

# APRENDER COMPETENCIAS EN UNA PROPUESTA PARA LA ENSEÑANZA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN EDUCACIÓN PRIMARIA

DE PRO BUENO, ANTONIO<sup>1</sup> y RODRÍGUEZ MORENO, JAVIER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia

<sup>2</sup> CEIP Manuel Andújar, La Carolina (Jaén)

nono@um.es

**Resumen.** La aparición de las competencias exige dos cosas: encajarlas en el cuerpo de conocimiento existente de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y clarificar su significado. El objetivo central del trabajo es el diseño de una unidad didáctica sobre el Estudio de los Circuitos Eléctricos en la Educación Primaria, su puesta en práctica, y la valoración de algunos de los efectos producidos en el aprendizaje del alumnado. Tras revisar algunas propuestas y aportaciones en la relación con esta temática, decidimos adaptar la planteada por Pro (2008) para esta etapa educativa. Una vez elaborados los materiales, estudiamos cómo evolucionaron las subcompetencias en tres actividades prácticas: realización de montajes, descripción de observaciones, realización de predicciones, interpretación de observaciones y predicciones, y uso de modelo de corriente eléctrica.

**Palabras clave.** Competencias, educación primaria, circuitos eléctricos, conocimiento e interacción con el mundo físico, aprendizaje del alumnado.

## Learn key competences in a proposal for the teaching of electrical circuits in primary education

**Summary.** The appearance of the competencies demands two things: to fit them into the body of existing knowledge of the Science Education and to clarify his meaning. The main aim of the didactic unit project done about the Electrical Circuits Study at Primary School, its functioning, and the valuation of some of the effects produced on the student body learning. After having checked some proposals and contributions in relation to this subject, we decided to adapt the raised one by Pro (2008) for this educational stage. Once the materials have been done we tried to study how they evolved the subcompetencies in three experimental activities: realization of assemblies, description of observations, elaboration of predictions, interpretation of observations and predictions, and model use of electrical current.

**Keywords.** Competencies, primary school, electrical circuits, knowledge and interaction with the physical world, student learning.

## 1. ORIGEN DE LA INVESTIGACIÓN

Las «señas de identidad» del nuevo currículum planteado en la LOE parecen ser las competencias. Desde luego, creemos que la primera tarea a realizar debería ser encajar este tópico en el cuerpo de conocimientos existentes en la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) ya que la «ola competencial» no puede hacer «tabla rasa» de todo lo que se ha realizado «sin ellas». Es cierto que, en principio, parece que aportan ideas –sean viejas o nuevas– que compartimos:

- no se deben confundir las competencias básicas para la ciudadanía con las competencias profesionales de la formación profesional o universitaria;
- 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; no se han «inventado primero los conceptos y los métodos» y luego se les «ha buscado utilidad»... La «ciencia escolar» hay que construirla a partir de necesidades contextualizadas;

– 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;

– la finalidad de la educación no se limita sólo a saber sino que incluye también el saber hacer, el saber ser y estar, el saber ser y estar con otros...

Pero, aun así, creemos que el significado de la enseñanza basada en competencias está por construir... y eso llevará tiempo.

Con independencia de lo que finalmente resulte, en otros trabajos (Pro, 2007; Pro y Miralles, 2009), hemos analizado el currículo del Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria (EP) (MEC, 2006). Al respecto quisiéramos señalar:

– Compartimos con otros autores (Cañas, Niedo y Martín, 2007) que hay diferencias importantes entre lo que plantea la LOE y la «visión PISA» de la competencia científica.

– No sabemos si los conocimientos incluidos en los bloques de contenido del currículo oficial serán o no coherentes con las competencias (creemos que no) pero la inclusión de algunos no resulta coherente con los resultados de la investigación en DCE.

– Si el anexo 1 del RD pretendía orientar la labor de los maestros, creemos que va a estar lejos de hacerlo. ¿Por qué no se ha indicado qué competencias y subcompetencias deben adquirirse durante la EP, en lugar de señalar las que debe alcanzar el alumnado cuatro años después de acabar esta etapa? ¿O es que no se tenía claro hasta dónde llegar en estos niveles educativos?

Sabemos que la publicación de cualquier reforma en el BOE no implica ni su difusión, ni su comprensión, ni su puesta en práctica. Ya ocurrió con la implantación de la LOGSE como han mostrado muchos trabajos (Coll y Porlán, 1998; Martínez y García, 2003; Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008... entre otros). Creemos que se debería apoyar institucionalmente la difusión de propuestas y materiales que «hagan visible» lo que se pretende «con las competencias y con lo demás» o, por lo menos, que aclare qué debe cambiarse y qué debe mantenerse de lo que se hacía.

Por otro lado, con y sin competencias, pensamos que es preciso cambiar cosas en la enseñanza de las ciencias en la EP: no se pueden enseñar los mismos contenidos de hace décadas; es necesario traer al aula la «ciencia» de la TV, de la publicidad, de los cómics...; no se puede «pasar de puntillas» sobre temáticas como la salud, el consumo, el desarrollo sostenible...; urge entusiasmar y asombrar a los chavales con lo que deben aprender; el alumnado debe notar que está en una clase de ciencias porque hace cosas diferentes a las que realiza en otras materias... En definitiva, nuestro reto está en que sigan hablando de ciencias una vez que terminen su clase de Ciencias.

Pero, desde la investigación, además, tendríamos que estudiar los efectos de las propuestas con este nuevo enfoque. En este trabajo, tratamos de aportar información sobre la puesta en práctica de una unidad didáctica que habíamos diseñado con estos planteamientos (Pro, 2008). 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, nuestro interrogante central se puede formular de la siguiente manera:

*¿Qué efectos produce la propuesta «Jugando con los circuitos y la corriente eléctrica», diseñada para el 3º ciclo de Primaria, en la adquisición de algunas competencias por el alumnado?*

## 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La aparición de las competencias no puede ni debe ignorar el cuerpo de conocimientos existente en la DCE. Por ello, en nuestra investigación, nos hemos ocupado prioritariamente de tres ámbitos.

### A) En relación con el aprendizaje

Durante mucho tiempo se han tratado de identificar los conocimientos, creencias y dificultades que tiene el alumnado en el estudio de la electricidad. En este sentido, a pesar del tiempo transcurrido, hay aportaciones que mantienen su vigencia (Shipstone, 1990; Tasker y Osborne, 1991; Shepardon y Moje, 1994...). A éstas les podríamos añadir otras realizadas en nuestro contexto educativo que, sin duda, son una fotografía más exacta de la realidad que tenemos (García-Estañ et al., 1988; Jiménez y Marín, 1996; AA.VV., 1999; Pontes y Pro, 2001...). Hay, incluso, contribuciones que han sintetizado los hallazgos realizados, como la de Pozo y Gómez (1998; p. 242) o la de Domínguez e Illobre (2002; p.159-163). Nosotros ya comentamos (Pro, 2008) que los datos aportados en la investigación permiten esbozar un perfil aproximado de lo que piensa y cree el alumnado de estas edades:

– No suelen tener problemas para identificar las máquinas y aparatos eléctricos de su entorno.

– A los 10 años (y probablemente antes) conectan sin dificultad los elementos de un circuito.

– Consideran los elementos de los circuitos (pilas, bombillas, resistencias...) como «cajas negras», no exentas de componentes mágicos y animistas.

– Algunos tienen sensaciones «extrañas» (sienten calambres al tocar una pila de 1,5 voltios, describen observaciones que no se ajustan a lo que ven pero sí a lo que esperan ver...).

– Tienen problemas con las representaciones simbólicas de los circuitos.

– Utilizan indistintamente términos como electricidad, voltaje, tensión, potencia...

– Explican la iluminación de las bombillas por «algo que le llega», un fluido que sale de la pila y que, al ir atravesando los elementos, los pone en funcionamiento.

– Como causa o consecuencia de lo anterior, utilizan modelos alternativos de corriente eléctrica: unipolar, concurrente, interruptor-fuente y atenuación.

– Son capaces de razonar sobre el comportamiento de bombillas en circuitos sencillos sin usar el concepto de corriente eléctrica; sólo considerando el tipo de conexiones realizadas.

– Los conceptos de intensidad y ddp les resultan complejos. También tienen dificultades en el manejo del voltímetro y el amperímetro, y al trabajar con los datos que provienen de ellos.

Quisiéramos resaltar que el alumnado no sólo tiene limitaciones; también posee conocimientos y experiencias aprovechables para construir nuevos aprendizajes. El gran obstáculo es, sin duda, las concepciones que tienen o no tienen sobre la corriente eléctrica. Ahora bien, parece demostrado –entre otros por Shepardon y Moje (1994)– que pueden realizar montajes, describir observaciones, interpretar sucesos, predecir lo que puede ocurrir... a partir sólo de las conexiones de los elementos, creemos que se puede avanzar mucho en el aprendizaje de esta temática sin introducir el «concepto conflictivo».

No obstante, esta consideración no excluye que no se pueda introducir. Es cierto que, en estos niveles educativos, el uso de modelos –y la corriente lo es– es poco habitual (Schwarz et al., 2009). Pero pensamos que es posible iniciar al alumnado en el uso de algunos utilizando analogías; de hecho, en otro contexto (ciertamente diferente al nuestro), Chiu y Lin (2005) han valorado, incluso, cuáles eran las más adecuadas en el estudio de la corriente eléctrica para niños de estas edades...

Por supuesto que no valen todas las analogías. En nuestra experiencia profesional hemos comprobado que el «modelo hidrodinámico» o el del «coche que sale de una casa y va al supermercado a gastar» –ambos recogidos por Cosgrove y Osborne (1991)– refuerzan «colateralmente» el modelo de atenuación, tan arraigado en el razonamiento de los niños y en el de los que no son tan niños. Pero hay otros –como el «string circuit», estudiado, entre otros, por Asoko (1996)– que nos han ayudado en nuestra práctica docente.

## B) En relación con propuestas de enseñanza

Las propuestas de enseñanza deben condicionarse al contexto al que van dirigidas. Aunque cualquier aportación puede dar ideas, hay variables (como el currículum oficial, la formación del profesorado, la cultura escolar... y, sobre todo, las características del alumnado) que complican la transferencia intercontextual. Por ello, nos hemos centrado en aquellas realizadas en nuestro ámbito.

El estudio de los circuitos eléctricos no es nuevo; de hecho, suele aparecer en los libros de texto de esta etapa educativa. Sin embargo, creemos que su presencia no es adecuada: se priorizan los contenidos declarativos frente a los fenomenológicos, se plantean pocas actividades prácticas y se conecta poco con las «cosas» que pueden interesar a los niños. Desde nuestra perspectiva, pensamos que el tratamiento de este tema es manifiestamente mejorable.

Esta apreciación no sólo es nuestra, ya que otros autores también han planteado alternativas a lo que se hace. Así, se han difundido la del Proyecto ACES (1997), las de AA.VV. (1999), la de Varela y otros (2000), la del Museo de la Ciencia de la Caixa (2002), la de Pro (2003)... Es cierto que la mayor parte de estas aportaciones se han realizado para la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) pero pensamos que hay ideas aprovechables para el 3<sup>er</sup> ciclo de EP: enfoque de las propuestas, ejemplos de actividades, recursos utilizados, consideración de las ideas previas, etc.

Por otro lado, Internet «nos está trayendo» continuamente nuevas propuestas que, según sus autores, están diseñadas para esta etapa educativa. Así, como «aportación institucional», podríamos citar el Proyecto Arquímedes –tiene dos unidades didácticas relacionadas con el tema: Circuitos eléctricos y Electricidad doméstica– recogido por el Instituto de Tecnología Educativa del MEC (2005). Hay otras en las webs de las editoriales; por ejemplo, la de Blanco (2010) tiene seis unidades para el estudio de las «Máquinas y energía» en 3<sup>er</sup> ciclo. Algunas han sido elaboradas por instituciones de educación no formal, como «Pequemuseo» del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (2007). Incluso, hay proyectos educativos realizados por empresas ajenas a la educación, como el de UNESA (2001).

En general, incorporan las ventajas propias de estos recursos: mayor atractivo visual (ilustraciones, animaciones, formato...) del contenido, posibilidad de navegar en el texto, inclusión de simulaciones o programas interactivos, mayor proximidad quizás a la forma de procesar la información del alumnado (aunque esto habría que probarlo)... Ahora bien, pensamos que deberían cuidar más el lenguaje textual, ya que contienen muchos errores conceptuales o favorecen su aparición: usan el término carga eléctrica en lugar de partículas cargadas; utilizan la idea de corriente como fluido que sale de las pilas; emplean indistintamente términos que no significan lo mismo (electricidad, luz, voltaje, tensión...).

Por último, quisiéramos resaltar que, en nuestro contexto educativo, se publican pocos trabajos sobre los efectos

de las propuestas de enseñanza de las ciencias en Educación Primaria; por ejemplo, en esta revista, desde el año 2000, sólo hay dos. Este hecho no resulta anecdótico puesto que, en un trabajo reciente (Pro, 2009), al analizar las aportaciones de los investigadores españoles en el último congreso organizado por la revista *Enseñanza de las Ciencias*, pudimos apreciar que sólo 5 de los 150 trabajos analizados valoraban propuestas para esta etapa educativa. Este déficit resulta inexplicable si consideramos que los departamentos universitarios de DCE se ocupan de la formación de los maestros desde hace más de treinta años (¿no deberíamos conocer más esta etapa para formar a los profesionales que deben intervenir en ella? ¿no tendría que ser una de las líneas prioritarias en nuestras investigaciones y en nuestros congresos?)

**C) En relación con la adquisición de competencias**

Con la «llegada» de las competencias han aparecido trabajos para clarificar su significado y, sobre todo, concretar en qué subcompetencias se traduce la adquisición de cada una de ellas. Cañas, Nieda y Martín (2007) han comparado la competencia científica de PISA y la del conocimiento e interacción en el mundo físico de la LOE, con lo que han aportado dos listas de subcompetencias, una para cada caso. Alba, Elola y Luffiego (2008) han partido de los objetivos curriculares de la LOE y, en base a ellos, han identificado las subcompetencias que están implícitas en cada uno de ellos. Nosotros, a partir del

anexo 1 del RD, hemos identificado las subcompetencias que contempla el currículum para toda la educación obligatoria (no sólo para la EP) (Pro y Miralles, 2009). Creemos que, de momento, la concreción de competencias para EP está, por lo menos, por clarificar.

Mientras llega o no esta clarificación, lo único que tenemos es el apartado «Contribuciones del área al desarrollo de las competencias básicas» del anexo 2 del RD (éste sí es específico de la EP). En el cuadro 1 se recogen las subcompetencias del Conocimiento del Medio a las que podríamos contribuir desde el ámbito del conocimiento científico. En definitiva, no se debe olvidar que, según el currículum oficial, nuestras materias no sólo deben atender el conocimiento e interacción con el mundo físico.

En nuestro contexto educativo, las contribuciones más próximas a la adquisición de la competencia en el conocimiento e interacción en el mundo físico las encontramos en trabajos sobre argumentación. Aunque Jiménez (2010) sitúa este tópico en un plano diferente –no sólo incluye subcompetencias de la cultura científica sino también otras de aprender a aprender, de la competencia comunicativa...– pensamos que se podría aprovechar mucho de lo aportado para la «versión LOE» de la competencia científica. De hecho, aunque la mayoría de las aportaciones se han realizado en la ESO o en bachillerato, también las hay –y muy interesantes– para EP (López y Jiménez, 2007; Mayerhofer y Márquez, 2010), aunque ninguna de las revisadas se refiere al ámbito de la electricidad.

Cuadro 1

SUBCOMPETENCIAS A LAS QUE PUEDE CONTRIBUIR LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EP
– Apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico.
– Acercarse a determinados rasgos del conocimiento científico: saber definir problemas, estimar soluciones posibles, elaborar estrategias, diseñar pequeñas investigaciones, analizar resultados y comunicarlos.
– Desarrollar actitudes de diálogo... para facilitar la buena comunicación y el buen estar del grupo. Asumir responsabilidades en el grupo...
– Asentar las bases de una futura ciudadanía mundial, solidaria, curiosa e informada, participativa y democrata.
– Comprender la información que se presenta en diferentes códigos, formatos y lenguajes (leer un mapa, interpretar un gráfico, observar un fenómeno...).
– Buscar de forma guiada información en Internet.
– Aumentar el vocabulario específico.
– Valorar la claridad en la exposición, rigor en el empleo de los términos, la estructuración del discurso, la síntesis, etc. en los intercambios comunicativos.
– Trabajar textos informativos, explicativos y argumentativos.
– Favorecer el desarrollo de técnicas para aprender, para organizar, memorizar y recuperar la información, tales como resúmenes, esquemas o mapas mentales.
– Reflexionar sobre qué se ha aprendido, cómo y el esfuerzo por contarlo, oralmente y por escrito.
– Reconocer y valorar las manifestaciones que forman parte del patrimonio... natural.
– Tomar decisiones, desde el conocimiento de uno mismo, en el ámbito escolar y de ocio.
– Utilizar herramientas matemáticas en contextos significativos de uso, tales como medidas, escalas, tablas o representaciones gráficas.

Llama la atención que el currículum no mencione la argumentación –se puede comprobar en el cuadro 1– entre las contribuciones del área del Conocimiento del Medio (aunque lo haga en el anexo 1 para toda la educación obligatoria). No sabemos las causas ni trataremos de imaginarlas pero parece evidente que el legislador ha priorizado otras. Nosotros, en este trabajo, nos hemos ocupado de algunas, no por su «prioridad curricular» sino porque han sido menos atendidas en la investigación.

### 3. DISEÑO DEL TRABAJO

Hasta ahora, para estudiar la incidencia de una propuesta en el aprendizaje del alumnado, era preciso conocer qué sabían inicialmente (pretest), realizar el seguimiento de todos o de algunos de ellos e identificar qué habían aprendido al finalizar la experiencia (postest). Creemos que la adquisición de las competencias no tiene por qué modificar el diseño pero puede matizarlo.

En efecto, aprender subcompetencias parece más complejo que aprender contenidos conceptuales. Hablamos de valorar conocimientos, destrezas, habilidades, hábitos...; de estudiar la transferencia de éstos a otras situaciones; del aprendizaje propiciado y de su potencialidad para continuar su desarrollo; de variables un tanto desconocidas de las que no sabíamos mucho... Todo esto debería repercutir en los diseños de investigación pero hay que ir poco a poco. Así, de momento, tendremos que fijar nuestra atención en unas subcompetencias concretas, siendo conscientes de que dejamos otras sin estudiar y de que esto lógicamente limita los hallazgos. Pero también nos exige el uso de estudios longitudinales para conocer cómo y por qué evolucionan las variables estudiadas; de ahí la importancia que adquiere la información sobre el seguimiento de las actividades realizadas.

#### 3.1. Muestra

La investigación se realizó en un colegio público de La Carolina (Jaén), en el que uno de los autores desarrollaba su labor como maestro. Es un centro que siempre se ha preocupado por mejorar e innovar; de hecho, fruto de esta sensibilidad, ha recibido premios a nivel nacional y regional. La ratio media por clase es de 22 alumnos. Está ubicado en un contexto socioeconómico medio o medio-bajo.

La experiencia se llevó a cabo en 5.º B durante el curso 2008-09. La clase tenía 26 alumnos (14 chicos y 12 chicas). Se trata de una muestra incidental, ya que no se produjo ninguna selección previa de los componentes por parte de los investigadores; las bajas producidas en el proceso se debieron a causas ajenas a nuestra intervención. Era un grupo normal, de características similares a otros años. Los rendimientos escolares en el área del Conocimiento del Medio eran superiores al de las materias instrumentales (Lengua y Matemáticas). Tenían problemas en la comunicación escrita y algunos en la comprensión lectora. Eran habitualmente bastante

activos y habladores. Y, aunque no habíamos tenido contacto con ellos hasta dicho curso, el hecho de realizar la experiencia en el tercer trimestre nos permitió tener un conocimiento importante de la clase.

#### 3.2. La propuesta de enseñanza

Los bloques de contenidos y los criterios de evaluación (MEC, 2006) mencionan conocimientos de electricidad desde los primeros niveles de la EP, aunque la ubicación preferente sea en 3.º ciclo. Podemos decir que el currículum oficial nos «obliga» a: analizar la presencia de la electricidad en la vida cotidiana; estudiar los circuitos eléctricos con bombillas; conocer la utilidad, el fundamento y el funcionamiento de algunos elementos; realizar experiencias y pequeñas investigaciones; construir algún objeto o dispositivo; respetar las normas de seguridad en el uso de los aparatos eléctricos... Pero, si queremos conectar con el «mundo» del alumnado, debemos conocer también cómo aparecen estos conocimientos en los cómics que lee, en la televisión que ve o en los juguetes con los que juega.

Para planificar la propuesta «Jugando con los circuitos y la corriente eléctrica» realizamos siete tareas con distintas finalidades: explorar la presencia del tema en el contexto del alumnado; identificar y analizar el contenido científico del mismo; identificar los problemas que puede tener su aprendizaje; seleccionar los objetivos concretos de enseñanza que vamos a tener, siendo coherentes con las tareas anteriores; valorar la contribución de éstos a la adquisición de competencias; seleccionar y secuenciar actividades de enseñanza; y establecer las estrategias de evaluación. Gran parte de nuestras reflexiones y decisiones quedaron plasmadas en un trabajo recientemente publicado (Pro, 2008). No obstante, comentaremos brevemente algunas de sus características:

a) La UD tenía dos partes; una síntesis de la secuencia de actividades se recoge en el anexo 1. Puede apreciarse que el tema se desarrolló sin usar el concepto de corriente eléctrica, incorporado sólo al final.

b) Creemos que el alumnado no sólo debe ser el protagonista de su aprendizaje sino que debe sentir que realmente lo es. Es importante que conozca por qué va a estudiar el tema (iniciación), que identifique y verbalice sus ideas y creencias (explicitación), que aprecie las similitudes y diferencias con las de otros compañeros (intercambio), que perciba que se utilizan en la construcción del conocimiento (construcción personal), que explore la utilidad de la información que le facilite el maestro (evaluación de los conocimientos) y que se dé cuenta de que ha aprendido algo a lo largo de la unidad didáctica (revisión)...

c) Aunque para simplificar la descripción de la secuencia del anexo 1 lo hemos omitido, en el tratamiento de cualquier tópico distinguimos tres fases: contextualización (interrogantes que justifican su estudio), información (por el profesor, a través de un recurso, buscada por el alumnado...) y uso inmediato de la información (individualmente o en grupos). En el cuadro 2 aparece un ejemplo.



Cuadro 2

TÓPICO	FASES	SECUENCIA DE ACTIVIDADES
<b>Máquinas y aparatos eléctricos</b>	– Contextualización – Información	A.4. Visionado de imágenes de un vídeo y reconocimiento de las máquinas y aparatos eléctricos de una cocina y de un dormitorio; clarificación de criterios para el reconocimiento.
	– Utilización de información	A.5. En pequeño grupo, identificación de máquinas y aparatos eléctricos en el aula; puesta en común en gran grupo y clarificación de ideas confusas.
	– Contextualización – Información	A.6. A partir de señales, indicadores y etiquetas, clarificación de las normas de seguridad en el uso de máquinas y aparatos eléctricos.
	– Utilización de información	A.7. En pequeños grupos, identificación de comportamientos correctos y anómalos en relación con el uso de la corriente eléctrica; puesta en común en gran grupo y clarificación de ideas confusas.

Cuadro 3

CONTRIBUCIONES MÁS RELEVANTES DE LA PROPUESTA A LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS		ACTIVIDAD
<b>Conocimiento e interacción con mundo físico</b>	– Apropiarse de conceptos que permiten interpretar el mundo físico.	Todo
	– Acercarse a determinados rasgos del conocimiento científico: elaborar estrategias, diseñar pequeñas investigaciones, analizar resultados y comunicarlos.	A11, A12, A13, B4, B6, B9, B10
<b>Social y ciudadana</b>	– Desarrollar actitudes de diálogo... para facilitar la buena comunicación y el buen estar del grupo. Asumir responsabilidades en el grupo...	Todas las de grupo
<b>Tratamiento información</b>	– Comprender la información que se presenta en diferentes códigos, formatos y lenguajes (...observar un fenómeno...)	A4, A5, A11, B4, B6
<b>Comunicación lingüística</b>	– Aumentar el vocabulario específico.	Todo
	– Valorar la claridad en la exposición, rigor en el empleo de los términos, en los intercambios comunicativos.	Todo
	– Trabajar textos (cómic, guiones de laboratorio...)	A1, A11, A14, B4, B6, B9
<b>Aprender a aprender</b>	– Reflexionar sobre qué se ha aprendido, cómo..., oralmente y por escrito.	A2, B1, B12

d) Teniendo en cuenta las contribuciones del área a la adquisición de competencias (recogidas en el cuadro 1), en el cuadro 3, aparecen las más relevantes de las actividades de esta unidad didáctica.

Hemos excluido las contribuciones de las fases de contextualización e información porque están implícitas en las de utilización de la información. No están todas las subcompetencias del cuadro 1 (ni se deben ni se pueden abordar todas en cada unidad didáctica) y, por supuesto, no sólo se recogen las que se refieren al conocimiento e interacción con el mundo físico. No obstante, en nuestro caso, la mayor contribución se hacía al acercamiento a procesos propios del trabajo científico.

e) La propuesta se ha desarrollado a lo largo de 14 sesiones. Se confeccionaron unos cuadernillos o libretas de trabajo para guiar el desarrollo de la unidad didáctica; en ellas el alumnado tenía gran parte de la información facilitada pero también debía describir lo que hacía, res-

ponder cuestiones, anotar impresiones, etc. Es cierto que la dificultad en la comunicación escrita fue un condicionante importante, pero no debemos olvidar que forma parte de los objetivos prioritarios de la etapa educativa.

Una herramienta fundamental para los objetivos de este trabajo han sido los guiones utilizados en las actividades prácticas (Actividades A11, B4 y B6); en el anexo 2 se ha sintetizado uno de ellos. Todos compartían unos apartados:

– Apartado «¿Qué vamos a investigar?». A partir de la lectura de un texto se contextualizaba y justificaba qué se pretendía con la práctica. Obviamente se trabajaba la comprensión lectora de dicho documento, planteando cuestiones para identificar ideas en el material escrito o en las imágenes, interpretar significados (de términos y expresiones) o realizar inferencias próximas o lejanas al texto. Las lecturas se han recogido en el Proyecto Leer.es (Pérez Esteve, 2010).

– Apartado «¡Vamos a investigar!». Queríamos guiar la actividad práctica de nuestro alumnado. Por ello, dadas sus limitaciones comunicativas, hemos usado un lenguaje textual sencillo y de frases cortas. Los guiones contenían muchas ilustraciones para facilitar la comprensión de las instrucciones en la realización de los montajes (este sistema se emplea en muchas tiendas en las que el cliente debe montar sus muebles). No obstante, no sólo queríamos que construyeran cosas sin saber qué hacían, por qué lo hacían, qué datos debían buscar... Por ello, incluimos las «Preguntas para pensar». La respuesta por escrito a estas cuestiones ha contribuido, sin duda, a mejorar sus competencias comunicativas pero, para nosotros, además, ha sido una herramienta insustituible en el seguimiento de la propuesta.

– Apartado «¡Vamos a ver qué hemos aprendido!». Tras un proceso de montar, observar, anotar... el alumnado suele perderse o estar medio perdido. El objetivo era reflexionar sobre lo realizado a lo largo de toda la actividad práctica e identificar qué habían aprendido con ella.

Las restantes actividades contienen también elementos singulares, ya que utilizamos aportaciones sobre el uso de algunos recursos (cómic, producción de vídeos, construcción de juegos y juguetes...) y estrategias (trabajo colaborativo, argumentación, debate...). Por razones de espacio, los dejaremos para otras publicaciones pero adelantamos que hemos encontrado resultados que no habíamos previsto inicialmente.

### 3.3. Instrumentos de recogida de información

Como hemos señalado, este trabajo forma parte de una investigación más amplia en la que usamos un pretest, un postest y el seguimiento de la puesta en práctica de la propuesta; en este último, hemos utilizado protocolos de observación de las actividades, todas las libretas de trabajo del alumnado y el diario del profesor en el que anotaba el desarrollo, las incidencias, las cuestiones planteadas por los niños, las apreciaciones inmediatas... de cada sesión. La implicación de los chavales –ciertamente encomiable– ha generado una gran cantidad de información sobre muchas variables (conocimientos científicos, comprensión lectora, capacidad de comunicación, grado

de implicación o de socialización...), lo que nos obliga a fragmentar los resultados de la investigación.

En este trabajo, nos hemos centrado en unas facetas concretas del aprendizaje, que aparecen en la primera columna del cuadro 4. Se han seleccionado las actividades en las que, de forma más intencionada, las hemos puesto en juego (las tres actividades prácticas) y se han analizado la actuación (utilizando los protocolos de observación y el diario del profesor) y las respuestas del alumnado en sus libretas de trabajo; también hemos utilizado algunos datos aportados en el pretest y el postest que podían complementar la información de la evolución.

En relación con el protocolo de observación, nos fijamos en la consecución o no del objetivo (montar un circuito con unas características y que funcionara), en el respeto a las instrucciones, en el tiempo empleado, en el interés mostrado por el grupo, en el grado de colaboración entre sus miembros y en otras observaciones que pudieran originarse.

En relación con el pretest y el postest, sólo utilizaremos los resultados obtenidos en una de las pruebas que pasamos. El profesor mostraba al alumnado un circuito real con una pila, una bombilla, un interruptor y unos cables de conexión. Tras accionar (encender y apagar) el interruptor varias veces, planteaba unas preguntas al alumnado que respondía por escrito; nos ocuparemos de las cuestiones:

– ¿Qué le pasa a la bombilla cuando se acciona el interruptor? (descripción de observación) ¿Por qué crees que ocurre esto? (interpretación de observación y posibilidad de uso de modelo).

– ¿Qué le pasaría a la bombilla si le quitamos este cable? (realización de predicción) ¿Por qué crees que sucedería esto? (interpretación de predicción y posibilidad de uso de modelo).

En relación con las «Preguntas para pensar» de las tres actividades prácticas, se ha recogido el número y tipología de las cuestiones en el cuadro 5; el uso del modelo de corriente no se incluye, porque podía aparecer o no (sobre todo, en las interpretaciones), pero sólo dependía del alumnado.

Cuadro 4

ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS	ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS DE RECOGIDA INFORMACIÓN
Realización de montajes	A11, B4, B6	Protocolo de observación-Respuestas «preguntas para pensar»
Descripción de observaciones		Pretest-Respuestas «preguntas para pensar»-Postest
Realización de predicciones		Pretest-Respuestas «preguntas para pensar»-Postest
Interpretación observ. y predic.		Pretest-Respuestas «preguntas para pensar»-Postest
Utilización de modelo de corriente	A11, B4, B6, B8	Pretest-Respuestas «preguntas para pensar»-Postest

Cuadro 5

ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS	N.º PREGUNTAS A11	N.º PREGUNTAS B4	N.º PREGUNTAS B6	N.º TOTAL PREGUNTAS
Realización de montajes	2	3	2	7
Descripción de observaciones	2	6	6	14
Realización de predicciones	1	1	3	5
Interpretación	2	4	4	10

Se ha tratado de no perder la información cualitativa de los datos pero no hemos desechado la posibilidad de cuantificar –más exacto sería categorizar y ordenar su adecuación a la ciencia escolar– para estudiar la significación de las diferencias mediante pruebas no paramétricas.

#### 4. RESULTADOS: DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Usaremos como referentes las subcompetencias objeto de estudio. Cuando lo hemos necesitado, las frecuencias relativas de las respuestas se han recogido entre paréntesis.

##### En relación con la realización de montajes

Para esta variable, hemos obtenido dos tipos de información: la recogida con el protocolo y las respuestas escritas a algunas «preguntas para pensar».

Con el primer instrumento, constatamos que no tuvieron problemas en la construcción de un circuito simple con una bombilla ni de un circuito con dos bombillas en serie: culminaron el proceso, lo hicieron en un tiempo razonable (y bastante homogéneo), casi todos siguieron las instrucciones facilitadas, el maestro tuvo que hacer pocas aclaraciones y el ambiente de los grupos fue el deseado (sólo en uno hubo un exceso de protagonismo de alguno de sus componentes). Como anécdota diremos que varios aplaudieron cuando encendían la o las bombillas.

En el circuito con bombillas en paralelo, cinco grupos mantuvieron la tónica anterior: construcción del circuito en un tiempo razonable, seguimiento escrupuloso de las instrucciones, buen funcionamiento del grupo...; quizás, hubo alguna pregunta aclaratoria más que en los casos anteriores pero nada relevante... No ocurrió lo mismo con los otros dos grupos; en uno el maestro tuvo que intervenir más de lo deseable para que realizaran el montaje y en el otro prácticamente les construyó el circuito.

En cuanto a las «preguntas para pensar» referidas a la realización del montaje creemos que, aunque sabían muchas respuestas, tuvieron dificultades para expresar por escrito lo que querían decir. Así, por ejemplo, cuando preguntábamos *¿Por qué se enrosca hasta el final la bombilla al portalámparas?*, aparecían respuestas del tipo «Para que haya conexión con la parte de abajo del portalámparas» (6/21), «Porque si no, no se enciende» (12/21) o «Porque, si no se tocan, no les llega electricidad» (3/21). En estos casos, parece que sabían qué y por qué ocurriría pero les resultaba complicado construir una «contestación más científica» (usando, por ejemplo, la idea de circuito abierto o cerrado).

En A11, cuando preguntábamos *¿Por qué hay que pelar los extremos de los cables?*, respondían «Porque, si

no, no se transmite electricidad» (6/21), «Para que haya contacto» (6/21)... De nuevo respuestas aparentemente bien encaminadas pero alejadas de lo que buscábamos (relacionar el hecho con las propiedades conductoras o aislantes de los materiales del cable). Situaciones semejantes hemos encontrado en otras cuestiones *¿Cuándo tenemos el circuito cerrado?* (B4), *¿Por qué se dice que está en paralelo?* (B6) o *¿Qué diferencias hay con el de serie?* (B6).

Sólo en las cuestiones del tipo *Señala en el dibujo dónde están las conexiones* (B4) o *¿Qué podrías hacer para abrir el circuito?* (B4), mucho más concretas y cerradas que las anteriores, sus respuestas eran las deseadas. Por ello, en esta «faceta comunicativa» de esta subcompetencia, más que con cualquier otra variable, creemos que existe una dependencia con el tipo de preguntas.

Por otro lado, hay contestaciones que no hemos comprendido (así, en la pregunta sobre pelar los extremos de los cables, encontramos «Se quemaría el plástico») y otras en las que han deslizado razonamientos mágicos (así, ante la misma pregunta, decían «Para que no te dé calambre»)... El porcentaje de respuestas de este tipo es limitado –no llega al 10%– pero, aun así, cualquier propuesta debería ser capaz de evitarlas.

En resumen, existe una cierta relación entre la acción –los resultados obtenidos en los protocolos– y las respuestas a las «preguntas para pensar», pero las limitaciones comunicativas o de vocabulario del alumnado nos impiden saber su alcance. Por otro lado, no hemos detectado una mejora en el tiempo (hay un descenso significativo con los circuitos en paralelo) en la realización de montajes, lo que parece indicar que puede haber factores (tipo de montaje, de preguntas...) que sean determinantes para que la evolución no sea secuencial y positiva.

##### En relación con la descripción de observaciones

Para esta variable, la información provenía del pretest, de las respuestas a las «preguntas para pensar» y del posttest. En el cuadro 6 hemos resumido los resultados.

Hay que advertir que las contestaciones consideradas adecuadas describen lo que han observado pero «sin muchos alardes literarios» («Se enciende», «Se ilumina», «Las dos»...), lo que de nuevo pone de manifiesto sus limitaciones en la comunicación escrita. Sólo comentaremos las respuestas ambiguas o no adecuadas.

Así, en la A11, se preguntaba qué tipo de materiales encontrábamos en un cable. La mayoría (15/21) dieron una respuesta adecuada («Cobre y plástico», «Conductor y aislante»...). Hubo algunas ambiguas («Alambre y plástico») pero creemos que se deben más a problemas de vocabulario que a problemas de observación. Los demás no contestaron.



Cuadro 6

TAREA	CUESTIÓN	RESPUESTAS ADECUADAS
Pretest	¿Qué sucede a la bombilla al accionar el interruptor?	Todos
Circuito simple	¿Qué partes puedes distinguir en el cable?	15/21
	¿Qué sucede a la bombilla si accionamos el interruptor?	Todos
Circuito en serie	Si accionas el interruptor, ¿qué le ocurre a la bombilla?	Todos
	¿Qué bombilla se enciende antes?	
	¿Qué bombilla se enciende más?	
	Si aflojas la bombilla más cercana a la pila, ¿qué le pasa a la otra?	
	Si aflojas ahora la otra, ¿qué le ocurre a la primera?	
	¿Se encienden más las bombillas en serie que en un circuito simple?	11/21
Circuito en paralelo	Si accionas el interruptor, ¿qué le ocurre a la bombilla?	Todos
	¿Qué bombilla se enciende antes?	15/21
	¿Qué bombilla se enciende más?	Todos
	Si aflojas la bombilla más cercana a la pila, ¿qué le pasa a la otra?	15/21
	Si aflojas ahora la otra, ¿qué le ocurre a la primera?	
	¿Se encienden más las bombillas en serie que en un circuito en serie?	13/21
Postest	¿Qué sucede a la bombilla si accionamos el interruptor?	Todos

Cuadro 7

TAREA	CUESTIÓN	RESPUESTAS ADECUADAS
Pretest	¿Qué sucedería a la bombilla si le quitamos uno de los cables?	19/21
Circuito simple	¿Qué sucedería a la bombilla si le quitamos uno de los cables?	19/21
Circuito en serie	¿Qué ocurriría si añadimos una tercera bombilla?	12/21
Circuito en paralelo	(Antes de realizarlo) ¿Todas las bombillas lucirán lo mismo?	Todos
	(Antes de realizarlo) Si se funde una bombilla, ¿qué le pasa al resto?	3/21
	¿Qué ocurriría si añadimos una tercera bombilla?	16/21
Postest	¿Qué sucedería a la bombilla si le quitamos uno de los cables?	Todos

En el montaje en paralelo, hubo algunos –curiosamente casi todos los que habían tenido problemas para realizar el montaje– que reconocieron que se encendían igual pero no que lo hacían a la vez: «La que toca primero al interruptor» (3/21); «La que está más cerca del interruptor» (3/21)... También tuvieron dificultades para describir qué pasaba si aflojábamos una de las bombillas: «No se enciende» (3/21) y otros ni contestaron. En principio pensamos que las razones de la situación había que buscarlas en las «dificultades técnicas» pero, a la vista de otros resultados, también podrían deberse a que sus observaciones estuvieran condicionadas por lo que «esperaban ver» con sus modelos interpretativos.

Nos han sorprendido unas respuestas que realizaron en B4 y B6. Después de hacer el circuito en serie, les preguntábamos dónde se iluminaban más las bombillas, en los circuitos simples o en serie (bastaba con recordar lo que habían observado o, si lo consideraban necesario, podían probarlo). Pues bien, alrededor de la mitad (11/21) no respondieron de la forma deseada. No se debió a una «mala observación» sino a que simplemente no lo comprobaron; es decir, convirtieron una pregunta de observación en otra de predicción... y, además, se equivocaron en la misma.

Advertidos del error en la puesta en común correspondiente, en B6 mejoraron sensiblemente los resultados pero se mantuvo un número importante de contestaciones inadecuadas (8/21). El motivo esta vez vino de que

volvieron a contrastar la luminosidad de las bombillas en paralelo con la que tenían en el circuito simple, en lugar de compararla en el montaje en serie que era lo que se le pedía. ¿Despiste o creencia de que sólo hay una estrategia de contraste, la que les enseñamos en B4?

En el postest, todos contestaron adecuadamente. Es cierto que se les preguntó por el circuito simple en el que, como vimos, no habían tenido dificultades ni en el pretest. Pero hubo respuestas –eso sí, localizadas– que parecían más elaboradas, que incluían más detalles: «El circuito se cierra y la bombilla se ilumina», «La corriente ilumina la bombilla», «El filamento de la bombilla se enciende»...

En resumen, si comparamos el pretest con el postest, parece que ha existido una pequeña mejora (desde luego, no significativa estadísticamente) durante la experiencia. Pero, si nos quedamos en el seguimiento, no se puede decir que haya existido una evolución continua en la descripción de las observaciones, fundamentalmente por los resultados de la actividad del circuito en paralelo.

**En relación con la realización de predicciones**

En esta variable como en la anterior, la información proviene del pretest, de las respuestas a las «preguntas para pensar» y del postest. En el cuadro 7 hemos resumido los resultados.

En el pretest y en la actividad A11, hubo una mayor variedad de respuestas que en otros casos y la mayoría adecuadas: «No se enciende», «Se apaga», «No llega electricidad»... Sólo dos dieron contestaciones inadecuadas o difíciles de comprender: «No tiene potencia» y «La bombilla se funde»; el uso inapropiado de términos o la presencia de razonamientos fantásticos respectivamente podrían estar detrás de estos casos.

En la actividad B4, más de la mitad respondieron de forma adecuada: «Se encienden menos», «Brillan menos»... Hubo algunos (4/21) que no contestaron «lo que queríamos» pero sus respuestas eran correctas (aunque no están contabilizadas como adecuadas en el cuadro 7): «Se encienden las tres». Otros respondieron «Tiene menos potencia» (4/21); como en situaciones similares, parece que «quieren decir otra cosa» (¿menos potencia es «menos brillo»?) pero tienen limitaciones con el vocabulario empleado. Por último, uno no contestó nada.

Antes de comenzar B6, les preguntamos sobre la luminosidad de las bombillas si éstas eran iguales y sobre lo que pasaría si aflojamos una de ellas. En la primera cuestión, no tuvieron problemas; el hecho de mantener las mismas bombillas, la «inercia» de los resultados de la experiencia anterior o nuestras aclaraciones en la puesta en común de B4 pudieron influir en sus predicciones. Sin embargo, en la segunda, sólo tres respondieron de forma adecuada («Seguirá encendida», «No le pasará nada»); para los demás, la otra se apagaría o no sabían qué pasaría. Una posible interpretación podría ser que, al no tener un referente en el que apoyar su predicción (aún no habían hecho la experiencia), convirtieron la pregunta en una conjetura, con lo que aumenta la aleatoriedad de las respuestas.

En cuanto a qué sucedería si añadiéramos una tercera bombilla al circuito en paralelo, los resultados fueron mejores a los del circuito en serie. En este caso, posiblemente porque habíamos aclarado lo de «potencia», no apareció este tipo de respuesta. En su lugar, hubo quienes dijeron que «Se encienden menos» (4/21) y nuevamente uno no contestó.

En el postest, todos contestaron adecuadamente. Como ya dijimos en la variable anterior, se les preguntó por un circuito simple, cuando en el desarrollo de la unidad se habían abordado retos más complejos. También en este caso observamos respuestas más elaboradas: «La bombilla se desconecta del circuito», «El circuito queda abierto y no circula corriente», «El filamento de la luz no se enciende»....

En resumen, si nos fijamos en el postest, y en las cuestiones planteadas al hilo de las actividades, se podría hablar de una cierta evolución positiva en las respuestas, aunque las diferencias sean estadísticamente poco significativas. Los resultados obtenidos en las cuestiones de B6 realizadas antes de la actividad cuestionan la evolución mencionada pero, quizás, se trata de variables diferentes a la realización de predicciones.

### En relación con la interpretación de observaciones y predicciones

En esta variable, como en las anteriores, la información provenía del pretest, de las respuestas a las «preguntas para pensar» y del postest. Como veremos, en muchas interpretaciones, se han utilizado modelos de corriente pero su análisis se recoge en el siguiente apartado

En principio, creíamos que el alumnado usaría respuestas diferentes según la interpretación se refiriera a una observación o a una predicción. Sin embargo, este supuesto no se cumplió. No hemos encontrado diferencias sustanciales entre ambas. Quizás, se deba a que las predicciones eran «tan consistentes» como las observaciones pero, con los datos que tenemos, no lo podemos asegurar. En cualquier caso, hemos agrupado ambos tipos de interpretaciones.

Las interpretaciones son complicadas de valorar cuando hay limitaciones en la comunicación escrita. Así, para justificar por qué se enciende una bombilla, podríamos considerar adecuado decir que: «Al accionar el interruptor, el circuito se cierra y la corriente eléctrica pasa por todos los elementos no aislantes del circuito. Hay algunos de estos elementos —como las bombillas— que tienen la propiedad de iluminarse con el paso de la corriente». Obviamente un razonamiento tan completo no es previsible en estas edades, pero nos queda la duda de si es debido a que realmente no han llegado al mismo o si es una consecuencia de las limitaciones ya mencionadas.

En el cuadro 8 hemos recogido algunas respuestas (por razones de espacio, sólo incluimos aquellas con frecuencias igual o superiores a 3). No incluimos las del pretest por su similitud con las dadas en la actividad del circuito simple. Y las del postest sólo las comentaremos más adelante.

Aunque no las hemos incluido por tener frecuencias inferiores a 3, en la actividad A11, se utilizaron explicaciones como «Porque el circuito está cerrado», «Porque se juntan los cables», «Porque están conectados»... o «Porque el circuito está abierto», aunque de forma minoritaria. También hay otros que son difíciles de comprender: «Porque llega la energía del interruptor al pasar por los cables», «Porque le llegan las corrientes», «Porque no tiene potencia», «Porque tiene que estar enganchado a la electricidad»... En cualquier caso, el número de «no contestan» era muy reducido.

Sin embargo, detectamos un cambio importante en la profundidad de las interpretaciones en los circuitos en serie. Así, en B4, a pesar de que habían acertado en las observaciones y predicciones que debían justificar, empezaron a proliferar respuestas en blanco o que «no decían nada» («[Se iluminan igual] porque las dos se encienden al mismo tiempo» o «[Se apaga la otra] porque no se ilumina»). Además, se incrementó ostensiblemente la frecuencia de los que no contestaron. Parecía que lo único importante era hacer el montaje y describir lo que observaban, pero interpretar —ya sea por su dificultad para explicarse o por otra causa— no entraba en sus prioridades. También se produjeron cambios en los modelos alternativos de corriente pero los veremos en el siguiente apartado.

Cuadro 8

TAREA	CUESTIÓN	TIPOS DE RESPUESTAS
Circuito simple	(Qué sucede a la bombilla al accionar el interruptor) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque el interruptor deja pasar la corriente» (5/21) «Porque llega electricidad a la bombilla» (3/21) «Porque le llega energía» (3/21) «Porque la pila le da energía» (3/21)
	(Qué sucedería a la bombilla si le quitamos uno de los cables) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque no se transmite electricidad» (3/21) «Porque no llega electricidad a la bombilla» (3/21) «Porque no le llega energía» (3/21) «Porque los cables le dan electricidad» (3/21) «Porque se rompe el circuito» (3/21)
Circuito en serie	(Qué bombilla se enciende antes) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque las dos se encienden al mismo tiempo» (6/21) «Porque les llega la misma electricidad» (3/21) «Porque les llega la misma energía» (3/21)
	(Cuál de las bombillas se enciende más) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque les llega la misma electricidad» (3/21) «Porque las bombillas son iguales» (3/21) «Porque se encienden al mismo tiempo» (3/21) «Porque le llegan los mismos voltios» (3/21)
	(Si aflojas una, qué le pasa a la otra) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque la otra no se ilumina» (9/21) «Porque se rompe –se abre– el circuito» (5/21) «Porque no tiene corriente» (4/21)
	(Qué ocurriría si añadimos una tercera bombilla) Justifícalo.	«Porque tienen menos potencia» (4/21) «Porque la energía se gasta en las otras bombillas» (3/21) «Porque las bombillas son iguales» (3/21)
Circuito en paralelo	(Qué bombilla se enciende antes) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque está más cerca del interruptor» (3/21) «Porque toca el interruptor» (3/21) «Porque la energía que sale de la pila les llega a la vez» (3/21)
	(Cuál de las bombillas se enciende más) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque las bombillas son iguales» (15/21) «Porque el circuito está cerrado» (3/21)
	(Si aflojas una, qué le pasa a la otra) ¿Cómo lo explicarías?	«Porque el circuito sigue –está– cerrado» (18/21)
	(Qué ocurriría si añadimos una tercera bombilla) Justifícalo.	«Porque las bombillas son iguales» (12/21) «(se iluminan menos) porque tienen que repartir la corriente» (3/21)

En la actividad B6, los resultados cambiaron, fruto, sin duda, de nuestra intervención en la puesta en común en B4. Se usó la idea de circuito abierto/cerrado, esta vez incluso para justificar observaciones inadecuadas (recordemos que sólo 15/21 habían descrito que si se apagaba una, la otra seguía encendida). Pero, con independencia de este cambio de disposición, volvieron a usar los modelos alternativos como veremos en el siguiente apartado.

Los resultados en el postest mejoraron ostensiblemente los del pretest, sobre todo, en la calidad de las explicaciones. Es cierto que, al referirse a un circuito simple, era suficiente la idea de circuito abierto/cerrado para justificar lo que habían observado o lo que habían predicho. Pero, en el pretest, este tipo de argumentos sólo se había utilizado por un número mínimo de alumnos. Incluso, en algunos casos, se utilizó el modelo de corriente que habíamos trabajado en B7: «Porque los electrones se mueven por los cables, la bombilla...», «Porque los electrones pueden moverse», «Porque los electrones no pueden moverse a la vez»...

En resumen, si comparamos pre y postest, se aprecia una evolución positiva en esta variable, utilizando la idea de

circuito abierto y cerrado e, incluso, usando un «modelo limitado» de corriente que les habíamos facilitado. Pero los resultados en las demás interpretaciones son menos concluyentes.

**En relación con el uso de modelo de corriente**

Hemos insistido en que, desde la propuesta, no se incentivó el uso de ningún modelo de corriente (ni en nuestras intervenciones ni en las «preguntas para pensar») hasta casi finalizar la misma (hasta la actividad B7). Es cierto que, si la respuesta no incluye un modelo, las posibilidades se reducen, pero, aún, podemos usar las características de las bombillas (eran todas de «los mismos voltios»), la idea de circuito abierto/cerrado o, incluso, las propias percepciones sensoriales («Porque lo he visto yo»).

En este contexto, pensábamos que su presencia en las actividades anteriores a B7 sería menos relevante. La realidad ha sido otra. En el cuadro 9, se recoge la frecuencia de aparición; corresponde al número de veces que se ha utilizado cada modelo alternativo durante la actividad señalada, con independencia de en qué pre-

gunta se ha usado o de cuántos lo han utilizado. Para no alargar nuestro trabajo, omitimos los análisis respecto a estas variables ya que no nos han aportado resultados de interés para nuestros propósitos.

A la vista de los resultados podemos decir:

– Queramos o no, el alumnado utiliza un modelo de corriente en sus razonamientos.

– El modelo con una mayor presencia es el de fluido (la energía, la electricidad, la corriente, los voltios... Llegan o no llegan a los elementos del circuito): Parece poco elaborado, pero resulta bastante persistente probablemente por dos motivos relacionados: es coherente con el lenguaje inadecuado de la calle y no precisa de una gran riqueza de vocabulario por el alumnado.

– También resulta significativa la presencia de los modelos unipolares, tanto los que piensan que la corriente (ellos dicen «la electricidad» o «la energía») sale de la pila como los que dicen que está contenida en los cables («la electricidad que tienen los cables»). Este último tipo de razonamiento ha sido una sorpresa.

– El modelo de atenuación sólo se pone de manifiesto cuando hay más de una bombilla, lo que tiene una cierta lógica. Aun así, no está tan presente como esperábamos por otras experiencias.

– Si hacemos una lectura vertical de la tabla, hay diferencias entre la primera y la segunda parte de la propuesta. Con la inclusión de razonamientos centrados en circuito abierto y cerrado, parece que se reduce el modelo de fluido, aunque persisten otros modelos alternativos.

– La presencia de los modelos unipolares (centrados en las pilas y en los cables) y en el uso del término corriente (sin explicaciones) se ha reducido con el tiempo. Sin embargo, esta evolución positiva no se da en otros (ni en el de interruptor-fuente ni en el de atenuación).

**5. CONCLUSIONES**

La ortodoxia dice que las conclusiones deben apoyarse en los datos aportados previamente. Sin embargo, no nos resistimos a vulnerarla porque queremos decir que

el alumnado (y su maestro) han disfrutado –y mucho– en el desarrollo de esta experiencia. Se han divertido aprendiendo, han percibido que era útil lo que hacían, se han implicado como nunca, se han asombrado, han aplaudido porque estaban satisfechos, no sólo participaban sino que pedían participar, han «hecho grupo», han cambiado las relaciones interpersonales, se ha generado una complicidad envidiable en el aula... En definitiva, aunque no hayamos aportado los datos correspondientes, hemos conseguido que hablaran de ciencias, una vez que acababa la clase de Ciencias. Pero una cosa es la motivación, el buen clima y la satisfacción docente y otra es el aprendizaje generado.

Los resultados aportados nos han permitido extraer algunas conclusiones y, sobre todo, muchas preguntas. Antes de nada, insistimos en que los datos y conclusiones se refieren a una experiencia concreta, en un contexto determinado y con unas personas específicas; en ningún momento, se ha pretendido generalizar ni ir más allá de un estudio con «nuestra muestra incidental». No obstante, y sólo referido a la situación narrada, podemos decir:

a) Si comparamos los resultados entre pretest y postest se aprecia una evolución positiva en todas las variables estudiadas. Pero los progresos detectados en el aprendizaje de las subcompetencias no son tan inmediatos como los que hemos obtenido en otras investigaciones, centradas prioritariamente en aprendizajes conceptuales. Nuestra experiencia nos dice que, tras 14 sesiones, unos buenos materiales, un ambiente ideal de clase, un tema cercano a la vida cotidiana... no se han producido «saltos espectaculares».

b) Si analizamos la evolución individual de cada competencia, apreciamos perfiles muy diferentes. Así, mientras en la realización de predicciones parece existir una evolución positiva y continua, en la descripción de observaciones esta evolución es más plana. Pero, desde luego, ambas son muy diferentes a la producida en la realización de montajes o en el uso de modelos, en las que abundan los «dientes de sierra». Parece que todas las competencias no evolucionan de la misma manera (posiblemente ocurriera igual con el conocimiento conceptual y no nos hayamos dado cuenta). Al tener un carácter más transversal, creemos que su adquisición va a ser diferente entre ellas y probablemente dentro de ellas porque, según estos datos, la evolución puede estar mediatizada por el tipo de tarea donde se utilice.

Cuadro 9

MODELO ALTERNATIVO UTILIZADO	PRETEST	ACT. A11	ACT. B4	ACT. B6	POSTEST
Modelo fluido (llega o no energía, electricidad, voltios...)	24	26	12	6	10
Modelo unipolar centrado en la energía que le da la pila	4	4	2	3	3
Modelo unipolar centrado en la electricidad de los cables	3	3	2	1	1
Modelo interruptor-fuente	1	1		2	3
Modelo concurrente	1	1			
Modelo de atenuación			3	9	
Señala que hay corriente pero sin entrar en el modelo	6	6	6	3	3
Modelo adecuado de corriente					4

c) Hemos percibido que, en la adquisición de cualquiera de las subcompetencias analizadas, hay distintos niveles de complejidad. Es preciso identificarlos en cada caso, como paso previo, para secuenciar adecuadamente sus aprendizajes. Dada la complejidad de la tarea es preciso el uso de diseños longitudinales que aporte datos sobre el proceso de adquisición.

d) Los avances en el aprendizaje científico de esta etapa educativa (y probablemente no sólo en ésta) están muy condicionados por la comprensión lectora y por la capacidad de comunicación oral y escrita del alumnado. No podemos avanzar en el conocimiento de las ciencias si no mejoramos la competencia en comunicación lingüística. Y tenemos un problema muy serio en relación con este tema.

e) El alumnado de nuestra experiencia ha aprendido (porque se las hemos enseñado) una serie de estrategias y éstas le valen para desenvolverse en las «clases habituales». Pero, cuando necesitan otras (recordemos la incidencia ocurrida cuando debían contrastar la iluminación de los circuitos), tienen dificultad para utilizarlas si cambia el contexto donde las aprendieron. Pues bien, la adquisición de competencias precisa que les en-

señemos estrategias que actualmente son desconocidas en las aulas.

f) Es posible avanzar en el estudio de los circuitos eléctricos sin necesidad de introducir el modelo de corriente, pero hay que ser conscientes de, que, intervengamos o no sobre ello, el alumnado no sólo tiene su modelo alternativo sino que lo usa en las interpretaciones y condiciona, incluso, observaciones y predicciones. Nos hemos quedado con las ganas de saber qué hubiera ocurrido si hubiéramos cambiado nuestra planificación, introduciendo antes la analogía.

g) Con y sin competencias hay que revisar permanentemente las aportaciones en la DCE. Ni los niños de ahora tienen las características de los de antes ni disponemos de los mismos recursos. Internet ha cambiado la forma de procesar y gestionar la información de nuestro alumnado; hay que ser consciente de ello y actuar en consecuencia. Por otro lado, los avances realizados han favorecido la aparición de nuevos programas, direcciones, simulaciones... pero esta cantidad no ha ido acompañada de una mayor calidad en la información textual. Si para el alumnado todo lo que aparece en la red es verdad, tenemos un problema...

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AA.VV. (1999). Monografía sobre Enseñanza de la Electricidad. *Alambique*, 19.
- ALBA, J., ELOLA, J.C. y LUFFIEGO, M. (2008). *Las competencias básicas en las áreas de Ciencias*. Santander: Consejería Educación Cantabria.
- ASOKO, H. (1996). Developing scientific concepts in the Primary Classroom: teaching about electric circuits. En la obra de Welford, Osborne y Scott: *Research in Science Education in Europe*, pp. 36-49. Londres: The Falmer Press.
- BLANCO, E. (2010). *Máquinas y energía*. Madrid: SM, en <<http://www.primaria.profes.net/propuestas.asp>>.
- CAÑAS, A., MARTÍN, M.J. y NIEDA, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- CHIU, M.H. y LIN, J.W. (2005). Promoting fourth graders' conceptual change of their understanding of electric current via multiple analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), pp. 429-464.
- COLL, C. y PORLÁN, R. (1998). Alcances y perspectivas de una reforma educativa: la experiencia española. *Investigación en la Escuela*, 36, pp. 5-30.
- COSGROVE, M. y OSBORNE, R. (1991). Secuencia de enseñanza sobre la corriente eléctrica. En la obra de Osborne y Freyberg: *El aprendizaje de las Ciencias. Implicaciones de la Ciencia de los alumnos*, pp. 185-205. Madrid: Narcea.
- DOMÍNGUEZ, J.M. e ILLOBRE, L. (2002). ¿Cómo usamos la corriente eléctrica? En la obra del Proyecto ACES: *Aprendiendo Ciencias en Educación Secundaria. Material para el profesorado*, pp. 157-185. Santiago: ACES.
- GARCÍA-ESTAÑ, R., SÁNCHEZ, M.J., PRO, A., VALCÁRCEL, M.V. y SÁNCHEZ, G. (1988). *El aprendizaje de la Física en EGB. Exploración diagnóstica en Murcia*. Murcia: ICE.
- ITE (2005). *Proyecto Arquímedes*. Madrid: MEC-CNICE, en <<http://www.ite.educacion.es/paula/arquimedes/>>.
- JIMÉNEZ, E. y MARÍN, N. (1996). Cuando un contenido académico tiene significado para el alumnado. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 323-330.



- JIMÉNEZ, M.P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- LÓPEZ, R. y 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), pp. 309-324.
- MARTÍNEZ, C. y 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), pp. 243-264.
- MAYERHOFER, N. y MÁRQUEZ, C. (2010). El desarrollo de la competencia en reconocer y usar pruebas a partir del estudio de las caries en Primaria. *Comunicación presentada en los XXIV Encuentros de DCE*. Baeza.
- Mc MILLAN, J. y SCHUMACHER, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Education.
- MEC (2006). Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (BOE, 8 de diciembre de 2006).
- MUSEU DE LA CIENCIA DE LA CAIXA (2002). Experimentos con la electricidad. *Aula*, 110, pp. 83-95.
- MUSEO NACIONAL de CyT (2007). *Bienvenido al Pequemuseo*. Madrid. En <<http://www.educacion.es/mnct/pequemuseo/CD/content/peque8/electricidad/501.html>>.
- PÉREZ, P. (2010). *Proyecto Leer.es*. En <<http://leer.es>>.
- PONTES, A. y PRO, A. (2001). Concepciones y razonamientos de expertos y aprendices sobre electrocinética. Consecuencias para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp. 103-121.
- POZO, J.I. y GÓMEZ, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata.
- 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. (2007). De la enseñanza de los conocimientos a la enseñanza de las competencias. *Alambique*, 53, pp. 10-21.
- 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*, pp. 43-82. Madrid: ISFP.
- PRO, A. (2009). ¿Qué investigamos sobre didáctica de las ciencias experimentales en nuestro contexto educativo? *Investigación en la Escuela*, 69, pp. 45-60.
- PRO, A. y MIRALLES, P. (2009). El currículum de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria. *Educatio Siglo XXI*, 27(1), pp. 59-96.
- PRO, A., SÁNCHEZ, G. y 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*, 26(2), pp. 189-206.
- PROYECTO ACES (1997). *Aprendiendo Ciencias en la Educación Secundaria. Proyecto ACES*. Santiago de Compostela: Serv. Publicaciones Universidad.
- SCHWARZ, C.V. et al. (2009). Developing a learning progression of scientific modeling: making modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), pp. 632-654.
- SHEPARDSON, D.P. y MOJE, D.B. (1994). The nature of fourth graders' understandings of electric circuits. *Science Education*, 78, pp. 489-514.
- SHIPSTONE, D. (1990). Electricidad en circuitos sencillos. En la obra de Driver et al.: *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, pp. 62-88. Madrid: Morata/MEC.
- TASKER, R. y OSBORNE, R. (1991). Enseñar y aprender ciencias. En la obra de Osborne y Freyberg: *El aprendizaje de las Ciencias. Implicaciones de la Ciencia de los alumnos*, pp. 35-54. Madrid: Narcea.
- VARELA, M.P., MANRIQUE, M.J., PÉREZ-LANDEZÁBAL, M.C. y FAVIERES, A. (2000). *Electricidad y Magnetismo*. Madrid: Síntesis Educación.

[Artículo recibido en septiembre de 2009 y aceptado en junio de 2010]

ANEXO 1

Secuencia de actividades de «Jugando con los circuitos y la corriente eléctrica».

SECUENCIA ENSEÑANZA	Actividades de enseñanza
<b>INICIACIÓN</b>	A.1- Justificación del tema y motivación para aprender sus contenidos. Breve relato de la vida de Edison, insistiendo en algunos episodios de su infancia. Organización del trabajo en el aula.
<b>EXPLICITACIÓN E INTERCAMBIO</b>	A.2- Identificación personal de sus conocimientos por el alumnado. Contraste de ideas con los compañeros y síntesis del debate en un mural o póster. A.3- A partir de las respuestas del alumnado en A2, clarificación sólo de las concepciones mágicas o animistas (peligro, calambre, explosión...)
<p data-bbox="183 706 347 758"><b>CONSTRUCCIÓN APRENDIZAJES</b></p> <p data-bbox="215 845 318 928">Máquinas y aparatos eléctricos</p> <p data-bbox="190 1089 343 1172">Elementos de un circuito y sus funciones</p> <p data-bbox="195 1255 339 1307">Circuito con bombilla simple</p> <p data-bbox="200 1452 333 1483"><b>APLICACIÓN</b></p>	<p data-bbox="404 777 1307 828">A.4- Visionado de imágenes de un video y reconocimiento de las máquinas y aparatos eléctricos de una cocina y de un dormitorio; clarificación de criterios para el reconocimiento.</p> <p data-bbox="404 845 1307 897">A.5- En pequeño grupo, identificación de máquinas y aparatos eléctricos del aula; puesta en común en gran grupo y clarificación de ideas confusas.</p> <p data-bbox="404 913 1307 965">A.6. A partir de señales, indicadores y etiquetas, clarificación de las normas de seguridad en el uso de máquinas y aparatos eléctricos.</p> <p data-bbox="404 982 1307 1033">A.7. En pequeño grupos, identificación de comportamientos correctos y anómalos en relación con el uso de la corriente eléctrica; puesta en común en gran grupo y clarificación de ideas confusas.</p> <p data-bbox="404 1050 1307 1123">A.8- Mediante experiencias de cátedra (un circuito, con una bombilla, abierto donde se colocan los objetos para ver si se enciende o no la bombilla), clarificación de qué son materiales conductores, aislantes, generadores y controladores, y qué funciones tienen en un circuito.</p> <p data-bbox="404 1139 1307 1212">A.9- En pequeño grupo, identificación de componentes de un circuito (pilas, cables, bombillas, interruptores) y de sus características observables (forma, tamaño, aspecto...); puesta en común en gran grupo y clarificación de ideas confusas.</p> <p data-bbox="404 1228 1307 1259">A.10- Mediante experiencias de cátedra, diferencias entre circuito abierto y cerrado.</p> <p data-bbox="404 1276 1307 1328">A.11- En pequeños grupos, construcción de un circuito con una bombilla y estudio de su funcionamiento; puesta en común y clarificación de ideas confusas</p> <p data-bbox="404 1344 1307 1417">A.12- Realización de la actividad "¿Quieres construir el juego de las preguntas y respuestas?": al relacionar correctamente la pregunta y la respuesta, se ilumina una bombilla (un circuito con una bombilla que se cierra con un cable que une la pregunta y la respuesta correcta)</p> <p data-bbox="404 1433 1307 1506">A.13- Realización de la actividad "¿Quieres construir un comprobador de pulso?": se debe pasar un cáncamo por un alambre sin tocarlo (un circuito con una bombilla que se cierra si el cáncamo toca el alambre).</p> <p data-bbox="404 1522 1307 1574">A.14- Búsqueda, por parte del alumnado, de tiras de cómic o chistes que tengan que ver con la electricidad; puesta en común y clarificación de ideas confusas.</p>

Cuadro A.1.1. Secuencia de enseñanza I del tema

<b>SECUENCIA ENSEÑANZA</b>	<b>Actividades de enseñanza</b>
<b>EXPLICITACIÓN E INTERCAMBIO</b>	<p>B.1- Identificación personal de sus conocimientos por el alumnado. Contraste de ideas con los compañeros y síntesis del debate en un mural o póster.</p> <p>B.2- A partir de las respuestas del alumnado en B1, clarificación sólo de las concepciones mágicas o animistas (peligro, calambre, explosión...)</p>
<p><b>CONSTRUCCIÓN APRENDIZAJES</b></p> <p>Circuito con bombillas en serie</p> <p>Circuito con bombillas en paralelo</p> <p>Corriente eléctrica</p>	<p>B.3- Mediante experiencia de cátedra, clarificar las conexiones en serie; aplicarlas a generadores, razonando en términos de luminosidad (más pilas, más luz).</p> <p>B.4- En pequeños grupos, construcción de un circuito en serie con dos bombillas y estudio de su funcionamiento; puesta en común y clarificación de ideas confusas.</p> <p>B.5- Mediante experiencia de cátedra, clarificar las conexiones en paralelo; aplicarlas a generadores, razonando en términos de luminosidad (más pilas, misma luz).</p> <p>B.6 - En pequeños grupos, construcción de un circuito en paralelo con dos bombillas y estudio de su funcionamiento; puesta en común y clarificación de ideas confusas.</p> <p>B.7- Explicación del maestro del modelo de corriente eléctrica ("todos agarrados nos movemos", "canicas pegadas", "péndulos acoplados")</p> <p>B.8- Estudio, mediante experiencias de cátedra, de la inconsistencia de los modelos unipolar, interruptor-fuente y del modelo de atenuación.</p>
<b>APLICACIÓN</b>	<p>B.9- Realización de la actividad "¿Ayudamos a Tintín?": problema abierto sobre las ventajas e inconvenientes de los circuitos con bombillas en serie y en paralelo.</p> <p>B.10- Realización de la actividad "¿Cómo es un coche con luces?": construcción de un coche con luces en serie y en paralelo que se encienden con tres interruptores (dos circuitos con dos bombillas cada uno; uno en serie y el otro en paralelo).</p> <p>B.11- Realización de una hoja de trabajo personal para reforzar las ideas y asentarlas.</p>
<b>REVISIÓN</b>	<p>B.12- Revisión de las respuestas dadas por los grupos en las dos Explicitaciones de ideas. Identificación de lo que hemos aprendido</p>

Cuadro A.1.2 Secuencia de enseñanza II del tema



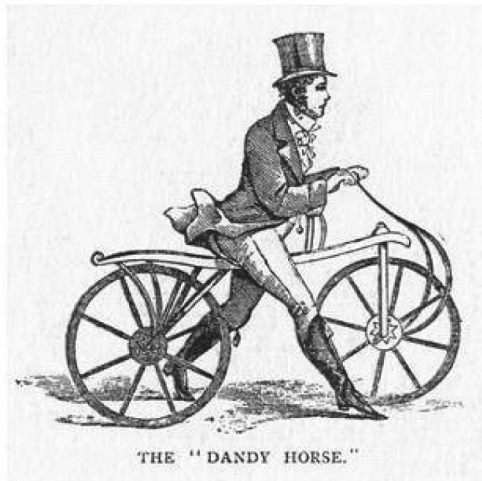
## ANEXO 2

## Ejemplo de guión de laboratorio (Actividad B4).

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

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

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 dos bombillas, semejante a la que tenemos en nuestra bicicleta (una bombilla delante y otra detrás). Queremos saber cómo funciona.

**Preguntas para pensar un poco**

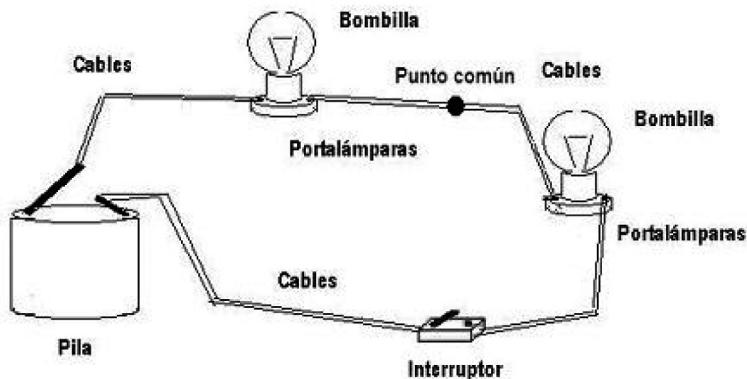
- ¿Cuánto tiempo ha transcurrido desde la invención de la bicicleta de Sirvac?
- ¿Qué quiere decir “la bici puede ser una alternativa para no estropear tanto el medio ambiente”?
- ¿Qué ventajas tiene una bici con luz frente a otra que no la tenga?
- ¿Cuál es el objetivo de la actividad práctica que vamos a realizar?

**¡VAMOS A INVESTIGAR!**

Sabemos realizar un circuito con una bombilla, pero hay circuitos que tienen más. Hay dos formas de conectar dos bombillas: en serie y en paralelo. ¿Te atreves a estudiarlos?

**1) Reconocimiento de un circuito en serie**

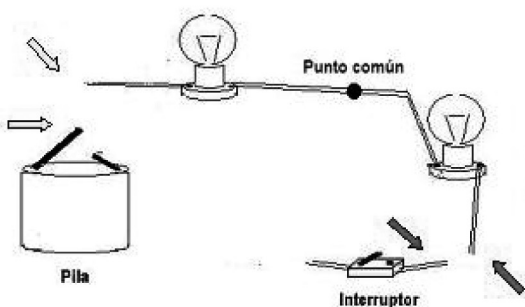
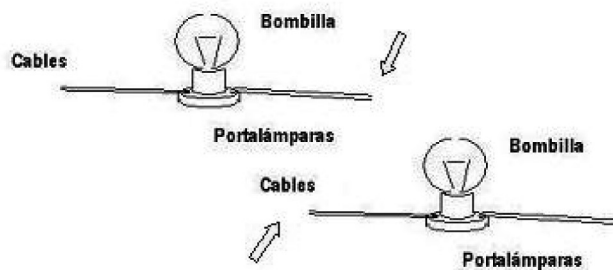
Como vimos, para conectar una bombilla en un circuito, hay que ponerle dos cables. Pues bien, un circuito de dos bombillas en serie es aquel en el que los cables de las mismas comparten un punto.



**2) Montaje del circuito**

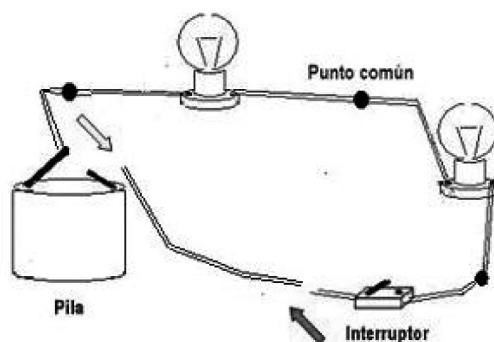
Para montar el circuito debes seguir los pasos que te señalo.

Primero monta las bombillas con sus cables y portalámparas. Luego une los cables por el punto en común.



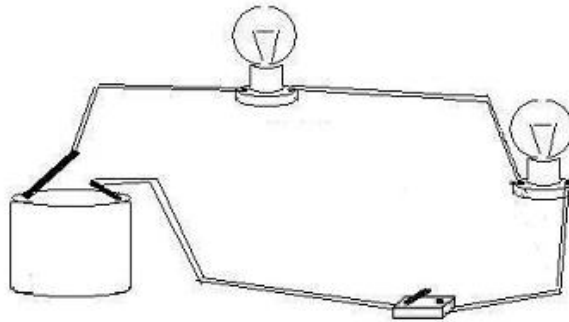
Una vez que están conectadas, conecta uno de los extremos a un interruptor y el otro a uno de los polos de la pila.

Por último, une el otro polo de la pila con el cable libre del interruptor





Te quedará como en la figura.



*Preguntas para pensar:*

- Señala en un dibujo dónde están las dos conexiones de cada elemento.
- Si accionas el interruptor, ¿qué les ocurre a las bombillas?
- ¿Cuándo tenemos el circuito cerrado?
- ¿Qué podrías hacer para abrir el circuito?

### **3) Experimentación con el circuito en serie**

Vamos a "jugar" con el circuito en serie que has montado. Queremos saber las ventajas e inconvenientes del mismo. Realiza lo que te voy indicando y responde las preguntas siguientes.

*Preguntas para pensar*

- ¿Qué bombilla se enciende antes? ¿Cómo lo explicarías?
- ¿Cuál de las bombillas se enciende más? ¿Cómo lo explicarías?
- Si aflojas la bombilla más cercana a la pila, ¿qué le pasa a la otra?  
Si aflojas ahora la otra, ¿qué le ocurre a la primera? ¿Cómo lo explicarías?
- ¿Se encienden más las bombillas en serie que en un circuito simple?
- ¿Qué ocurriría si le añadimos una tercera bombilla? Justifícalo.
- A la vista de tu experiencia, ¿qué ventajas e inconvenientes tiene un circuito en serie?

### **¡VAMOS A VER QUÉ HEMOS APRENDIDO!**

Responde las siguientes cuestiones:

- ¿Qué es un circuito de dos bombillas en serie?
- En un circuito en serie, ¿qué bombilla se enciende antes?
- En un circuito en serie con dos bombillas iguales, ¿qué bombilla se enciende más?
- Si se afloja una bombilla, ¿qué le pasa a la otra?
- ¿Cuándo se enciende más una bombilla, si la tenemos en un circuito simple o si la conectamos con otra en serie?

## Learn key competences in a proposal for the teaching of electrical circuits in primary education

DE PRO BUENO, ANTONIO<sup>1</sup> y RODRÍGUEZ MORENO, JAVIER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia

<sup>2</sup> CEIP Manuel Andujar, La Carolina (Jaén)

nono@um.es

### Summary

The most striking of the recent reform of our educational system has been the incorporation of the term «key competences». But, objectives, contents, evaluation criteria have also been modified... This new situation forces us to design, apply and assess our proposals for science education at all educational levels, especially, in those where there are fewer contributions in research.

In this study, we have focused on the teaching of the circuits in Primary Education. From the design of a teaching unit, we have considered: What effects does the proposal «Playing with the circuit and the electrical current» have in the acquisition of certain key competences by the students in Primary Education?

To answer this question, the first thing we did was a review of the contributions made in the research on the learning of students at these ages, other teaching proposals made in our educational context (collected in both conventional supports and Internet) for teaching electricity, and contributions on the acquisition of key competences.

Methodologically speaking, it is the assessment of a teaching proposal pretest, follow-up and posttest. The experiment was conducted in the 5th course of Primary Education of a public school, La Carolina (Jaén). It is a medium town, located in a medium low socio-economic context. The participating students had writing and reading comprehension problems and experienced less difficulties with verbal communication.

We have collected some of the features of the proposal: the overall structure of it, the methodological principles (essentially constructivist), the complete sequence of activities, contributions from the same acquisition of key competences, the timing of 14 sessions, some examples of the scripts of the practical activities...

We have used several tools to collect information: Journal of the teacher, student worksheets, tests... In this work, we have focused on the results obtained in the pretest, follow-up (mainly practical activities) and five posttest

subcompetencies: completion of assemblies, description of observations, interpretations, and making predictions using models.

Although we do not intend to generalize, according to the results, we have found:

- Overall there is a positive development –pretest and posttest contrast– in their key competences, but of course the changes have been less spectacular than if we addressed only the conceptual content.

- The evolution of subcompetences studied was different: the description of observations and prediction making has been more gradual and positive by conducting assemblies that has been subordinated by the requirement of each student, the use of models has been more «complicated»... There is not a single model of evolution.

- In every key competence there are different levels of complexity that we have to teach on purpose.

- Advances in scientific learning have been well conditioned by reading comprehension and oral communication skills and writing of students.

- Progress is possible in the study of electrical circuits without the need of the current model but we have to decide if we intervene or not on this, Students do not only have their alternative model but use it in the interpretations and conditions, including, observations and predictions.

To sum up, with and without key competences, the contributions of the DCE should be continuously reviewed. Moreover, the kids now don't have the characteristics of those before or have the same resources. Internet has changed the way they process and manage information. We must be aware of this and act accordingly. Besides, progress has promoted the emergence of new programs, simulations... but this amount of changes has not been accompanied by a higher quality of textual information. Although for students, everything that appears on the web is true, we have a problem.