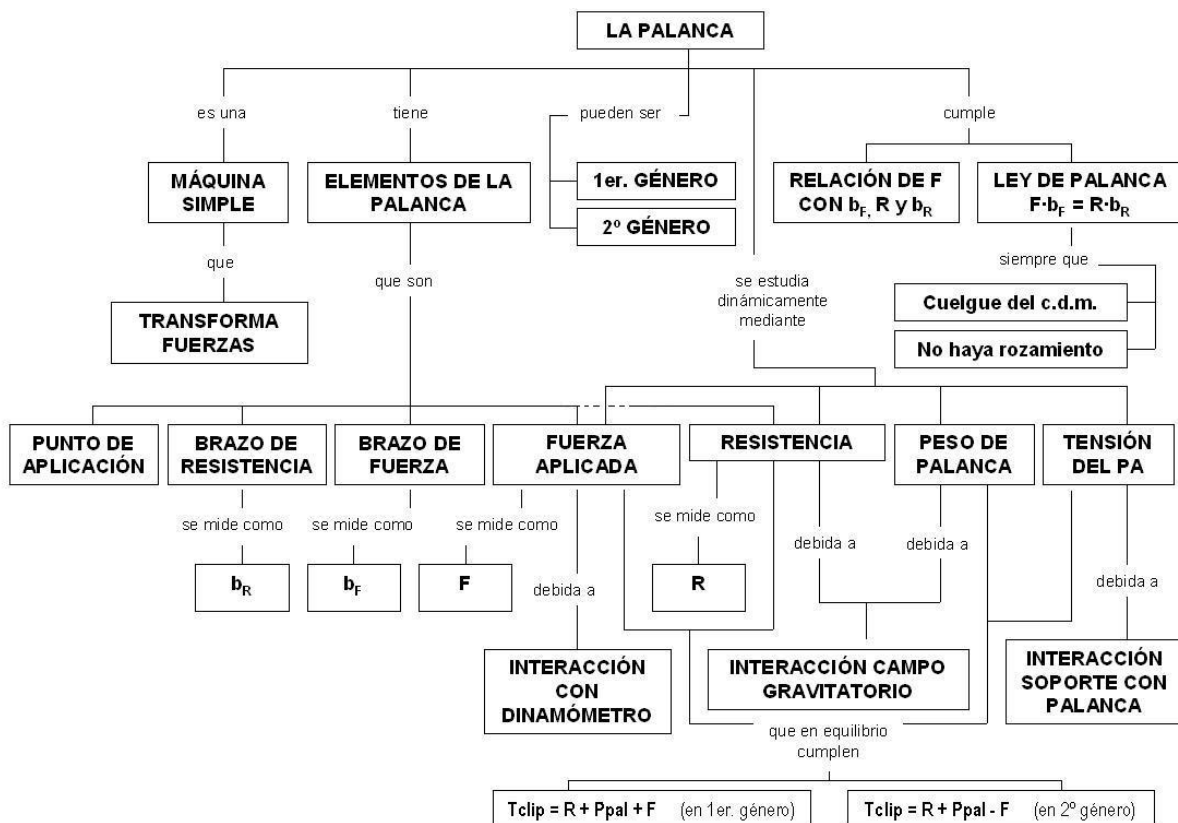


El estudio de las máquinas podemos abordarlo desde dos perspectivas: la dinámica (en cuanto que tratan de encontrar un mejor "aprovechamiento" de las fuerzas) y la energética. En esta actividad sólo nos ocuparemos de la primera.

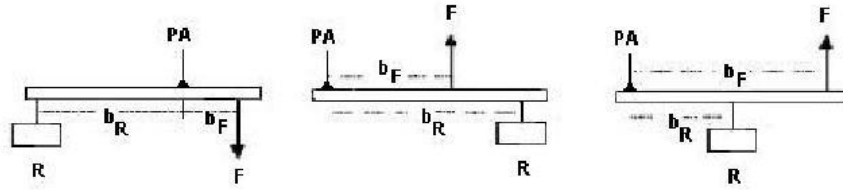
Usaremos nuestros conocimientos sobre las interacciones que se apoya en dos fuerzas: la que aplicamos (mal llamada "potencia" en algunos libros) y la que tratamos de superar (llamada también resistencia). La relación matemática entre estas fuerzas -fuerza aplicada y resistencia- da lugar a la ley de la máquina.

#### Subexperiencia 3.1

Vamos a estudiar las palancas. En la Figura que viene a continuación aparece un mapa de concepto sobre las mismas



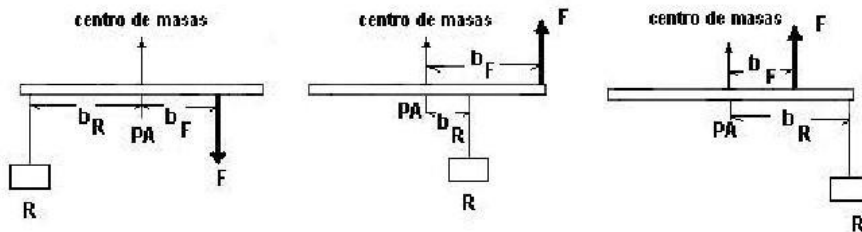
Como hemos dicho, hay tres tipos de palancas (ver los dibujos que aparecen a continuación). Sólo estudiaremos una de ellos: la de primer género (primera de la izquierda).



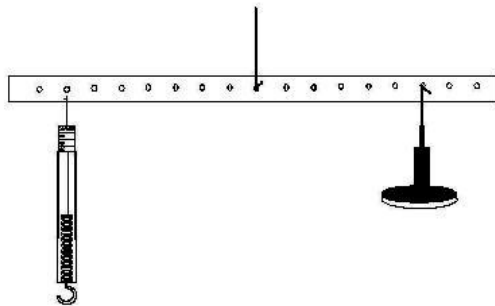
La ley de la palanca que suele aparecer en los libros de texto es

$$F \cdot b_F = R \cdot b_R$$

No obstante, para que se cumpla esta ley, es necesario dos cosas: que la palanca se cuelgue por su centro de masas y que el rozamiento sea nulo.



Vamos a tratar de comprobar la ley anterior con todas las limitaciones que tenemos en cuanto al aparato de medida. Para ello, debemos colgar objetos de pesos conocidos ( $R$ ) en distintos puntos de la varilla (palanca) y mediremos las  $F$  correspondientes para que se produzca el equilibrio. Eso sí, en todo momento, debemos colgar la varilla (palanca) por el centro de masa. Todas las medidas deben hacerse con el mismo dinamómetro y poner sus valores en newtons.



Puedes usar los brazos de la fuerza aplicada ( $b_F$ ) y de la resistencia ( $b_R$ ) que quieras e, incluso, puedes variarlos en cada situación. Mide las distancias con una regla y utiliza como unidad el metro para evitar problemas de cálculo.

Completa una tabla -mínimo seis situaciones- con los datos en cada montaje.

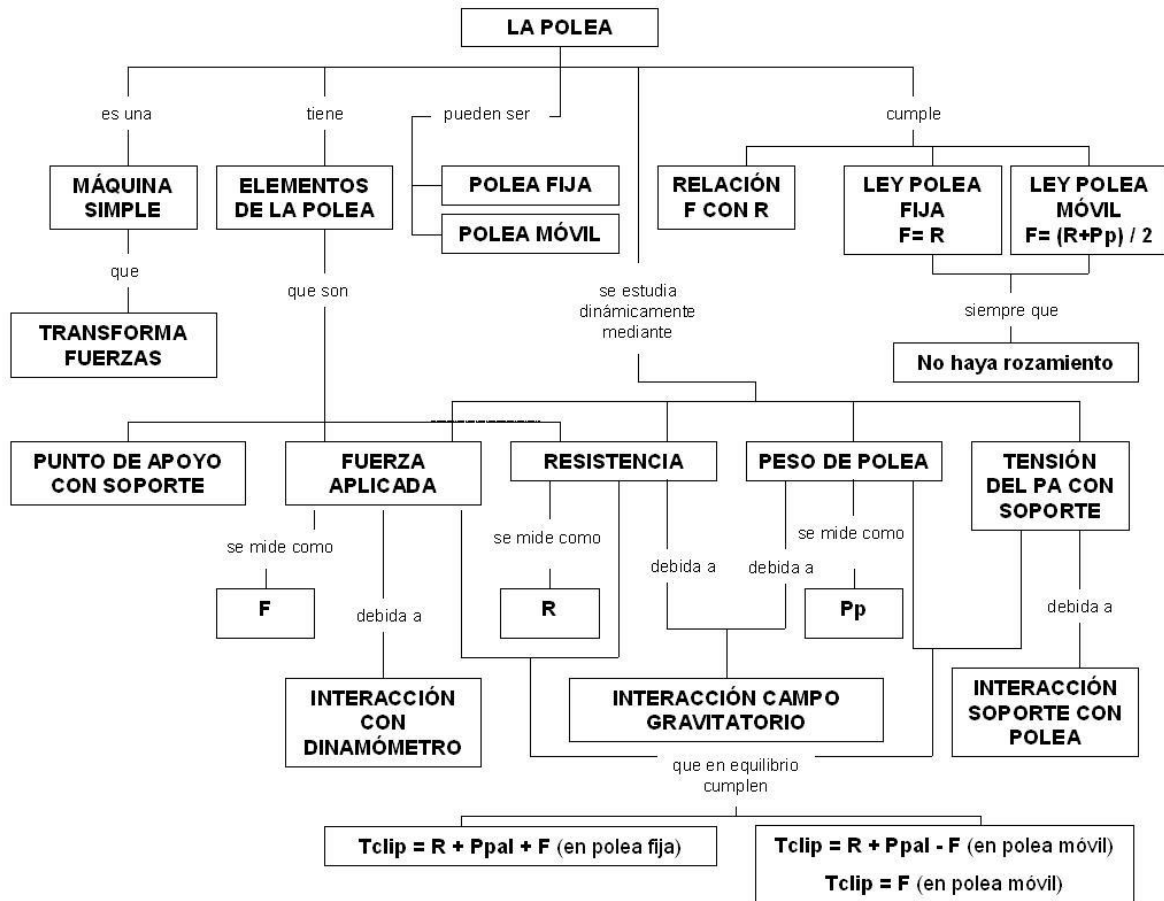
R	$b_R$	$b_F$	F

Teniendo en cuenta VUESTROS datos, saca todas las conclusiones (cualitativas o cuantitativas) que puedas deducir de los valores de la tabla; sobre todo, de las relaciones entre  $R$  y  $F$ .

Vamos a comparar los resultados con la que conocemos como ley de la palanca. Añade una columna a la tabla anterior con la operación  $R \cdot b_R - F \cdot b_F$ . Coméntala y añade conclusiones a las anteriores.

### Subexperiencia 3.2

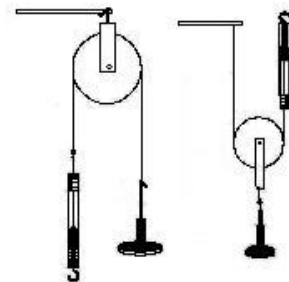
Vamos a estudiar las poleas. En la Figura que viene a continuación aparece un mapa de concepto sobre las mismas.



En esta subexperiencia estudiaremos las poleas.

Las poleas están constituidas por una rueda que puede girar en torno a un eje. Tienen un soporte que le permite colgarla y que le cuelguen objetos.

Pueden ser: fijas y móvil (ver los dibujos). Vamos a estudiarlas con un procedimiento similar al de las palancas.

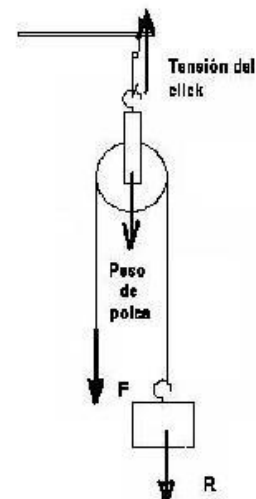


La **polea fija** es como aparece en la Figura. La ley de la polea fija es:

$$F = R$$

Como en las palancas, esta expresión sólo se cumple si el rozamiento es pequeño.

Vamos a ver qué ocurre en nuestro caso. Primero realizamos el montaje de una polea fija. Colgamos varios objetos a los que previamente hemos medido R (su peso) con un dinamómetro y medimos las F correspondientes (con el mismo aparato).



Completa una tabla con los valores medidos en vuestros montajes. Debes medir los datos, como mínimo, de cuatro situaciones.

R	F

Teniendo en cuenta VUESTROS datos, saca todas las conclusiones (cualitativas o cuantitativas) que puedas deducir de los valores de la tabla; sobre todo, de las relaciones entre R y F.

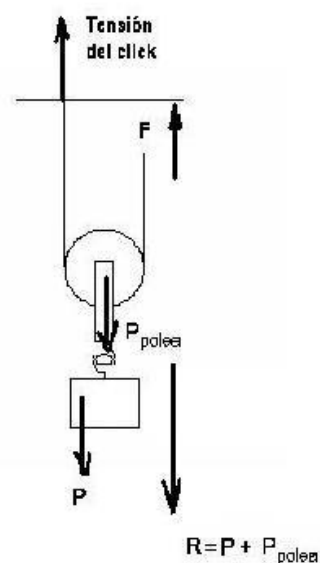
Vamos a comparar los resultados con la que conocemos como ley de la polea fija. Añade a la tabla anterior, una columna con la operación  $R - F$ . Coméntala y añade las conclusiones a las anteriores.

La **polea móvil** es como aparece en la Figura

En el caso de la polea móvil, cuando no existe rozamiento, la ley de la máquina es

$$F = R / 2$$

Análogamente a la fija, realizamos varios montajes. Colgamos varios objetos -que previamente hemos medido R (peso del objeto colgado + peso de la polea)- y medimos las F correspondientes. Completa una tabla con los valores medidos en vuestro montaje de la polea móvil



P	$R = P + P_{polea}$	F

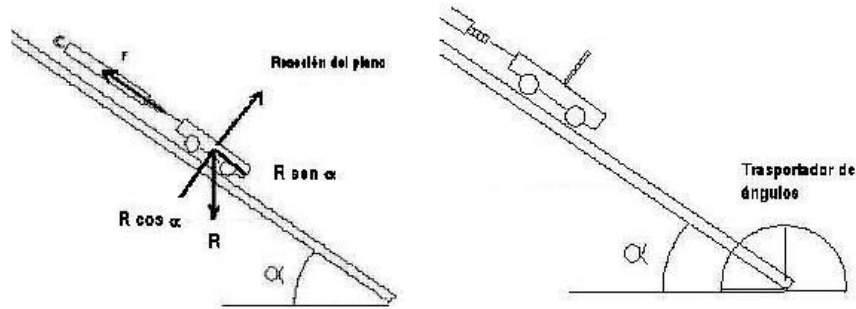
Teniendo en cuenta VUESTROS datos, saca todas las conclusiones (cualitativas o cuantitativas) que puedas deducir de los valores de la tabla; sobre todo, de las relaciones entre R y F.

Vamos a comparar los resultados con la que conocemos como ley de la polea móvil. Añade una columna a la tabla con la operación  $R/2 - F$ . Coméntala y añade las conclusiones a las anteriores.

### Subexperiencia 3.3

La última máquina que vamos a estudiar es un plano inclinado o rampa. IMPORTANTE: sólo es máquina si tiramos para arriba; cuando tenemos que hacer un esfuerzo. En la Figura que viene a continuación aparece un mapa conceptual sobre las rampas.

No hay planos o rampas de "diferentes tipos" (ver dibujo esquemático) pero un mismo plano o rampa puede tener diferentes inclinaciones y estar hecho de diferentes materiales.

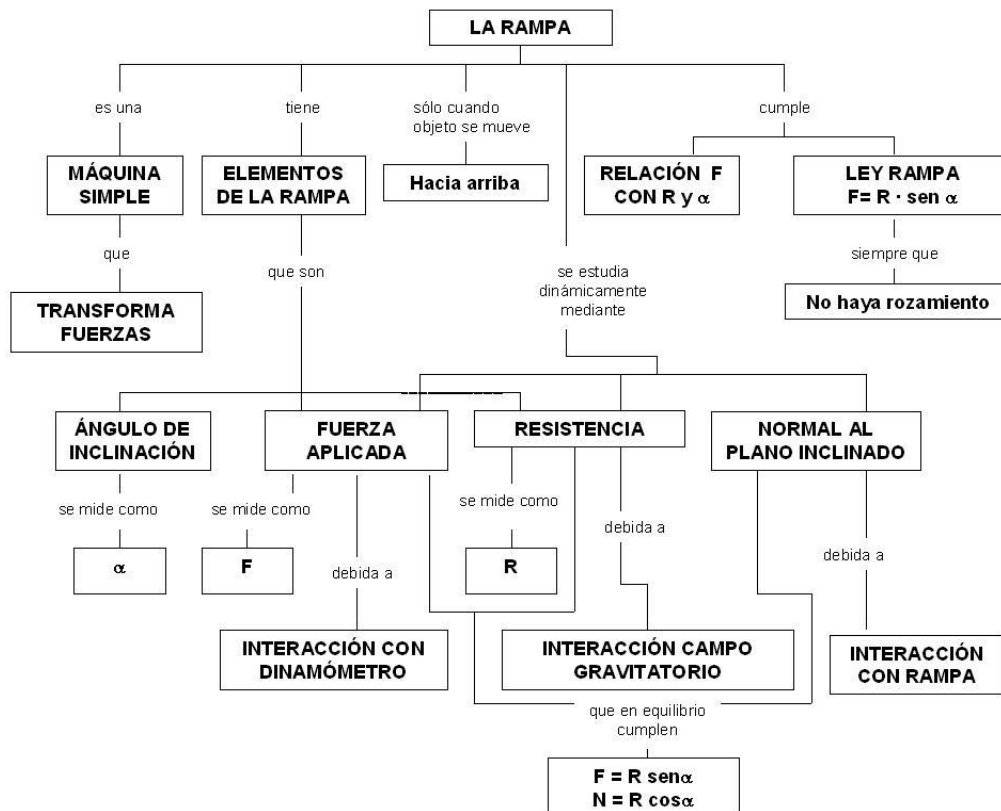


La ley de esta máquina, cuando no existe rozamiento, es:

$$F = P \operatorname{sen} \alpha$$

En este caso, primero vas a tomar un mismo  $P$  (el mismo carrito y pesas) y vas a cambiar  $\alpha$  (inclinación del plano). Luego vas a mantener el mismo  $\alpha$  y vas a cambiar el peso del carrito (añade más pesas).

Debes realizar el montaje con cuatro inclinaciones diferentes, como mínimo, y vas a medir la  $F$  en cada caso. Realiza una tabla con los valores medidos con vuestros montajes.



En este caso, primero vas a tomar un mismo  $P$  (el mismo carrito y pesas) y vas a cambiar  $\alpha$  (inclinación del plano). Luego vas a mantener el mismo  $\alpha$  y vas a cambiar el peso del carrito (añade más pesas).

Debes realizar el montaje con cuatro inclinaciones diferentes, como mínimo, y vas a medir la  $F$  en cada caso. Realiza una tabla con los valores medidos con vuestros montajes.

$P$	$\alpha$	$P \text{ sen } \alpha$	$F$

Teniendo en cuenta VUESTROS datos, saca todas las conclusiones (cualitativas o cuantitativas) que puedas deducir de los valores de la tabla; sobre todo, de las relaciones entre  $R$  y  $F$ .

Vamos a comparar los resultados con la que conocemos como ley de la rampa. Completa la tabla anterior, añadiendo una columna con la operación  $P \text{ sen } \alpha - F$ . Coméntala y añade las conclusiones a las anteriores.

#### Actividad 4. ¿Quiénes han trabajado en estos temas?

Busca en internet los datos biográficos correspondientes a unos científicos y elabora un cuadro como el que sigue

Científico	Datos personales	Aportaciones científicas	Significación social
Arquímedes			
Galileo Galilei			
Leonardo da Vinci			
Isaac Newton			
Juan de la Cierva			



### **Actividad 5. ¿Qué problemas tiene el aprendizaje de estos conocimientos?**

Hay muchos trabajos que han estudiado ideas del alumnado que pueden condicionar el aprendizaje de este tema; por ejemplo, los trabajos de Shayer y Adey (1984), Inhelder y Piaget (1985), Segura (1994), Jiménez y Marín (1996), Jiménez, Solano y Marín (1997), Marín y Segura (1999)...

#### ***Obstáculos para el aprendizaje***

- piensan que cualquier máquina debe ser sofisticada; no consideran que una rampa, una rueda o una polea fija puedan ser unas máquinas
- se ven influenciados por un finalismo simple (está en equilibrio porque está hecho para eso) y por aspectos perceptivos (cuanto más compleja es más útil); usan interpretaciones artificialistas y animistas en relación con los hechos y fenómenos; asocian cualidades humanas a los objetos
- reconocen de forma muy limitada los efectos de los operadores mecánicos
- tienen problemas con el efecto del peso en el plano inclinado (no puede usar relaciones trigonométricas)
- le resultan irrelevantes los principios de conservación; asocian fuerza-energía
- centran su razonamiento en la fórmula (normalmente sólo memorizada) que ha de aplicarse y no en el concepto de máquina
- confunden terminológicamente fuerza aplicada, potencia, trabajo, energía...
- tienen problemas para identificar algunas variables; no relacionan más de dos a la vez y sólo cuando la relación es lineal y directa (resulta problemático, por ejemplo, con la palanca o el plano inclinado)
- no son capaces de realizar un control y exclusión de variables; varían más de un factor cuando deben diseñar un experimento
- consideran las fuerzas de rozamiento como algo destructivo

#### ***Derivados de los conocimientos implicados***

- tienen problemas para identificar la presencia o la ubicación de aire; piensan que los gases no tienen masa ni pesan
- no conservan la materia ni el peso (en los sólidos y líquidos) con el cambio de forma por condicionamiento perceptivos; cuando llegan a la conservación de la masa la hacen extensible al volumen y en todas las situaciones
- confunden masa y peso; consideran que el peso sólo depende de las características del objeto; piensan que la balanza mide el peso
- tienen confusiones entre masa-volumen y peso-volumen; no llegan a comprender el concepto de densidad ni lo relaciona con la flotabilidad
- establecen relaciones inexistentes y, sin embargo, son incapaces de establecer relaciones entre una propiedad y varias variables (por ejemplo, flexibilidad con tipo de material, longitud, sección...)

## ¿Cómo responde el alumnado ante cuestiones relacionadas con el tema?

A continuación aparecen algunas respuestas de alumnos de Educación Primaria ante preguntas planteadas por un maestro en el estudio de las máquinas. En cada caso, indica las ideas adecuadas, las problemáticas o no adecuadas (revisa los señalados en la actividad anterior) y las ambiguas o confusas. También debes señalar cuál sería, en tu opinión, la respuesta deseable para un alumno de Educación Primaria.

**NOTA IMPORTANTE:** Para simplificar la tarea, te sugiero que realices un cuadro con cuatro columnas. En la primera vas poniendo las unidades de análisis; se considera como tal la información contenida entre dos puntos seguidos. En las otras tres, indica las adecuadas, inadecuadas y ambiguas. Debes justificar estas últimas

Unidad de análisis	Ideas Adecuadas	Ideas no adecuadas	Ideas ambiguas
1			
2			
...			

Pregunta	Respuestas
¿Qué es una máquina?	A1- Una máquina es una cosa que hace que vivamos mejor. Hace muchas cosas en muy poco tiempo. A2- Las máquinas son inventos hechos por los científicos para hacer el menor esfuerzo posible. Transforman la fuerza en energía de muchos tipos. A3- Las máquinas son las que hacen las cosas más rápido. Son mecanismos que aumentan nuestra potencia.
¿Por qué una palanca es una máquina?	A1- Una palanca es una barra sólida. Es una máquina porque funciona de forma que siempre ahorramos trabajo. Si tu te subes en un lado, se equilibra. Está hecha para eso. A2- Las máquinas se inventan para hacer poco trabajo. Si yo tengo que hacer un esfuerzo muy grande y tengo una máquina, ahorro energía. Y hay que conservar la energía porque no hay mucha. A3- Las máquinas transforman energía. Están inventadas para que con nuestro pequeño esfuerzo podamos vencer la resistencia que se opone en sentido contrario. Si no existieran las palancas, no se podría hacer palanca para abrir una puerta atrancada o romper un candado.
¿Cómo es una palanca de 1er género?	A1- Una palanca de como un columpio. En un lado, se pone uno que pesa mucho y en el otro uno que pesa poco. Entonces, el que tiene menos volumen se queda colgando. Pero cuando es al revés, el pequeño sale lanzado por los aires. Es como si el pequeño no pesara. A2- Una palanca es una máquina que cumple lo de potencia por su brazo es igual a resistencia por el suyo. A3- Una palanca de primer género sirve para transformar una fuerza pequeña en una gran energía para mover bloques de piedras muy grandes. Así ocurría antiguamente al hacer las pirámides. He visto una película en la que un viejo movía miles de kilos con una cuerda.
Di ejemplos de palancas de 2º género	A1- Yo creo que... la carretilla. Esta es una máquina compuesta. El punto de aplicación está alejado del centro de masas y hay que hacer la fuerza en el otro extremo. También ocurre algo parecido a una balanza que se llama romana... o algo así. A2- En una palanca de segundo género se tiene siempre menos potencia que resistencia. Además cumple que la ventaja mecánica es menor que 1. A3- La palanca de segundo género no cumple la ley de la palanca porque no se puede colgar del centro de masas y el rozamiento también influye.
¿Qué puedes decir de las poleas?	A1- Hay dos tipos de poleas: fija y móvil. En la fija, el esfuerzo que hay que hacer para elevar una masa es igual al peso del objeto que hay que subir. En la móvil, hay que gastar la mitad de energía... aunque también está el peso de la polea. A2- La polea móvil es mejor que la fija porque, con ellas, se suben los objetos más rápidamente. A3- En una polea siempre se ahorra fuerza. Es una máquina que nos ahorra energía porque tenemos que hacer menos trabajo.
En una rampa, ¿dónde se hace más esfuerzo, arriba o abajo del plano?	A1- Arriba, porque al estar más alto el objeto cuesta más tirar. Además las fuerzas de rozamiento nos habrán dejado agotados y tendremos menos ganas de seguir. A2- Abajo, porque tienes que subir aún toda la rampa. Cuando estás arriba tienes que hacer menos esfuerzo porque casi has llegado. A3- Cuando estás más arriba, la pendiente aumenta y es más difícil subir los objetos.

### Actividad 6. ¿Cómo diseñamos actividades para enseñar este tema?

Teniendo en cuenta tu experiencia en la Actividad 4, diseña unas actividades prácticas para 3er ciclo de Primaria para el:

- estudio de dinamómetros para medir fuerzas (en particular, para medir pesos)
- estudio de la balanza (para medir masas en sólidos y líquidos)
- estudio de palancas de los tres géneros
- estudio de poleas fija y móvil
- estudio de rampas

En cada caso debe figurar

- contextualización a la experiencia (en qué consiste la máquina o el aparato, cómo funciona, importancia en la vida cotidiana, breve relato histórico de su descubrimiento)
- problemas centrales que se trata de estudiar con las experiencias
- secuencia con dibujos de actuaciones con sus preguntas clave para profundizar en lo que está haciendo el alumnado
- datos obtenidos, representación o tabulación (si es necesario) y preguntas para analizarlos.
- conclusiones que se pueden extraer de los resultados anteriores.
- cinco cuestiones de transferencia de los conocimientos a otros hechos cotidianos (una de trabajo individual, otra de trabajo con compañeros y otra con los padres).

### BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- DCDE (1993). *Proyecto Ciencia 6-12. Ciclo Inicial. Ciclo Mixto. Ciclo Superior*. Barcelona: Departament d'Ensenyament Generalitat
- GARCÍA-ESTAN, R. et al. (1988). *El aprendizaje de la Física en EGB. Exploración diagnóstica en Murcia*, 33-49; 63-71; 89-95; 147-161; 201-212; 217-219. Murcia: ICE de la Universidad.
- HIERREZUELO, J.; MONTERO, A. (1989). *La ciencia de los alumnos*, 215-232. Madrid: Laia-MEC
- JIMÉNEZ, E.; SOLANO, I.; MARÍN, N. (1997). Análisis de la situación actual de las ideas de los alumnos sobre el concepto de fuerza cuando se fuerza se le plantean situaciones de equilibrio estático. En Jiménez y Wamba: *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 155-162. Huelva: Servicio Publicaciones Universidad.
- MEC (1992). *Area de Conocimiento del Medio. Educación Primaria*. Madrid: MEC
- PRO, A.
- SHAYER, M; ADEY, P. (1984). *La ciencia de enseñar ciencias*, 92-127. Madrid: Narcea.

## ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Al finalizar este tema debes:

- Conocer qué es una máquina, un aparato, una herramienta, un dispositivo y un operador; conocer los conceptos fundamentales del tema: fuerza aplicada, resistencia, trabajo realizado y trabajo obtenido.
- Identificar diferentes máquinas y aparatos; y clasificar diferentes tipos de máquinas en función de un criterio (mecánicas-eléctricas; simples-compuestas).
- Comprender la idea de balance dinámico y ley de la máquina; y la de balance energético, ventaja mecánica y rendimiento.
- Inferir experimentalmente la Ley de Hooke; conocer los fundamentos de un dinamómetro como aparato para medir las fuerzas y ser capaz de construirlos.
- Identificar las diferencias existentes en la medición con un metro, un cronómetro, un termómetro, una balanza y un dinamómetro; ser capaz de identificar diferentes niveles en el contenido procedimental de la medición.
- Construir palancas de los tres géneros; medir los valores de las fuerzas aplicadas, resistencias, brazos de la fuerza aplicada y de la resistencia; inferir consecuencias a partir de una tabla de valores; comprobar si cumple o no la ley de la palanca y justificar las desviaciones respecto a los resultados esperados.
- Identificar los problemas de enseñanza de las palancas de los tres géneros en Educación Primaria, desde la perspectiva científica.
- Construir poleas fijas y móviles; medir los valores de las fuerzas aplicadas y resistencias; inferir consecuencias a partir de una tabla de valores; comprobar si cumple o no las leyes de las poleas y justificar las desviaciones respecto a los resultados esperados.
- Identificar los problemas de enseñanza de las poleas fijas y móvil en Educación Primaria, desde la perspectiva científica.
- Construir rampas con diferentes pendientes; medir los valores de las fuerzas aplicadas, resistencias y pendientes; inferir consecuencias a partir de una tabla de valores; comprobar si cumple o no la ley del plano inclinado y justificar las desviaciones respecto a los resultados esperados.
- Identificar los problemas de enseñanza del plano inclinado o rampa en Educación Primaria, desde la perspectiva científica.
- Buscar información (biografía, aportaciones científicas, repercusiones sociales) sobre científicos relevantes: Arquímedes, Galileo Galilei, Leonardo da Vinci, Isaac Newton y Juan de la Cierva.
- Conocer los principales problemas de aprendizaje en el estudio del tema; analizar respuestas del alumnado de Educación Primaria, identificando las ideas adecuadas desde la ciencia escolar, las no adecuadas y las ambiguas; ser capaz de explicitar las respuestas deseables en estas edades.
- Diseñar actividades de laboratorio para enseñar los conocimientos más relevantes en los tres ciclos de Educación Primaria con un modelo de guión de trabajo específico.

## Preguntas de examen

1. (Versión en el laboratorio) Demuestra experimentalmente la Ley de Hooke.

(Versión papel y lápiz) En una práctica que propusimos, podías estudiar que los muelles respondían a la ley de Hooke. Un alumno ha realizado el montaje que te indica la Figura y ha obtenido

Peso (colgado) en N	0	0.5	1	2
x (longitud del muelle) en metros	0.10	0.15	0.20	0.30

Debes indicar:

- fuerzas o interacciones que se ejercen sobre la bola; ecuación representativa del sistema
- a partir de los datos obtenidos, deduce el valor de la constante elástica del muelle.
- ¿qué valores cambiarían y cuáles no (peso de la bola, constante del muelle, alargamiento) si metemos el muelle en agua?

2. Un grupo de alumnos, después de haber estudiado "a conciencia" el tema de Máquinas y aparatos (no os preocupéis que no eran de 3º de Magisterio), entregan el siguiente informe:

*La práctica consiste en estudiar si se cumple la ley de la palanca en una de segundo género. Para ello, lo primero que hacemos es montar una palanca de segundo género que mide 40 cm.*

*Vamos a ir colgándole pesas de masas conocidas y trataremos de equilibrarla con la fuerza medida con el dinamómetro.*

*Después hemos medido las pesas con la balanza y nos da los siguientes valores*

*- pesa pequeña: 10 g → 1N - pesa mediana: 50 g → 5N - pesa grande: 100 g → 10 N*

*Colgamos estas pesas y sus combinaciones de distintas posiciones y medimos las fuerzas que intervienen: la potencia, la resistencia, el brazo de potencia y el de resistencia. Los valores obtenidos son los siguientes:*

	F	$b_F$	R	$b_R$
pequeña	4.8 g	10	1 N	5
mediana	24.8 g	10	5 N	5
grande	49.8 g	10	10 N	5
pequeña+media	15 g	20	6 N	5
pequeña+media	30 g	20	6 N	10
pequeña+media	45 g	20	6 N	15
pequeña+grande	109 g	10	11 N	10
pequeña+grande	73 g	15	11 N	10
pequeña+grande	53 g	20	11 N	10

*A la vista de estos valores podemos establecer las siguientes conclusiones:*

- La palanca es una máquina porque siempre ahorra fuerza cuando no consume energía
- No se cumple la ley de la palanca porque  $P \cdot b_p = R \cdot b_r$
- Este resultado es lógico. Esta ley sólo se cumple en las de primer género ya que, si es de segundo o de tercero, hay que considerar el peso de la palanca. Además, hay que tener en cuenta el rozamiento y los errores de las medidas

*Observaciones: La palanca de segundo género tiene más errores que la de primero porque, al tener que hacer un poco de equilibrio, los datos que se miden son peores*

Se pide:

- Dibuja el montaje que ha utilizado el grupo de alumnos, indicando los elementos fundamentales (fuerza aplicada, resistencia...) de esta máquina
- Señala los errores en las respuestas, indicando la respuesta correcta
- A la vista de los resultados de la tabla, ¿a qué conclusiones se podría haber llegado?
- ¿Qué contenidos -conceptos, procedimientos y actitudes- están implícitos en la actividad?

3. Un grupo de alumnos de 3º de Magisterio entregan el informe de una actividad práctica sobre el estudio de un plano inclinado como el que aparece a continuación:

*La práctica consiste en estudiar si se cumple la ley del plano inclinado. Para ello, se debe demostrar que la potencia depende de la resistencia y del ángulo. Usamos un plano de 75 cm, un carrito con pesas y un dinamómetro.*

*Hemos medido pesas de valores conocidos en el carro (200 g) y hemos medido el peso que teníamos que vencer.*

*Lo primero que hemos hecho es medir los pesos que íbamos a echar en el carro con la balanza y nos da*

*- pesa pequeña: 50 g   - pesa mediana: 100 g   - pesa grande: 200 g*

*Luego hemos ido midiendo los ángulos, aunque no teníamos transportador. Por último, hemos usado el dinamómetro para medir la potencia realizada*

*Los valores obtenidos en las diferentes medidas han sido los siguientes:*

	<i>P</i>	$\alpha$	<i>F</i>
<i>1ª medida</i>	<i>pequeña</i>	<i>45°</i>	<i>0.88 N</i>
<i>2ª medida</i>	<i>mediana</i>	<i>45°</i>	<i>1.06 N</i>
<i>3ª medida</i>	<i>grande</i>	<i>45°</i>	<i>1.42 N</i>
<i>4ª medida</i>	<i>peque+media</i>	<i>30°</i>	<i>0.23 N</i>
<i>5ª medida</i>	<i>peque+media</i>	<i>45°</i>	<i>1.24 N</i>
<i>6ª medida</i>	<i>peque+media</i>	<i>60°</i>	<i>2.17 N</i>

*A la vista de estos valores podemos establecer las siguientes conclusiones:*

- Un plano inclinado siempre es una máquina porque ahorra fuerza*
- No se cumple la ley del plano porque  $P \neq R \cdot \cos \alpha$*
- Este resultado es lógico porque siempre se producen rozamientos que destruyen las fuerzas que aplicamos. Resulta raro es que en algunos casos  $P - R \cdot \cos \alpha$  sea una constante y en otros no*

Se pide:

- a) Dibuja los montajes que el grupo de alumnos ha utilizado en la 1ª, 4ª y 5ª medidas. ¿Cómo han podido medir los ángulos sin transportador?
- b) Señala los errores del informe, indicando y justificando la respuesta correcta en cada caso
- c) A la vista de los resultados de la tabla, ¿a qué conclusiones se podría haber llegado?
- d) ¿Qué contenidos -conceptos, procedimientos y actitudes- están implícitos en la actividad?

4. (Versión en el laboratorio) Monta una palanca de primer género y comprueba la ley de la palanca. Debes entregar: un dibujo esquemático señalando sus elementos, la tabla de valores utilizados, la comprobación de la ley y la interpretación de los resultados. (Se ha preguntado también por la palanca de segundo género, la polea fija, la polea móvil y el plano inclinado).

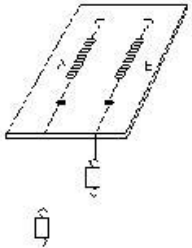
(Versión papel y lápiz) ¿Se puede decir que, en una palanca -cuando no hay rozamiento- la fuerza aplicada es siempre menor que la resistencia? ¿En qué condiciones se cumple teóricamente la ley de la palanca? ¿Cambia ésta según el género de la misma?

Al comprobar la ley de la polea fija, encontramos que, sea cual sea el peso del objeto que colguemos,  $F - R = 0.8 \text{ N}$  (aproximadamente) ¿Cómo lo interpretas? ¿Qué consecuencias tiene este valor de 0.8 N de cara al peso del objeto que colgamos?

¿Por qué no influye el peso de la polea en la fija y sí influye en la móvil? ¿Dónde hay más errores en la ley de la polea fija o en la móvil? ¿Por qué?

Diseña una estrategia experimental para estudiar la dependencia de la fuerza aplicada de la resistencia y de la pendiente en el plano inclinado o rampa. ¿Es siempre un plano inclinado una máquina?

5. A continuación aparecen preguntas y respuestas de alumnos de Educación Primaria (ponemos varios ejemplos pero no se preguntan tantos casos). Analízalas indicando: a) respuesta deseables; b) ideas adecuadas, inadecuadas y ambiguas en cada caso; c) qué harías ante esta situación.

Pregunta del maestro	Respuestas de los alumnos
<p>Si las pesas son iguales, los muelles también y los hilos no pesan, ¿qué muelle se alargara más si soltamos las chinchetas?</p> 	<p>9a. Se alarga más el muelle A porque es más largo. Al B le cuesta más hacerse            9b. Se alarga más el muelle A porque está más cerca del centro de la tierra. El B se queda cerca de la tabla            9c. Se alarga más el muelle A porque, al soltar la chincheta, cogerá velocidad. La B no puede coger tanta.            9d. Los dos iguales. Lo que gana el muelle A porque está menos encogido, lo pierde B porque se alarga más.</p>
<p>¿Qué pasa si sobre un cuerpo no actúan fuerzas?</p>	<p>Eso es imposible. Las fuerzas son algo que tiene los objetos y que causan el reposo o el movimiento de los mismos. Hay muchos tipos de fuerzas: el peso, la tensión, la potencia. Cuando todas las fuerzas que actúan sobre un objeto se anulan, el objeto está en reposo</p>
<p>¿Qué fuerzas aparecen en una pelota cuando está en el aire después de haber sido lanzada?</p>	<p>Mientras sube, la del impulso y la del peso. Cuando baja, sólo la del peso.</p>
<p>¿Qué ocurre cuando sumergimos un objeto en agua?</p>	<p>Todos los cuerpos tienen un peso en su interior. Cuando nos sumergimos es como si parte de ese peso se perdiera en el agua. Después cuando salimos de la piscina lo recuperamos</p>
<p>¿Qué diferencias encuentras entre 1 kg de hierro y 1 kg de paja?</p>	<p>Que la paja ocupa mucho más volumen que el hierro. Por eso su masa es mayor, aunque su peso sea el mismo.</p>

6. Di las principales dificultades que pueden encontrar los alumnos y alumnas de Educación Primaria en el estudio de las máquinas y aparatos.





**ANEXO 4**  
**Exámenes de prácticas**



## EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)

Nombre:

**1. Monta una palanca de primer género** y mide la Fuerza aplicada y el brazo de la fuerza aplicada en las condiciones siguientes

R = soporte + pesa grande + dos pesas pequeñas  
Brazo de la resistencia = 0.10 m

Se pide: Un dibujo del montaje realizado representando los elementos de la palanca.

Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.

Una tabla de valores indicando R,  $b_R$ ,  $b_F$  y F. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas con los valores indicados de R y brazo de R.

Las conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de tus datos.

## EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)

Nombre:

**1. Monta una palanca de segundo género** y mide la Fuerza aplicada y el brazo de la fuerza aplicada en las condiciones siguientes

R = soporte + pesa grande + una pesa pequeña  
Brazo de la resistencia = 0.06 m

Se pide: Un dibujo del montaje realizado representando los elementos de la palanca.

Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.

Una tabla de valores indicando R,  $b_R$ ,  $b_F$  y F. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas con los valores indicados de R y brazo de R.

Las conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de tus datos.

### EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)

**Nombre:**

**1. Monta una polea fija** y mide la Fuerza aplicada para diferentes valores de la Resistencia

Se pide: Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.

Una tabla con los valores de R y F en cada caso. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas.

Conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de estos datos.

### EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)

**Nombre:**

**1. Monta una polea móvil** y mide la Fuerza aplicada para diferentes valores de la Resistencia

Se pide: Un dibujo del montaje realizado representando y justificando las fuerzas que intervienen.

Una tabla con los valores de R y F en cada caso. Debes realizar, como mínimo, TRES medidas.

Conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de estos datos.

## EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)

Nombre:

### 1. A partir de la Ley de Hooke

Se pide: Un dibujo del montaje, representando y justificando las fuerzas que intervienen

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

El valor de la constante elástica del muelle que has usado.

Una vez que has calculado la constante, ¿qué fuerza hace el muelle si éste se alarga 0.10 m?

## EXAMEN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (3 puntos)

Nombre:

1. Monta una rampa y mide la Fuerza aplicada, como mínimo, en los TRES casos siguientes

1) R = carrito  
 $\nabla$  (pendiente) =  $30^\circ$

2) R = carrito  
 $\nabla$  (pendiente) =  $40^\circ$

3) R = carrito + pesa  
 $\nabla$  (pendiente) =  $30^\circ$

Se pide: Un dibujo del montaje realizado, representando y justificando las fuerzas que intervienen

Una tabla de valores indicando R,  $\nabla$  y F en cada caso

Conclusiones justificadas que puedes extraer a partir de estos datos



**ANEXO 5**  
**Preguntas prueba final**





## Actividad de enseñanza de subcompetencias utilizando un cómic (I)

### EXAMEN PARCIAL BLOQUE ENERGÍA

Curso 2010- 2011

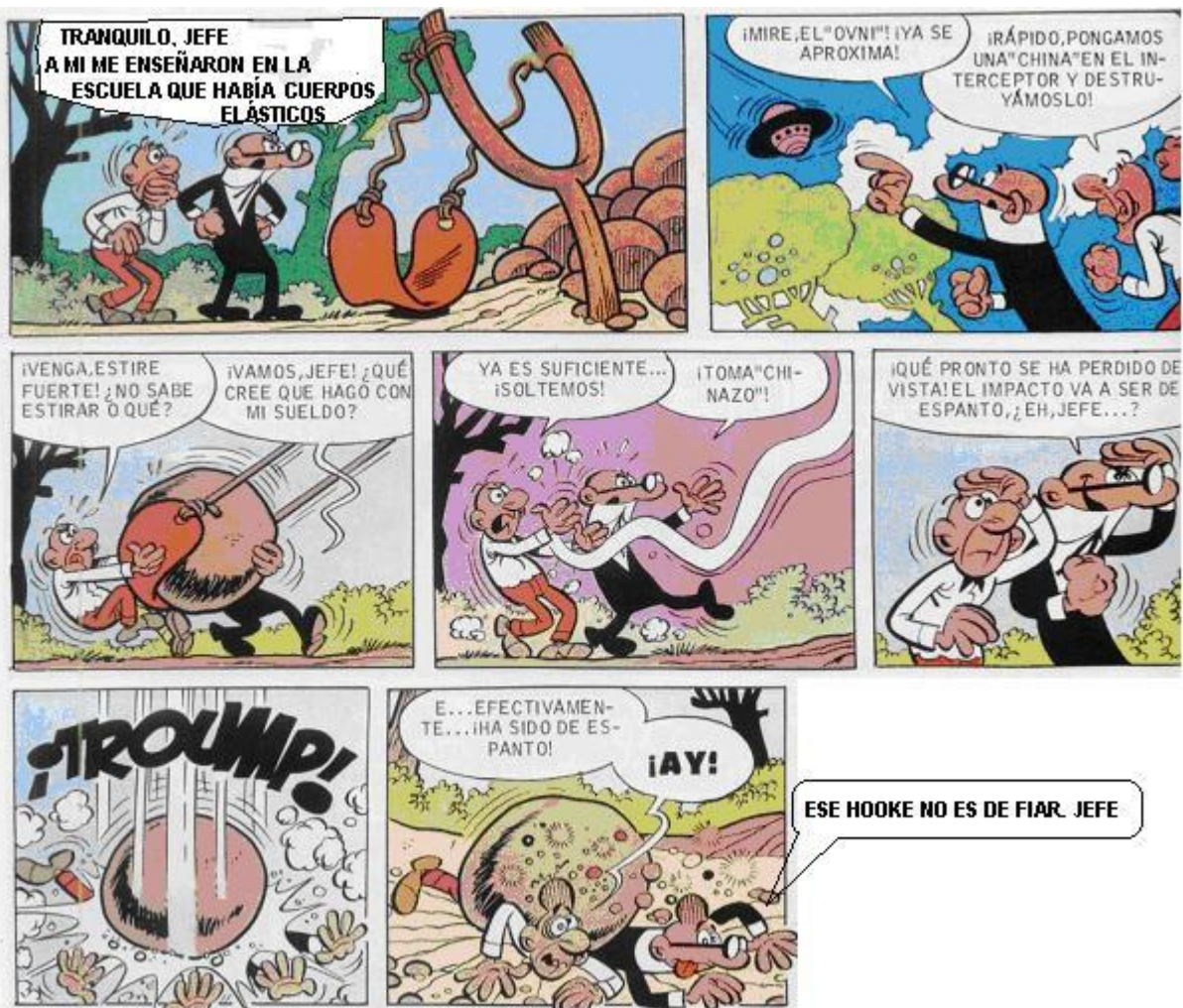
#### NOMBRE Y APELLIDOS:

1. Elige UNA de las dos tiras de comic que aparecen a continuación. Debes diseñar con ella una actividad para enseñar conocimientos relacionados con la utilidad de algunos materiales elásticos (ley de Hooke) o con la palanca en 3er. ciclo de Educación Primaria.

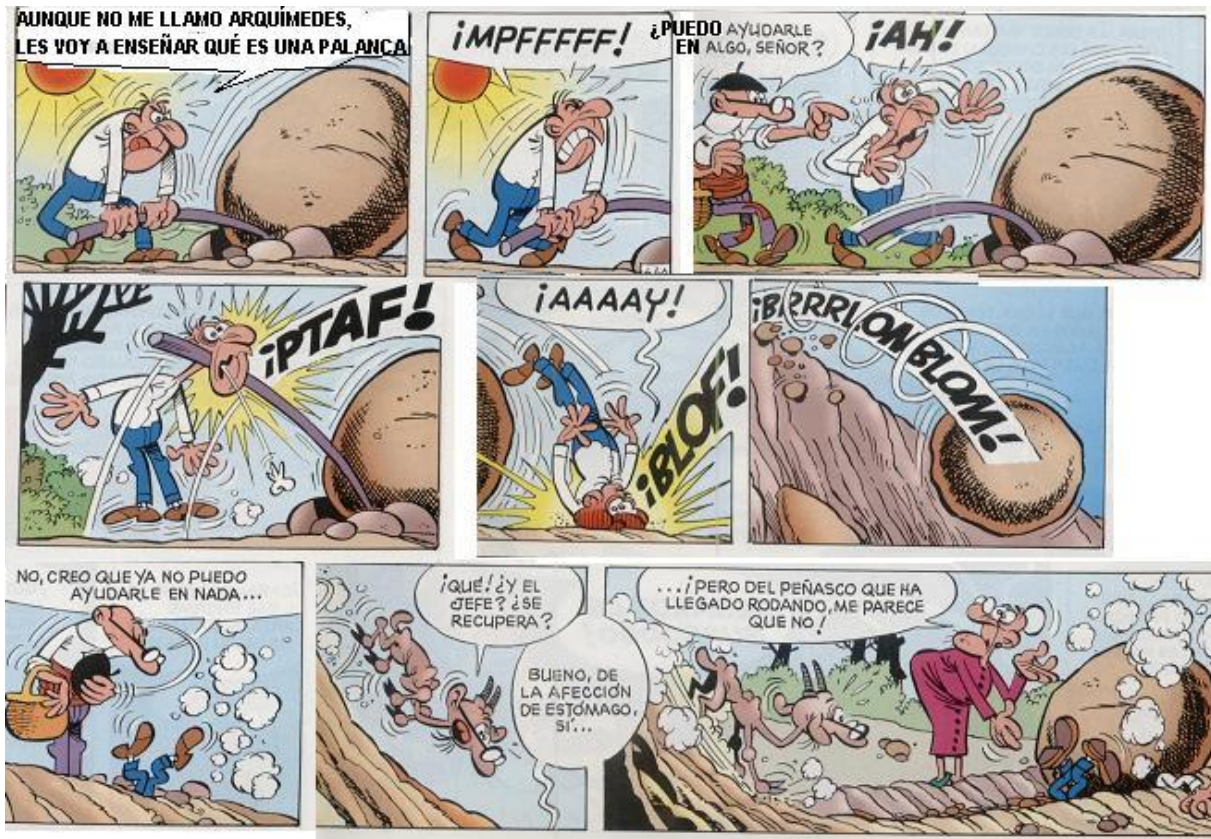
La actividad puede tener un texto introductorio no muy largo; luego vendría la tira; y, por último, una serie de preguntas –entre 7 y 10- sobre el texto y sobre el comic. Dos de las preguntas, como mínimo, deben ser “inferencias cercanas al texto” o “a la imagen” y otra de “localización de errores”.

Debes indicar las subcompetencias específicas de cada una de las preguntas que formules

Tira UNO



Tira DOS



Con carácter orientativo, te sugiero un Cuadro como el que sigue:

Texto introductorio	
Se incluiría la tira UNO ó DOS	
Preguntas a plantear al alumnado	Subcompetencia específica
1.	
2.	
3.	
...	...

## Actividad de enseñanza de subcompetencias utilizando un cómic (II)

### EXAMEN PARCIAL BLOQUE ENERGÍA

Curso 2010- 2011

#### NOMBRE Y APELLIDOS:

1. Elige UNA de las dos tiras de comic que aparecen a continuación. Debes diseñar con ella una actividad para enseñar conocimientos relacionados con la utilidad de algunos materiales elásticos (ley de Hooke) o con la palanca en 3er. ciclo de Educación Primaria.

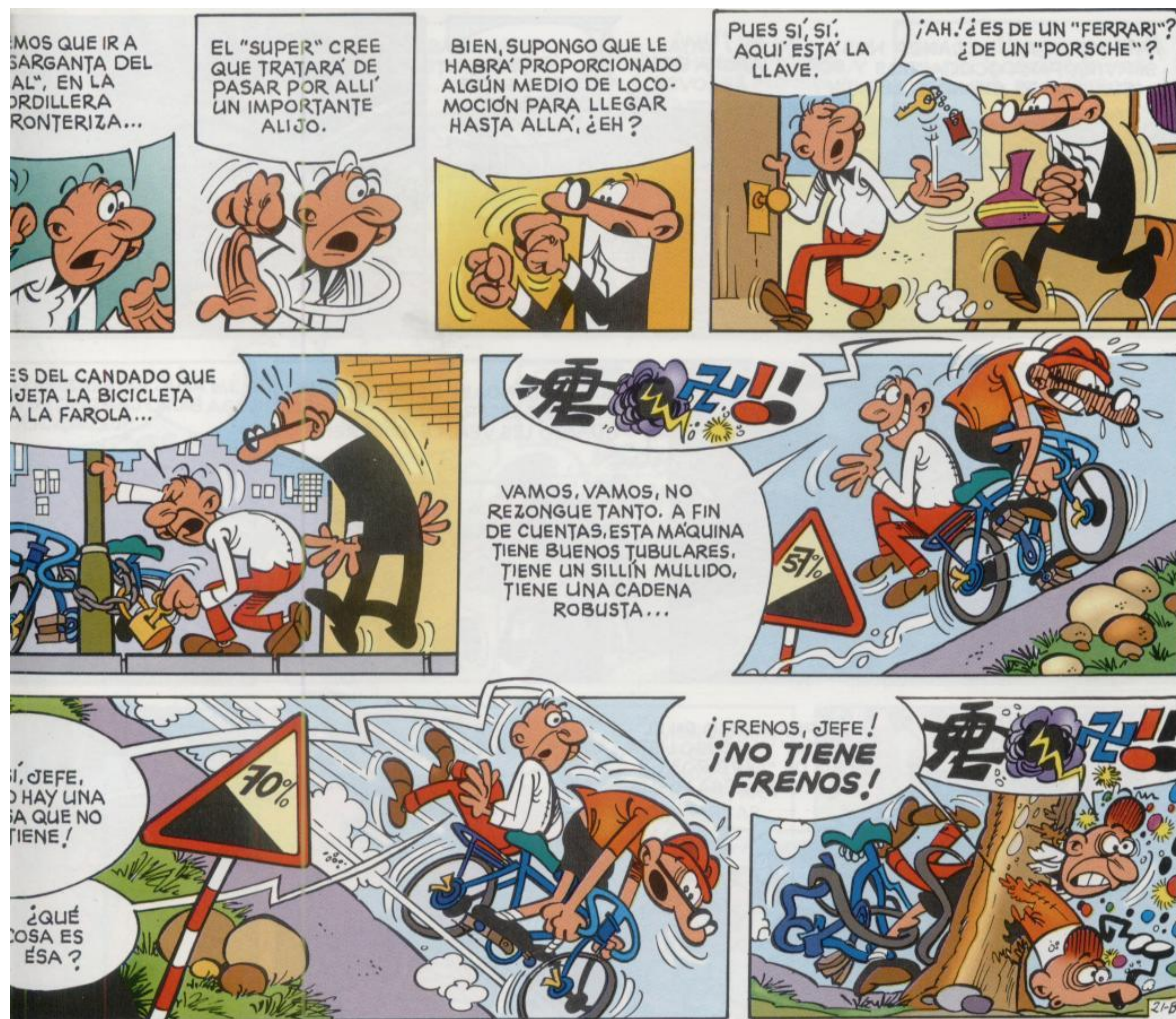
La actividad puede tener un texto introductorio no muy largo; luego vendría la tira; y, por último, una serie de preguntas –entre 7 y 10- sobre el texto y sobre el comic. Dos de las preguntas, como mínimo, deben ser “inferencias cercanas al texto” o “a la imagen” y otra de “localización de errores”.

Debes indicar las subcompetencias específicas de cada una de las preguntas que formules

Tira UNO



Tira DOS



Con carácter orientativo, te sugiero un Cuadro como el que sigue:

Texto introductorio	
Se incluiría la tira UNO ó DOS	
Preguntas a plantear al alumnado	Subcompetencia específica
1.	
2.	
3.	
...	...

### **Actividad de evaluación de subcompetencias utilizando una prueba experiencial (I)**

2. Diseña una prueba experiencial para conocer las ideas de un alumno de 2º ciclo de Educación Primaria sobre UNO de los temas siguientes:

Tema 1: La polea

Tema 2: La rampa

Explica en qué consiste la experiencia, el protocolo de aplicación del profesor y las preguntas que plantearía; indica las subcompetencias específicas de cada una de las preguntas planteadas.

*Descripción de la experiencia (te sugiero que te ayudes de un dibujo del montaje)*

*Protocolo de aplicación*

*Preguntas a plantear al alumnado y subcompetencias correspondientes (te sugiero un similar al de la pregunta anterior)*

### **Actividad de evaluación de subcompetencias utilizando una prueba experiencial (II)**

2. Diseña una prueba experiencial para conocer las ideas de un alumno de 2º ciclo de Educación Primaria sobre UNO de los temas siguientes:

Tema 1: La polea móvil

Tema 2: La palanca de 1er. género

Explica en qué consiste la experiencia, el protocolo de aplicación del profesor y las preguntas que plantearía; indica las subcompetencias específicas de cada una de las preguntas planteadas.

*Descripción de la experiencia (te sugiero que te ayudes de un dibujo del montaje)*

*Protocolo de aplicación*

*Preguntas a plantear al alumnado y subcompetencias correspondientes (te sugiero un similar al de la pregunta anterior)*



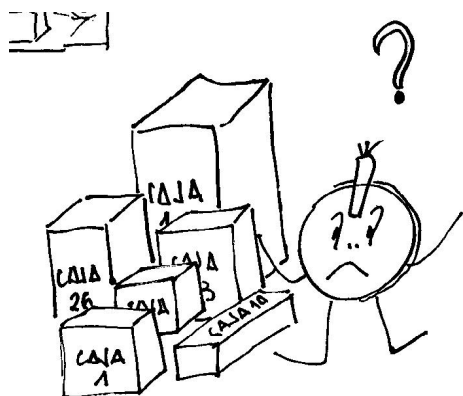
**ANEXO 6**  
**Ejemplos de guión de laboratorio**





## LA POLEA

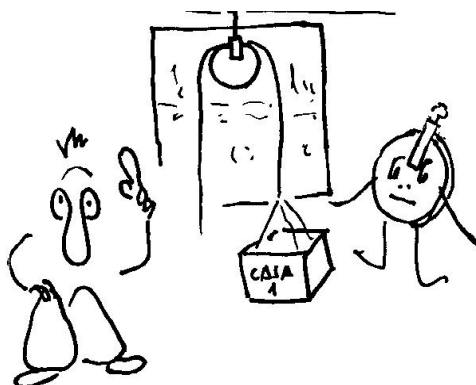
Poleín parecía estar inquieto. Mañana se mudaría de casa y empezaría una nueva vida en otro barrio. Una casa nuevo, un cuarto más grande, una nueva escuela, nuevos amigos...



Había estado toda la tarde llenando las cajas de cartón y haciendo la lista de los objetos que contenía cada una. Los libros y los cuentos en la caja 1. Los muñecos y los monstruos en la 2. El balón de fútbol, las camisetas de deporte, el patín... La "play" y sus juegos... En total, 30 cajas y algunas muy pesadas. ¿Cómo las bajarían desde el tercer piso en el que vivían? Era la

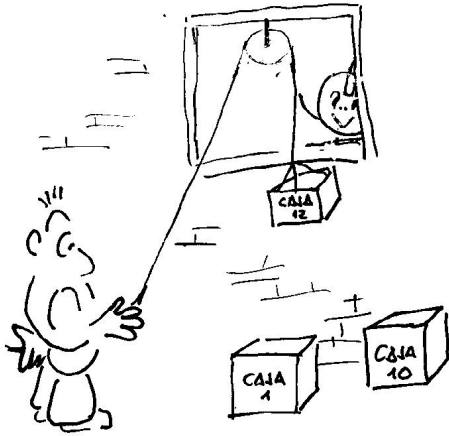
hora de acostarse. Mañana será otro día.

Por la mañana fue despertado por el ruido de un montón de operarios que desmontaban los muebles, descolgaban las lámparas y los cuadros, agrupaban las sillas del comedor...Un hombre muy agradable se me acercó y pareció leer mis pensamientos: "Me llamo Pedro. No te preocupes. Verás qué fácil es bajar tus cajas". No lo conocía de nada pero lo dijo de tal manera que Poleín se tranquilizó mucho.



Pedro sacó una especie de rueda que podía girar y que tenía un gancho para colgarla. La colgó en la parte superior de la ventana. Pasó una cuerda por la garganta de la polea y se dispuso a trabajar. Mientras decía: "Se llama polea. Sirve para que sea más fácil bajar las cajas". Poleín no se perdía ningún detalle.

"¿Quieres ayudarme?" Poleín se dispuso a escuchar a aquel operario que tanto sabía. "Cuando te lo diga, enganchas una caja en este cabo de la cuerda. Yo te ayudaré desde abajo"



Pedro desapareció de la habitación y apareció en la calle. Tomó el otro cabo de la cuerda y me dijo: "Ahora". Poleín enganchó la caja 1, tal como le había dicho el operario. Inmediatamente empezó a bajar a la calle, mientras Pedro sostenía la cuerda.

"La siguiente"... "La siguiente"... En poco más de diez minutos las treinta cajas estaban abajo. Y todo con una POLEA.

¿QUIERES SABER MÁS COSAS SOBRE LA POLEA?

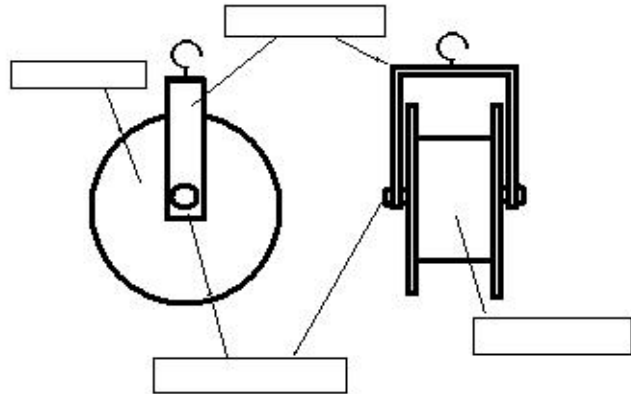
## ¡VAMOS A INVESTIGAR!

### 1) *Qué es una polea*

Como has visto en el cuento, una polea es una máquina que permite ahorrar esfuerzos.

Está formada por una rueda que puede girar en torno a un pequeño eje que pasa por el centro de la rueda.

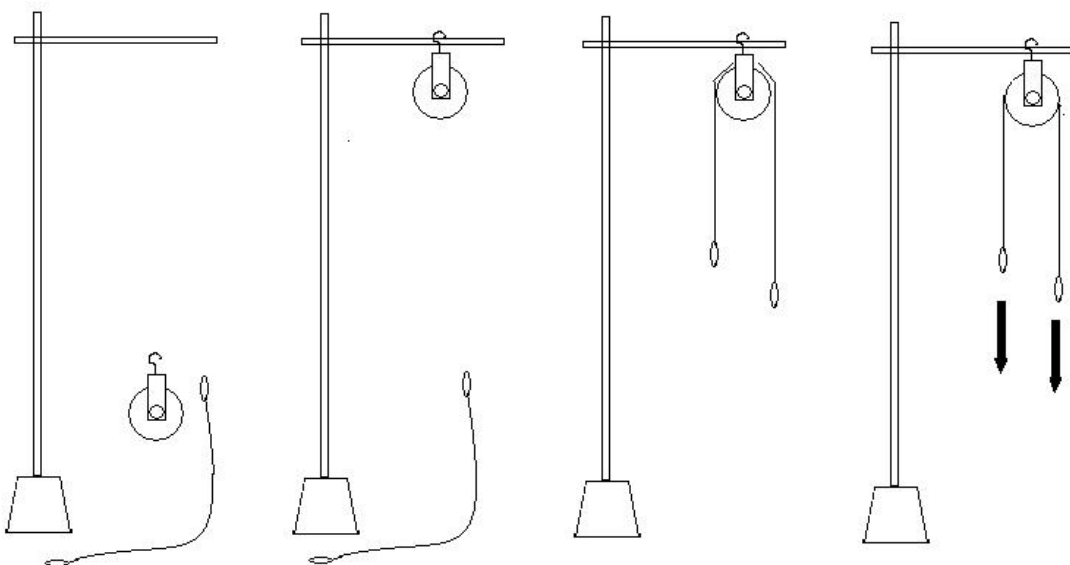
La rueda tiene un canalillo por la que se hace pasar una cuerda o un hilo. Mira la que tienes delante e indica sus partes.



### 2) *Montaje de una polea.* (Si no lo tienes claro, mira los dibujos)

Ya sabemos lo que es una polea. Vamos a montarla. Para ello, debes:

- colgar la polea del soporte
- pasar la cuerda con los ganchos por la garganta
- tirar los dos extremos de la cuerda para ponerla a punto



Una vez que hayas montado la polea vamos a reflexionar sobre lo que has hecho.

- ¿Dónde están el eje, el punto de apoyo y la hendidura de la polea? Señálalos en un dibujo.

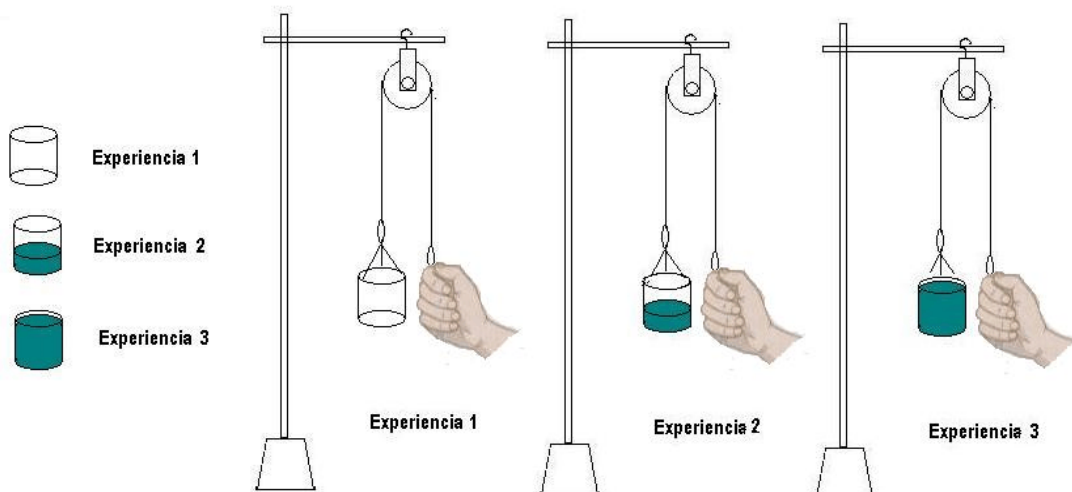
- ¿Por qué tiene un canalillo la polea?

3) Ya que sabemos montarla, vamos a investigar con ella.

**Experiencia 1:** Toma un objeto ligero (por ejemplo, el vaso de plástico que tienes delante). Engánchalo en uno de los extremos de la cuerda y tira del otro. Asegúrate que el hilo sigue dentro de la garganta.

**Experiencia 2:** Ahora llena hasta la mitad el vaso de arena. Engánchalo en uno de los extremos de la cuerda y tira del otro. (No te olvides del hilo...)

**Experiencia 3:** Por último, llena completamente el vaso de arena. Vuelve a engancharlo en uno de los extremos de la cuerda y tira del otro (El hilo...)



### **Datos**

En la Experiencia 1, has hecho \_\_\_\_\_ esfuerzo que en la Experiencia 2.

En la Experiencia 2, has hecho \_\_\_\_\_ esfuerzo que en la Experiencia 3.

### **Resultados**

¿En cuál de las tres experiencias has debido hacer más esfuerzo?

Una vez que has experimentado con la polea vamos a reflexionar sobre lo que has hecho

- ¿Por qué has hecho más esfuerzo en la experiencia anterior?

- Ordena las experiencias en función del esfuerzo realizado

- ¿Por qué hemos cuidado que el hilo vaya siempre por la garganta de la polea?

## **¡VAMOS A VER LO QUE HEMOS APRENDIDO!**

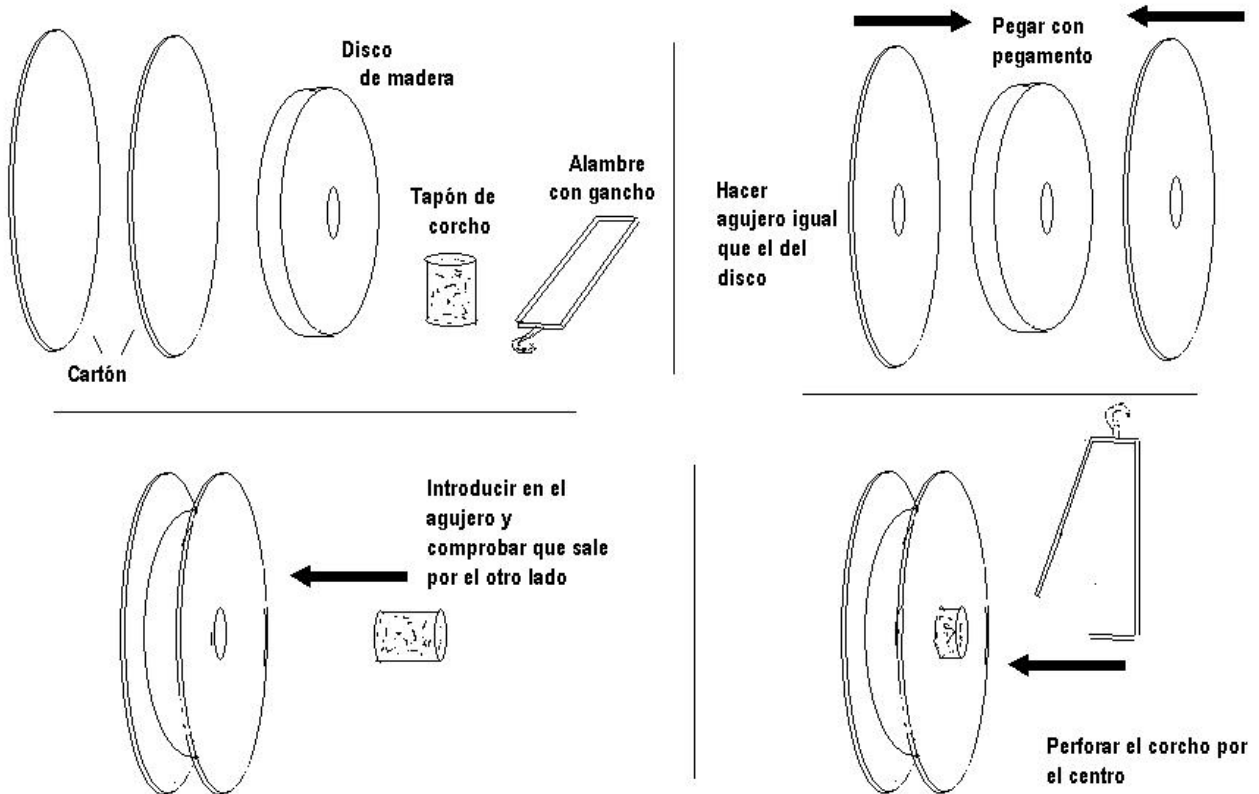
Vamos a revisar lo que hemos aprendido

- La polea es una \_\_\_\_\_
- Las partes de la polea son:
  - Cuando colgamos un objeto del extremo de la cuerda de una polea, hacemos \_\_\_\_\_ esfuerzo
  - El esfuerzo es mayor, cuanto \_\_\_\_\_ sea el peso que se cuelga.

## **¡VAMOS A APLICAR LO QUE HEMOS APRENDIDO!**

1) A menudo habrás visto sacar agua de un pozo. ¿Podrías explicar cómo se hace? (Si quieres puedes ayudarte de un dibujo para explicarlo)

2) Siguiendo las instrucciones, construye una polea. Necesitas: un disco de madera con un agujero en el centro, un cartón, un tapón de corcho que se ajuste al agujero del disco y un alambre.





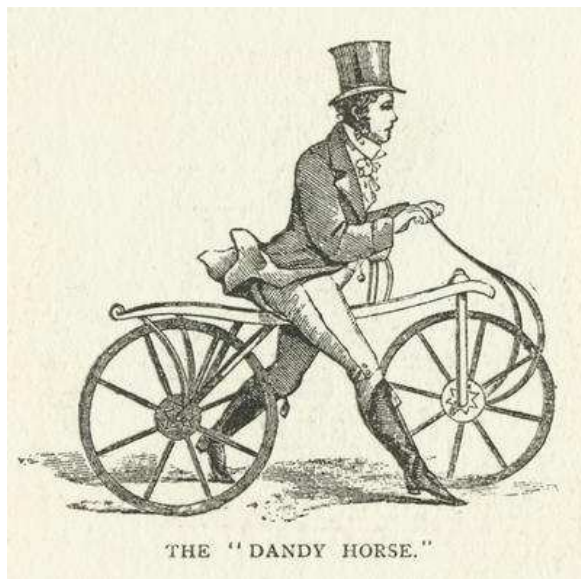


## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE LABORATORIO

Lee atentamente el texto que viene a continuación. Luego debes responder a las "preguntas para pensar un poco"

### ¡QUÉ QUEREMOS INVESTIGAR!

¿Te gusta montar en bicicleta? La bicicleta es una máquina que sirve para desplazarnos, divertirnos con nuestros amigos o hacer deporte. Además, como es un medio de transporte que no contamina, la bici puede ser una alternativa para no estropear tanto el medio ambiente.



Fuente: [bicycling.about.com](http://bicycling.about.com)

Aquella máquina se parecía poco a las que hoy usamos nosotros o los ciclistas profesionales, como nuestro campeón Miguel Indurain.

Hay que tener la bicicleta en buenas condiciones. Por eso, antes de utilizarla, debemos comprobar que las ruedas están bien hinchadas, que la cadena está engrasada o que las bombillas funcionan de forma adecuada.

En esta experiencia vamos a estudiar un circuito con una bombilla, semejante a la que tenemos en nuestra bicicleta. Queremos saber cómo funciona.

No se sabe exactamente quién la inventó. El gran genio Leonardo da Vinci dibujó algunos vehículos que se parecían.

Sin embargo, en 1791, el conde de Sirvac construyó una de madera. Tenía dos ruedas alineadas y unidas por una barra que sujetaba un sillín. No tenía pedales por lo que el ciclista la movía con sus pies.



Fuente: [bicycling.about.com](http://bicycling.about.com)

## ***Preguntas para pensar un poco***

- ¿Cuánto tiempo ha trascurrido desde la invención de la bicicleta de Sirvac?
- ¿Qué quiere decir "la bici puede ser una alternativa para no estropear tanto el medio ambiente"?
- ¿Qué ventajas tiene una bici con luz frente a otra que no la tenga?
- ¿Cuál es el objetivo de la actividad práctica que vamos a realizar?

## **¡VAMOS A INVESTIGAR!**

### ***1) Reconocemos los elementos de un circuito***

En un circuito eléctrico podemos encontrar muchos elementos. En los dibujos aparecen algunos con su nombre.

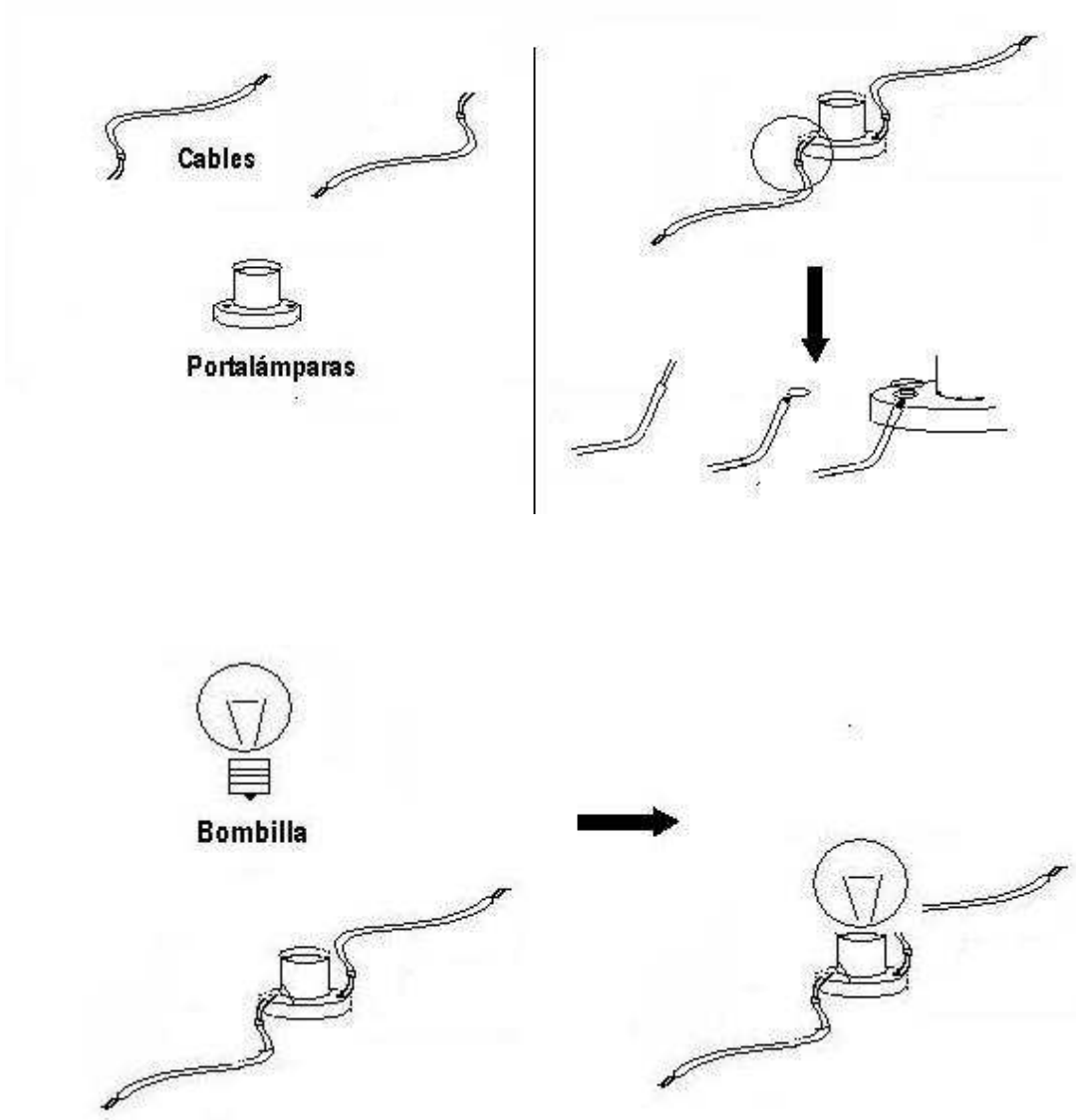


### ***2) Conectamos los elementos***

Vamos a ver cómo se conectan para que funcionen. Para ello, te indicaré qué tienes que hacer.

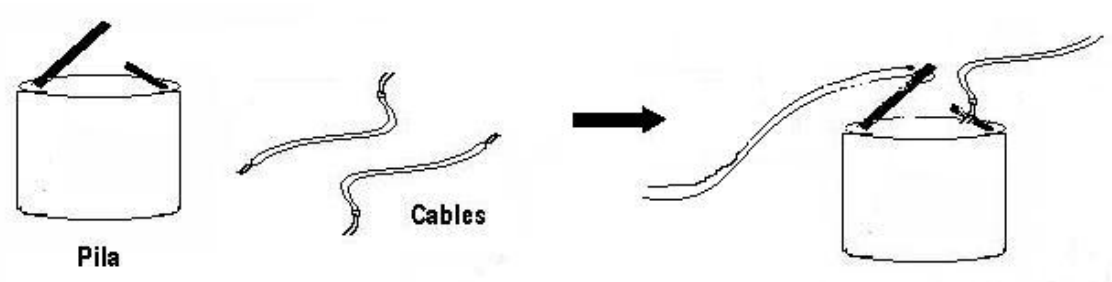
#### ***Conexión de los cables a los portalámparas***

Un portalámpara es un dispositivo donde enroscamos una bombilla. Como puedes ver, tiene dos "patas". En cada una enrolla un trozo de cable pelado por cada extremo. Sujétalo como aparece en la figura.



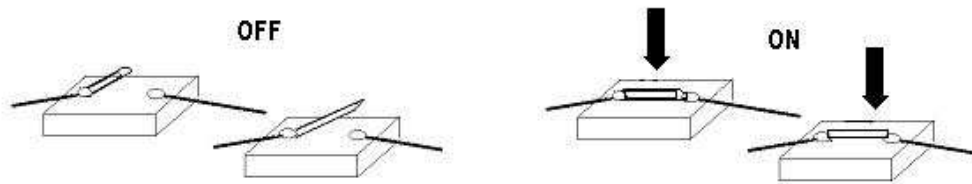
*Conexión de los cables a la pila*

Para que se pueda iluminar la bombilla, debemos conectarla a una pila. Como una pila también tiene dos "patas", debemos conectar los cables como aparecen en la figura.



### *Conexión del interruptor*

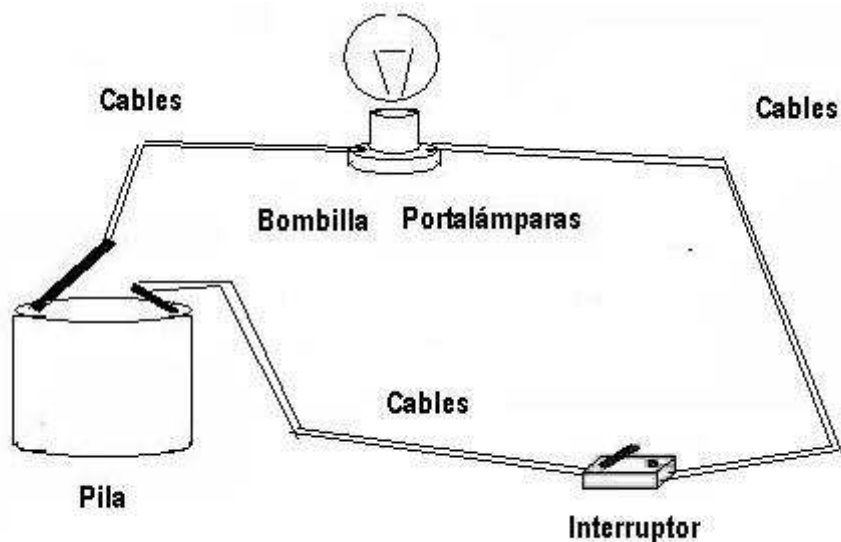
Un interruptor es un dispositivo que permite que cortemos o no el paso de corriente.



Ya no tenemos más elementos, de momento. Conéctalos todos como aparece en el dibujo. Enséñaselo a tu maestra antes de continuar.

### *3) Hacemos un circuito*

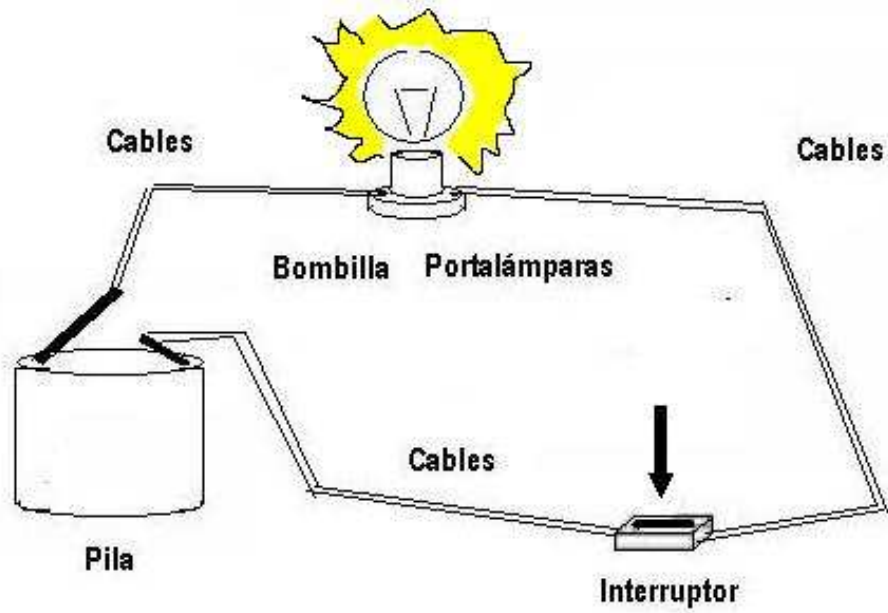
Puedes comprobar que, si accionamos el interruptor, se enciende la bombilla.



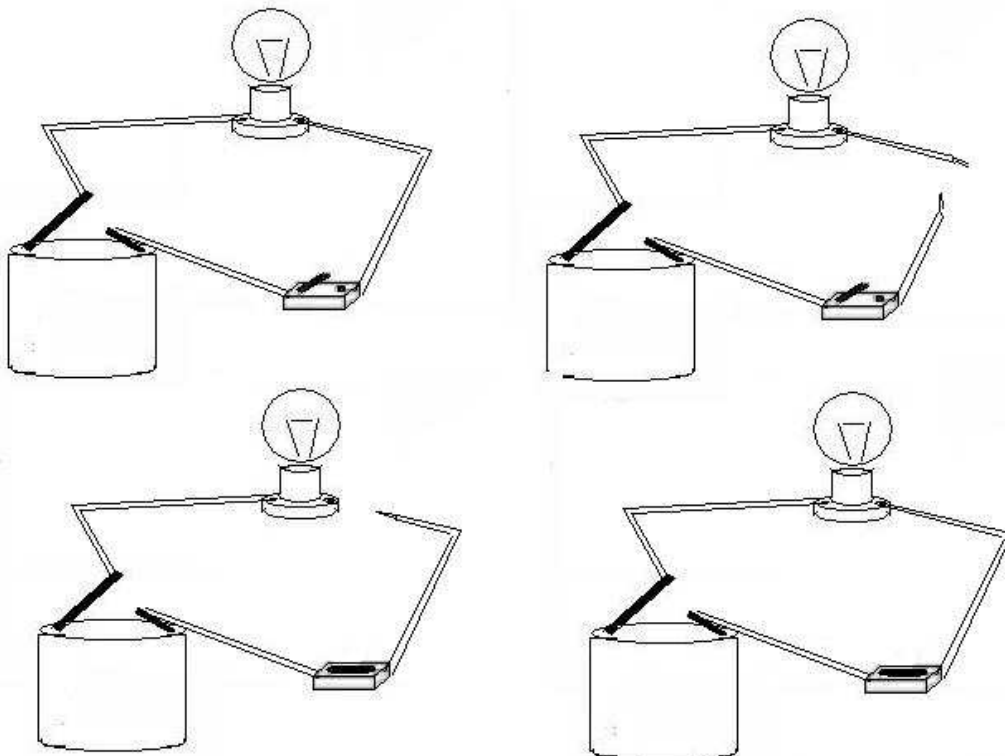
### *Circuito abierto y uno cerrado*

Un circuito está cerrado cuando todos los elementos están bien conectados y el interruptor está accionado. En caso contrario, se dice que está abierto.

Puedes comprobarlo fácilmente: acciona el interruptor, si está bien conectado, se enciende la bombilla.



A continuación aparecen unos circuitos. Trata de montarlos, tal como lo hemos hecho hasta ahora. Dí si se enciende o no la bombilla.



## ¡VAMOS A VER QUÉ HEMOS APRENDIDO!

En un circuito podemos encontrar \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Las bombillas hay que introducirlas en los \_\_\_\_\_ hasta el final

La pila es un elemento que provoca \_\_\_\_\_

Los cables permiten que \_\_\_\_\_ pase por los elementos del circuito

El interruptor es un dispositivo que permite \_\_\_\_\_ el paso de \_\_\_\_\_

Un circuito está cerrado cuando \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Un circuito está abierto cuando \_\_\_\_\_

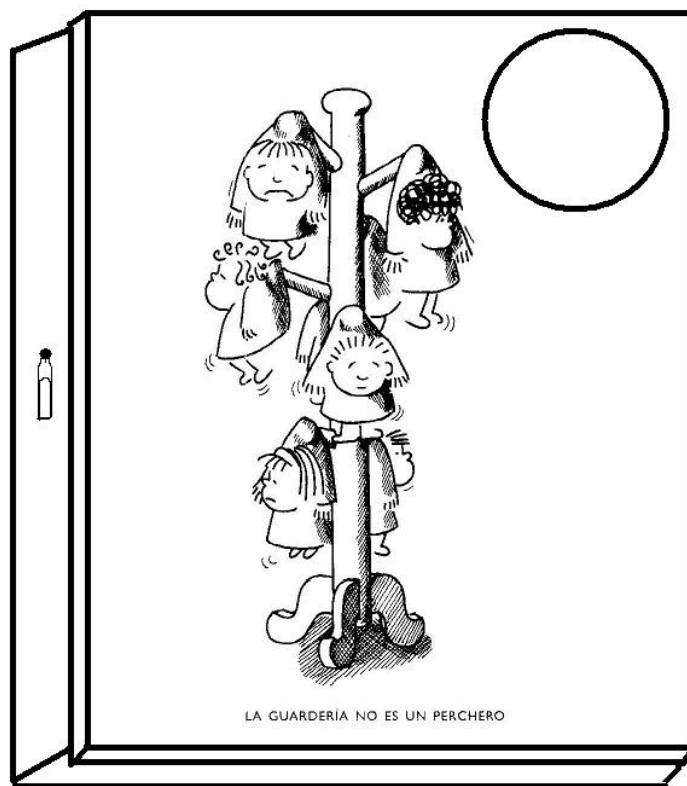
\_\_\_\_\_

## ¡VAMOS APLICAR LO QUE HEMOS APRENDIDO!

Hemos aprendido mucho de los circuitos eléctricos. Pero queremos aplicar estos conocimientos para hacer otras cosas.

### ¿Quieres construir una cajita con luces?

El dibujo representa lo que vamos a construir. Se trata de una caja de zapatos en la que hemos realizado un dibujo (por ejemplo, un perchero en el que hay colgados unos niños). Dentro de la caja tenemos un circuito con una bombilla. Cuando le damos al interruptor, se enciende la luz.



Para hacerlo necesitas el siguiente material:

Una caja de cartón  
Una pila  
Unos cables

Unas tijeras  
Una bombilla  
Un interruptor

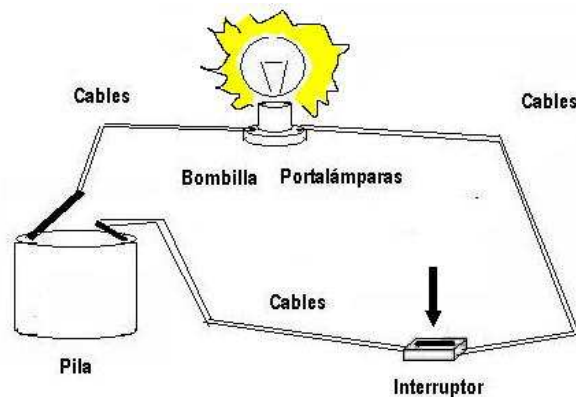
Unos lápices para dibujar  
Un portalámparas

(como interruptor puedes usar el que has construido en la experiencia anterior)

En primer lugar, realiza un bonito dibujo (un paisaje con una casa y un sol, un payaso con una nariz grande, un árbol de Navidad...). Una vez se lo enseñes a la maestra, la pegareis en la tapadera de la caja.

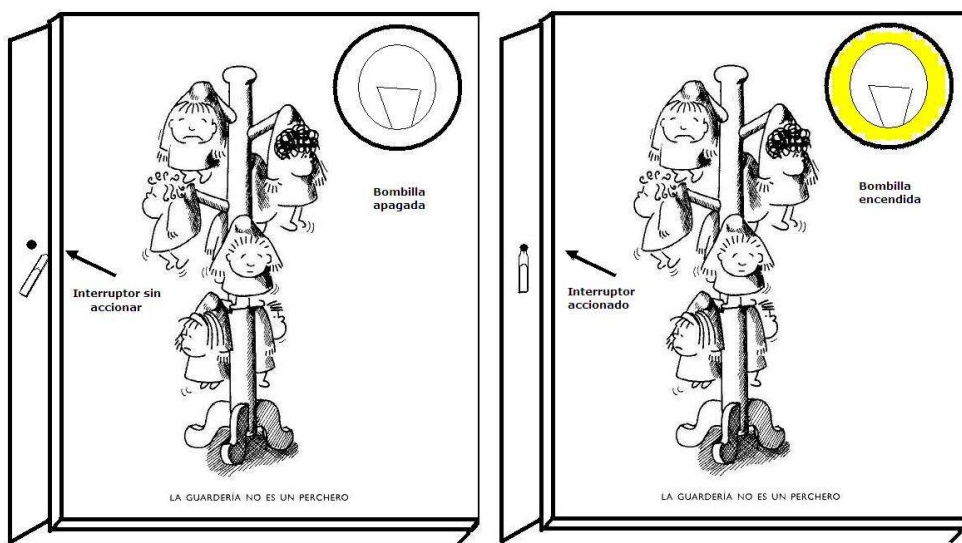
Luego, recorta el lugar donde vas a asomar la bombilla. Ten cuidado de que el agujero sea más pequeño que la bombilla.

Monta un circuito con la pila, la bombilla y su portalámparas, los cables y el interruptor, como lo has hecho en tu práctica. Por si no te acuerdas, te he realizado un dibujo. Antes de seguir prueba que funciona.



Monta el interruptor por fuera de la caja, en su lateral, tal como aparece en el primer dibujo (debes hacer dos pequeños agujeritos para pasar los cables). Luego ajusta la bombilla al agujero de la tapadera de la caja.

Una vez que pruebes de nuevo que todo funciona, puedes pegar la pila a la caja para que no se mueva y se suelten los cables.

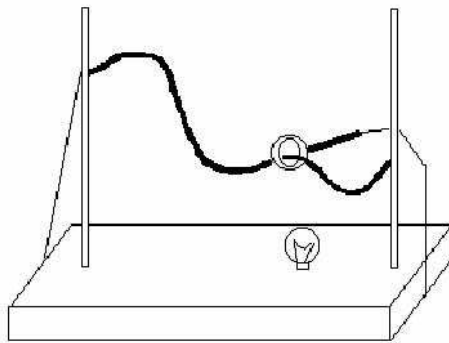




## ¿Te apetece construir un comprobador de pulso?

Un comprobador de pulso es un "artilugio" que sirve para observar tu habilidad o la de tus amigos para pasar el agujero de un cáncamo por un alambre sin tocarlo.

Se basa en la idea de circuito abierto y cerrado. Es un circuito simple (una bombilla, un conductor, una pila y un interruptor) como podemos ver en la figura. Mientras el cáncamo no toque el conductor, el circuito está abierto y obviamente la bombilla no se enciende. Ahora bien, cuando tocamos con la superficie del cáncamo el alambre, el circuito se cierra y la luz se enciende.



El cáncamo puede hacerse de diferentes tamaños dependiendo de las "ganas" que tengamos de que se encienda el testigo.

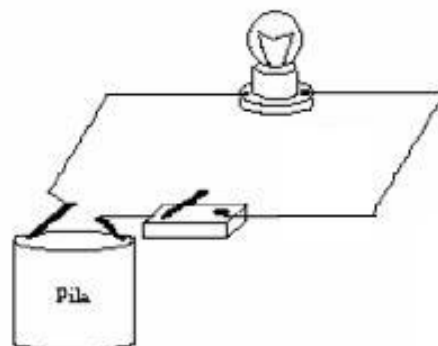
### *¡VAMOS A CONTRUIR!*

(Se les facilitarían las instrucciones mediante fotos extraídas de la Colección Recreativa (vol.15): La corriente eléctrica. Madrid: Planeta Agostini.)

### *Preguntas para pensar un poco*

Una vez que hayas hecho tu comprobador de pulso, explica a tus compañeros cómo lo has hecho. Luego responde:

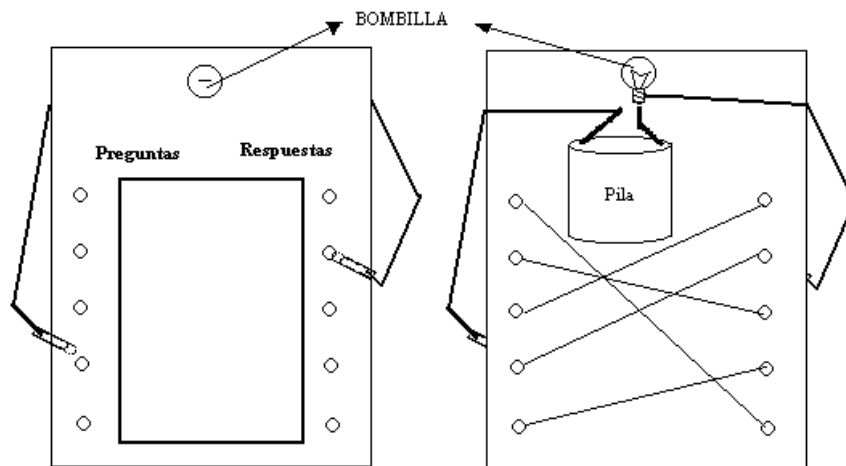
- ¿Puedes explicar cuándo y por qué se enciende la bombilla?
- ¿Por qué utilizamos un alambre y no un trozo de plástico?
- ¿En qué se parece este circuito al de la figura?



## ¿Quieres construir el juego de las preguntas y respuestas?

El juego consta de un conjunto de preguntas y de respuestas. Mediante dos punteros tratamos de asociar cada pregunta con su respuesta correcta. Cuando acertamos, se enciende la luz de una bombilla.

El soporte donde se realizan los circuitos puede ser de cartón (una caja de zapatos) o de madera (un estuche de vinos). En la figura hemos recogido cómo sería la apariencia del juego por delante y por detrás



No es más que un conjunto de circuitos simples que comparten una pila y una bombilla. Al elegir los pares correctos de preguntas-respuestas, realmente lo que hacemos es poner un cable entre los punteros, se cierra el circuito y la bombilla se enciende. Cuando no se responde bien, el circuito se queda abierto.

Si damos una vuelta al tablero, podemos observar cómo están conectados los cables. En nuestro caso, los pares asociados son:

Pregunta 1 ---> Respuesta 5    Pregunta 2 ---> Respuesta 3    Pregunta 3 ---> Respuesta 1  
Pregunta 4 → Respuesta 2    Pregunta 5 → Respuesta 4

Lógicamente, si no cambiamos las conexiones esta clave debe valernos para plantillas como la que proponemos.

*¡VAMOS A CONSTRUIR!*

(Se les facilitarían las instrucciones mediante fotos extraídas de la Colección Recreativa (vol.15): La corriente eléctrica. Madrid: Planeta Agostini.)

*Preguntas para pensar un poco*

Una vez que hayas hecho tu juego de preguntas y respuestas, explica a tus compañeros cómo lo has hecho. Luego responde:

- ¿Puedes explicar cuándo y por qué se enciende la bombilla?
- ¿Por qué utilizamos un cable para unir las preguntas y su respuesta correcta?
- ¿En qué se parece este circuito al de la figura?

