

Persistencia de Preconcepciones sobre los Circuitos Eléctricos de Corriente Continua

(Misconceptions persistence on the electric circuits of direct current)

F. Solano^{1*}, J. Gil, A.L. Pérez y M.I. Suero

*Grupo Orión, Área de Óptica, Dpto. Física,
Universidad de Extremadura, Avda. de Elvas s/n, C.P. 06071 Badajoz, España*

Recebido em 23 de julho, 2002. Aceito em 16 de setembro, 2002.

En este trabajo pretendemos comprobar que las preconcepciones que los alumnos poseen sobre los circuitos eléctricos de corriente continua son comunes a alumnos de diferentes edades y están tan fuertemente arraigadas que ni la instrucción durante muchos años permite modificarlas.

In this work we seek to check that the misconceptions that the students possess on the electric circuits of direct current they are commons to students of different ages and they are so strongly ingrained that neither the instruction during many years allows to modify them.

I Introducción

Asumiendo una actitud constructivista respecto al aprendizaje en la enseñanza de las Ciencias una de nuestras preocupaciones fundamentales –aunque desde luego no la única ni la última– debería ser conocer qué es lo que los alumnos ya saben sobre lo que vamos a enseñarles.

Siempre que una persona intenta comprender algo, necesita activar las ideas que ya posee y que le sirvan para organizar la nueva información y darle sentido (Ausubel, 1978), de ahí la importancia que han adquirido los estudios sobre las ideas distintas a las científicas que tiene el alumnado. Se dispone de abundantes datos sobre las preconcepciones de los estudiantes con respecto a los fenómenos tanto físicos (Viennot, 1985; Driver, 1989; Montanero, M. et al., 1995; Gil, J. et al., 1998) como químicos (Driver et al., 1985), biológicos (Giordan et al., 1987), sociales e históricos (Carretero et al., 1989) e incluso matemáticos (Orton, 1988).

En este trabajo se presenta un estudio sobre las preconcepciones que poseen los alumnos de todos los

niveles del sistema educativo español sobre el funcionamiento de los circuitos de corriente continua. Y más concretamente sobre las magnitudes que intervienen en ellos, intensidad de la corriente eléctrica, diferencia de potencial y la relación entre ellas. Realizaremos un análisis comparativo de los resultados obtenidos en los dos Sistemas Educativos que durante más de 10 años han estado coexistiendo en nuestro País. En la tabla I se muestra una breve descripción de estos dos Sistemas Educativos.

Aunque somos conscientes de que se han realizado muchos estudios sobre este tema y diversas revisiones bibliográficas (Closeet, 1983; Shipstone, 1984; Varela et al., 1988; Hierrezuelo et al., 1988; Manrique et al., 1989; Metioui et al., 1996; Koumaras et al., 1997; Furió et al., 1999; Pontes et al., 2001) la mayoría son de carácter descriptivo (Solano, I. et al., 2000) y no evolutivo que permitan conocer como progresa el conocimiento de los alumnos sobre un determinado contenido de enseñanza. Por otra parte ninguno aporta datos obtenidos del nuevo sistema educativo español y que abarque desde la Educación Primaria hasta la Universidad.

* Autor para correspondencia: psolano@unex.es

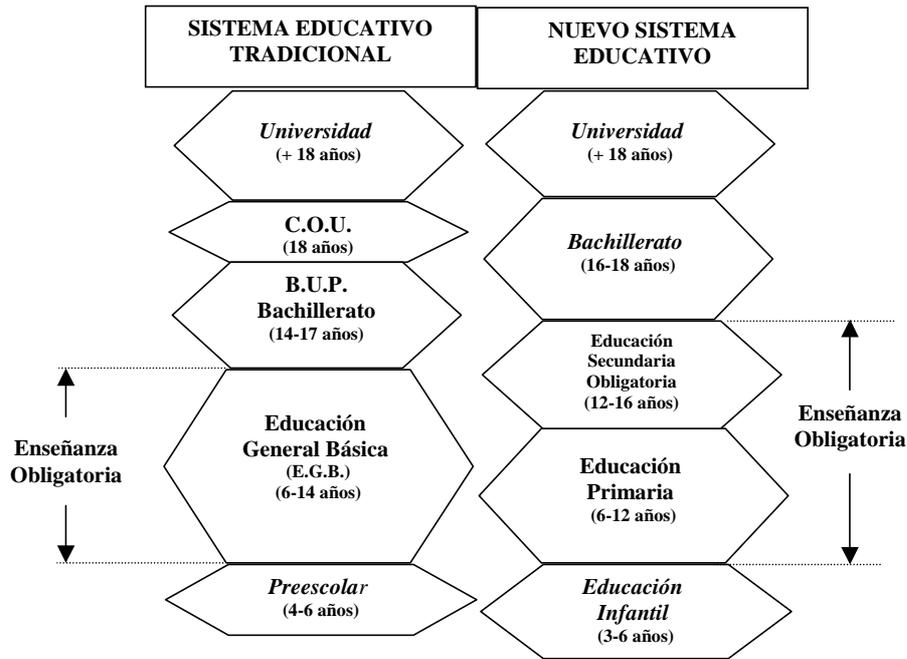


Tabla 1. Comparativa sistemas de enseñanza

II Fundamento teórico

Como se indica en el apartado anterior desde hace varios años se vienen realizando numerosas investigaciones acerca de las ideas previas que poseen los alumnos sobre los circuitos eléctricos y las magnitudes que intervienen en su estudio.

Como en otros campos de la Ciencia la enseñanza convencional ha sido incapaz de conseguir que estas preconcepciones evolucionen hacia las ideas admitidas por la comunidad científica, poniéndose de manifiesto la necesidad de buscar nuevas estrategias de enseñanza.

A continuación indicaremos alguna de las preconcepciones que se han detectado en los alumnos y que han sido estudiadas en numerosos trabajos sobre el tema.

Circuito cerrado.

En estudios anteriores realizados por Fredette et al. (1980), “los circuitos eléctricos no son caminos cerrados”. Esta teoría la presentan los alumnos de todos los niveles del Sistema Educativo incluido el nivel universitario, aunque conforme subimos en los niveles desciende la problemática.

Modelos de corriente.

Modelo unipolar: Según los trabajos de Osborne (1981), Shipstone (1984) y Anderson (1986), “la corriente eléctrica circula solamente desde un polo de la pila hasta la bombilla, siendo el otro cable de seguridad”.

Modelo concurrente: De los trabajos de Osborne (1983), Shipstone (1984), Anderson (1986) y Varela et al. (1988), se deduce que “la corriente eléctrica circula desde la pila hasta la bombilla a través de dos cables,

produciéndose la luz como consecuencia del encuentro de ambas corrientes”.

Modelo fuente-consumidor: Otra de las preconcepciones que se deducen de los trabajos de Fredette et al. (1980) y de Shipstone (1984), es que “la corriente eléctrica que fluye de la batería se va gastando a medida que avanza en el circuito”. Esta teoría surge por la confusión entre los términos de corriente y energía. Algunos autores la atribuyen (Anderson, 1986) al uso incorrecto que se da a estos términos en la vida cotidiana.

Modelo de atenuación: “La corriente circula en una dirección alrededor del circuito, debilitándose gradualmente”. Los últimos componentes recibirán menos y los primeros más, aunque sean iguales. Los alumnos no consideran que la corriente eléctrica se conserva en un circuito.

Modelo de reparto: En este modelo “la corriente se reparte entre los elementos del circuito”.

Tensión y corriente.

De los estudios realizados por Cohen et al. (1983), los alumnos consideran “la tensión como una consecuencia de la corriente y no como su causa”. Según Rhoneck (1983), los alumnos tienen una enorme confusión entre corriente y tensión.

Razonamiento secuencial.

Cuando el circuito es complejo, del trabajo de Closet (1983), se deduce que “los alumnos realizan un análisis local del mismo, y de esta forma si modificamos un elemento del circuito, la corriente que entra en él es la misma que antes pero la que sale no”. Este tipo de razonamiento aparece sobre todo en la Enseñanza

Secundaria, por lo que algunos autores consideran que aparece por la secuencia con que se introducen los contenidos en este nivel.

III Objetivos del estudio

Con el presente trabajo perseguimos dos objetivos fundamentalmente, por un lado, estudiar la evolución de las preconcepciones que poseen los alumnos sobre los circuitos eléctricos de corriente continua, después de varios años de instrucción.

Por otro, analizar si la reforma del sistema educativo español, que propugna partir de las ideas previas de los alumnos buscando un aprendizaje significativo, ha supuesto una mejora en el rendimiento de los estudiantes, y como no, la superación de los problemas detectados en este y otros trabajos desde hace años.

IV Diseño experimental

Para elaborar los instrumentos de trabajo de este estudio inicialmente consideramos dos posibilidades, realizar pruebas de tipo teórico o pruebas de tipo práctico. Si bien éstas últimas tienen unas ventajas, como que permiten observar al alumno en el laboratorio, apreciando su espíritu de investigación, sus reacciones ante una situación compleja, su actitud para disponer y presentar los datos obtenidos, etc.; también presentan serios inconvenientes, como la falta de objetividad, interferencias de factores extraños, dificultades para organizar los grupos, disponibilidad de laboratorios adecuados en todos los Centros, etc.; lo que nos llevó a optar por las pruebas de carácter teórico.

Con esta decisión tomada, se nos plateaban dos alternativas: la oral o la escrita. En la prueba oral encontramos unas ventajas como la existencia de un “contacto” personal y directo con el alumnado, o la posibilidad de pedirle una explicación a su respuesta; pero presenta notables inconvenientes, entre los que destacamos

la insuficiente objetividad y fiabilidad de los resultados y un coste excesivo de tiempo, sobre todo si el número de estudiantes es elevado (como es nuestro caso); lo que nos hizo optar por la prueba escrita.

De nuevo se nos ofrecían dos posibilidades: los exámenes tradicionales y las llamadas “pruebas objetivas”. Siguiendo a Downie (1967), los primeros presentan ventajas como que el alumno expone sus conocimientos, ordena sus ideas, demuestra su capacidad de expresión; pero tiene inconvenientes, como dificultad para conseguir objetividad, limitación en las áreas de conocimientos que pueden estudiarse, dificultad de puntuación, etc.

Esto nos llevó a pensar que las pruebas más adecuadas para nuestra finalidad eran las pruebas teóricas objetivas, que presentan, entre otras ventajas, las siguientes: aseguran objetividad, mejoran la fiabilidad, aumentan los aspectos sobre los que un alumno pueden ser juzgado, permiten una puntuación más fácil y rápida. Aunque no debemos olvidar inconvenientes tales como respuestas al azar, el alumno deja de ser creativo y las pruebas son de difícil confección.

Después de lo dicho, y antes de llevar a cabo el desarrollo experimental, decidimos elaborar un test inicial formado por 20 ítems, validado previamente por profesores de Física de los diferentes niveles educativos y pasándoselos a diferentes grupos de alumnos que no serían objeto de nuestra investigación. Este test se ha pasado a un colectivo de 500 alumnos.

A la vista de los resultados anteriores el diseño experimental ideado está formado por un test de 5 ítems (Anexo I), diseñados por nosotros, de opción múltiple y respuesta válida única. En cada uno de ellos se ofrecen 4 respuestas cerradas y una abierta por si se considera que ninguna de las cuatro anteriores es correcta y para hacer aflorar posibles preconcepciones. En cada ítem se requiere al alumno que justifique su respuesta.

El test se ha pasado a un total de 3300 alumnos, distribuidos según se observa en la tabla 2, pertenecientes a 20 Centros de la región.

SISTEMA TRADICIONAL DE ENSEÑANZA		NUEVO SISTEMA DE ENSEÑANZA	
11 años.	235 ALUMNOS	11 años	382 ALUMNOS
13 años	315 ALUMNOS	13 años	305 ALUMNOS
16 años	389 ALUMNOS	16 años	318 ALUMNOS
17 años	402 ALUMNOS	17 años	233 ALUMNOS
18 años	321 ALUMNOS	18 años	215 ALUMNOS
1° UNIV.	115 ALUMNOS	1° UNIV.	110 ALUMNOS
TOTAL	1777 ALUMNOS	TOTAL	1563 ALUMNOS

Tabla 2. Distribución del total de alumnos por sistema educativo y nivel

El test fue aplicado a todos los grupos por investigadores del Grupo Orión con experiencia en este tipo de pruebas, cuando los alumnos aún no habían recibido instrucción, durante ese curso, sobre el tema de

circuitos eléctricos. Puede indicarse que los alumnos no tuvieron ningún tipo de problema de comprensión con los enunciados de los ítems.

V Análisis y discusión de los resultados obtenidos

El fin último de este trabajo es averiguar si las concepciones que poseen los alumnos sobre los circuitos eléctricos de corriente continua, estudiadas anteriormente por diversos autores (Fredette et al., 1980; Osborne, 1981; Cohen et al., 1982; Closset, 1983; Shipstone, 1984; Anderson, 1986; Varela et al., 1988; Metioui et al., 1996; Koumaras et al., 1997; Furió et al., 1999; Pontes et al., 2001); persisten a pesar de años de instrucción y a pesar de que en nuestro país se ha modifi-

cado el sistema global de enseñanza, pasando del denominado Sistema de Enseñanza Tradicional (Ley del 70) al Nuevo Sistema Educativo (sistema LOGSE), en el que se introducen pautas del aprendizaje significativo y áreas en los niveles inferiores, directamente relacionadas con el tema de electricidad (el nuevo sistema de enseñanza introduce el área de Tecnología como materia obligatoria a partir de 1º de E.S.O. (11-12 años)) y de carácter eminentemente práctico.

En las tablas 3 y 4 recogemos los porcentajes de alumnos que eligen cada una de las respuestas de los ítems que forman el test, indicando en negrita la opción correcta.

ITEM	5º E.G.B. (11 años)	8º E.G.B. (14 años)	2º B.U.P. (16 años)	3º B.U.P. (17 años)	C.O.U. (18 años)	1º UNIV. (+18 años)	
1	a)	21,74	36,36	40,00	62,50	55,26	47,06
	b)	39,13	27,27	46,67	31,25	39,47	47,06
	c)	26,09	31,82	10,00	0,00	5,26	4,71
	d)	13,04	4,55	3,33	6,25	0,00	1,18
	e)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	a)	4,35	4,55	10,00	6,25	15,79	0,00
	b)	21,74	13,64	26,67	50,00	26,32	34,12
	c)	47,83	72,73	43,33	43,75	47,37	58,82
	d)	21,74	9,09	13,33	0,00	7,89	7,06
	e)	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	a)	8,70	22,73	23,33	6,25	21,05	10,59
	b)	17,39	18,18	20,00	37,50	28,95	42,35
	c)	60,87	45,45	26,67	37,50	28,95	34,12
	d)	8,70	13,64	13,33	6,25	15,79	4,71
	e)	4,35	0,00	3,33	0,00	0,00	0,00
4	a)	34,78	40,91	23,33	12,50	15,79	12,94
	b)	26,09	40,91	20,00	18,75	28,95	11,76
	c)	17,39	0,00	10,00	18,75	15,79	18,82
	d)	17,39	18,18	20,00	37,50	42,11	42,35
	e)	4,35	0,00	6,67	0,00	2,63	0,00
5	a)	30,43	18,18	6,67	18,75	15,79	14,12
	b)	8,70	36,36	26,67	37,50	34,21	27,06
	c)	34,78	36,36	20,00	6,25	31,58	24,71
	d)	21,74	9,09	6,67	6,25	10,53	9,41
	e)	4,35	0,00	3,33	6,25	5,26	3,53

Tabla 3. Porcentajes de respuestas elegidas en cada opción Sistema Educativo Tradicional

El análisis de estas tablas arroja los siguientes resultados:

Ítem 1: El objetivo que perseguimos con este ítem es averiguar si los alumnos creen que la corriente eléctrica que circula por un circuito se va “debilitando gradualmente”.

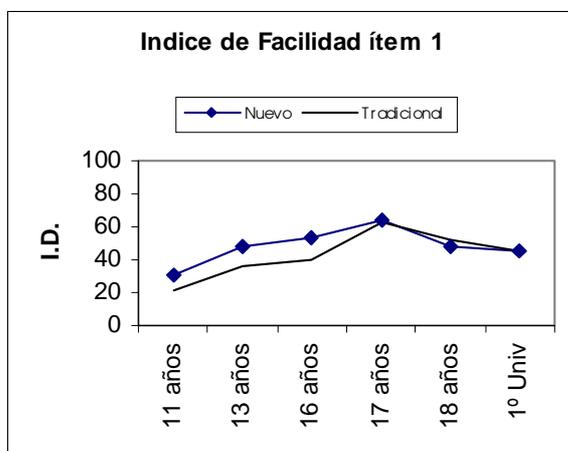
Del análisis de las tablas observamos que la respuesta correcta es la más acertada en la mayoría de los niveles y en ambos Sistemas Educativos, aunque es de destacar, que a pesar de ser una pregunta simple no es acertada ni siquiera por el 50 % de los alumnos en los niveles superiores (para 1º de Universidad en el Sis-

tema Educativo Tradicional, a partir de ahora SET, es del 47,06 %; mientras que para el Nuevo Sistema Educativo, a partir de ahora NSE, es del 45 %). En este ítem llama la atención la gran variedad de respuestas que dan, pues a pesar de acertar con la opción correcta, en la justificación de la misma se observa perfectamente que una gran mayoría piensa que la corriente eléctrica se va debilitando progresivamente. También podemos observar la confusión que existe a la hora de utilizar los términos corriente y energía (Anderson, 1986; Andrés, 1990). Alguna de las justificaciones que alegaron aparecen en la tabla 5.

ALUMNOS	OPCIÓN ELEGIDA	JUSTIFICACIÓN ÍTEM 1
11 años	a	Porque en el circuito 1 hay más energía para ello y en el 2 no porque la energía se tiene que repartir entre dos.
	a	Porque le llega más energía
	b	Igual, lo que pasa que es que en el circuito 2 la pila se gastará antes
	d	Porque la pila no puede emitir energía a las dos bombillas
	b	Le dan la misma energía aunque se gaste antes
	c	Porque el circuito 2 tiene más bombillas y alumbra más
12-18 años	a	No tiene que repartir la energía
	a	A la larga la pila del 2 gasta más energía, se gasta antes
	a	Porque le llega más energía, no se bifurca
	b	Porque la electricidad va a llegar más cerca o más lejos y siempre alumbra igual
	c	La pila del circuito dos se gastará antes
	e	Mientras dure la pila será igual
	a	Porque me lo demuestra la experiencia
+ 18 años	b	El brillo es el mismo lo que ocurre es que la pila del circuito 2 se acabará antes
	b	El brillo depende de la bombilla, que al ser iguales brillarán igual; lo que ocurre es que en el circuito 2 durará menos que en el 1, ya que gasta más energía al haber dos bombillas.
	a	Mayor resistencia menor intensidad
	b	En tu casa porque haya tres bombillas no alumbran más que si tienes cuatro
	a	Están en serie las diferencia de potencial se suman

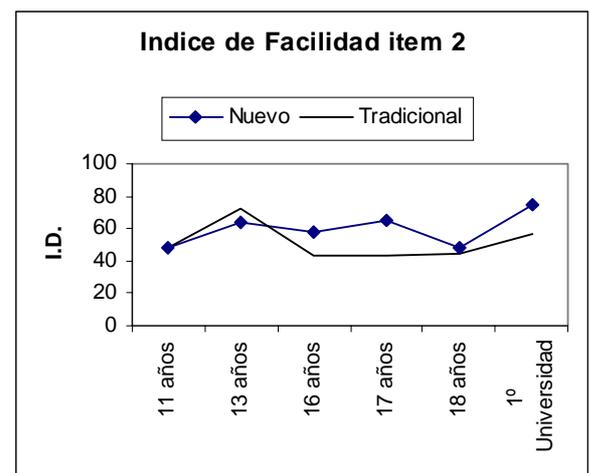
Tabla 5. Justificación a las opciones elegidas para el ítem 1

Para comprobar la evolución de las respuestas con los años de instrucción decidimos calcular el Índice de Facilidad o Destreza (I.D.) para cada grupo de alumnos, utilizando el programa informático LXR-TEST de Logic Extension Resources.



Gráfica 1

En la gráfica 1 representamos los resultados obtenidos para este índice. En ella podemos observar que a pesar de la instrucción recibida los alumnos de los cursos superiores no consiguen mejores resultados que los de los cursos inferiores. La causa de este comportamiento puede ser que a partir de los 18 años no aparecen contenidos relacionados con electricidad en el currículo oficial, excepto en enseñanzas universitarias muy específicas.



Gráfica 2

Ítem 2: Para este ítem, que es complementario del anterior, y en el que tratamos de investigar las ideas intuitivas que poseen los alumnos referentes a la dependencia entre voltaje, resistencia e intensidad, la media en porcentajes de aciertos sobrepasa en ambos sistemas educativos el 50 %, siendo mayor en el caso del NSE (72 %).

Los comentarios que hacen los alumnos como justificación a su elección están en la línea del ítem anterior, llamando la atención la variedad de explicaciones que dan y el lío de conceptos que tienen. En la tabla 6 podemos observar alguno de ellos, y como a pesar de acertar en la respuesta, el concepto en sí no está muy claro.

Para este ítem (gráfica 2) en el SET el máximo se encuentra a los 13 años (8º E.G.B.) mientras que el

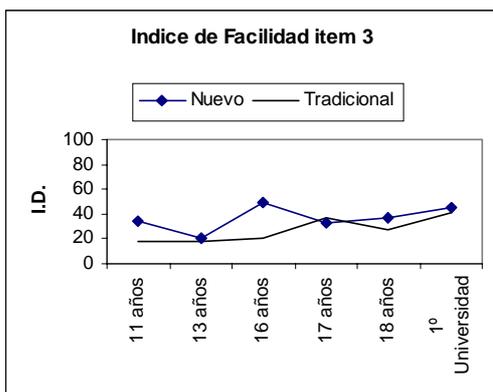
NSE presenta el máximo a partir de los 18 años (1° de Universidad), pero manteniéndose en niveles casi constante y altos desde los 13 años (Educación Primaria) hasta los 17 años (1° Bachillerato). La causa de este comportamiento puede estar en la existencia del área

de Tecnología en el NSE, que permite que los alumnos tengan activados los esquemas conceptuales adquiridos con la instrucción y utilicen en menor grado sus esquemas particulares para responder a la pregunta del ítem.

ALUMNOS	OPCIÓN ELEGIDA	JUSTIFICACIÓN ÍTEM 2
11 años	b	<i>Igual, pero en el circuito 1 dura menos.</i>
	b	<i>Porque hay la misma intensidad</i>
	d	<i>Porque creo que una bombilla sólo la puedes conectar a una pila</i>
	b	<i>Es la misma bombilla</i>
12-18 años	c	<i>Tiene menos energía y en el circuito 3 hay el doble de energía</i>
	c	<i>Hay más energía para la misma bombilla (Muchos)</i>
	b	<i>La pila del circuito 1 se gastará antes que las del 3.</i>
	d	<i>Nulo, porque la energía que proviene del mismo polo se repele</i>
	c	<i>Pues tiene mayor fuerza y hace mayor intensidad</i>
	a	<i>Porque al haber dos pilas hay más intensidad y por lo tanto más brillo</i>
+ 18 años	c	<i>Ya que recibe mayor energía</i>
	c	<i>Porque el circuito 3 le da más potencia a la bombilla</i>
	c	<i>Hay más energía (diferencia de potencial) en el circuito 3</i>
	b	<i>La intensidad es igual</i>
	b	<i>La tensión y la resistencia es la misma en las dos</i>
	d	<i>La bombilla no puede recibir doble intensidad</i>
	c	<i>En el circuito 3 existe mayor fuente de alimentación</i>
	b	<i>Las dos pilas en serie lo que hace es aumentar la duración</i>

Tabla 6. Justificación a las opciones elegidas para el ítem 2

Ítem 3: Con el ítem 3 queremos averiguar si los alumnos tienen ideas previas adecuadas respecto al voltaje eléctrico.



Gráfica 3

Para este ítem, el distractor más elegido es el “c”, que no es el correcto, pero que nos indica que una gran mayoría de alumnos asocia el brillo de la bombilla con el número de pilas que posea el circuito, sin tener en cuenta la conexión de estas pilas. Este comportamiento se observa sobre todo en los cursos inferiores de ambos sistemas educativos, indicándonos la dificultad que

la asociación en paralelo de generadores implica en el alumnado. No deja de llamar la atención, que en los niveles superiores (17 años, 18 años y Universidad) el porcentaje para el distractor “c” sea casi tan elevado como el del distractor correcto. Esto nos indica que una gran mayoría de alumnos a pesar de los años de instrucción sigue contestando según los esquemas particulares que posee y olvida la instrucción recibida.

Alguna de las justificaciones dadas por los alumnos para este ítem pueden observarse en la tabla 7.

Respecto al I.D. para este ítem podemos observar que existen unos dientes de sierra en ambos sistemas educativos, ratificándonos lo dicho anteriormente, los alumnos contestan basándose en las ideas particulares que tienen en ese momento.

Ítem 4: Por último, con los ítems 4 y 5 tratamos de buscar en qué medida los alumnos pueden establecer diferencias entre corriente eléctrica y diferencia de potencial. Así mismo, pueden proporcionarnos información adicional sobre lo que los alumnos entienden por cortocircuito y cómo interpretar un esquema simple de circuito eléctrico.

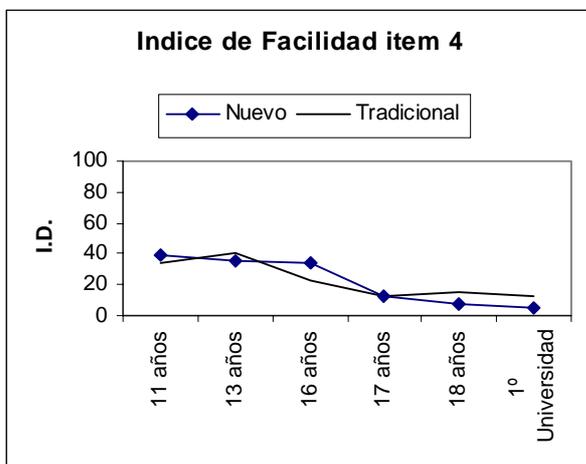
Para este ítem el distractor más elegido en los cursos inferiores (11, 13 y 16 años), en ambos sistemas educativos, es el “a”, que es el correcto. Mientras que el distractor más elegido en los cursos superiores (17 y

18 años y Universidad) es el “d”. Esto nos indica que a niveles inferiores el alumno responde basándose en que la pila al cerrar el interruptor se gastará y por lo tanto su potencial será mayor al estar abierto; mientras que a niveles superiores los alumnos identifican la existen-

cia de una diferencia de potencial con la existencia de corriente eléctrica (Cohen et al., 1982), y no como la causa. En la gráfica 4 observamos perfectamente este comportamiento.

ALUMNOS	OPCIÓN ELEGIDA	JUSTIFICACIÓN ÍTEM 3
11 años	a	Porque las otras son nulas
	c	Porque en el circuito 4 hay mayor energía
	c	Al tener más energía el circuito 4 tiene más fuerza
	d	Porque tiene mucha carga
12-18 años	b	Están en paralelo (varios)
	c	Porque tiene dos pilas
	c	Porque recibe menos energía
	a	Al estar las pilas en oposición las f.e.m. se anulan
	a	Las pilas pierden energía al estar las pilas en paralelo
+ 18 años	a	Porque las pilas están en paralelo
	c	Porque recibe más energía
	c	Porque la intensidad es el doble
	c	En paralelo las intensidades se suman, manteniéndose constante la diferencia de potencial. Por lo tanto, la potencia es mayor y brilla más el circuito 4
	b	Conexión en paralelo, las dos bombillas sometidas al mismo voltaje
	d	Tal y como están colocadas las pilas el circuito se anula

Tabla 7. Justificación a las opciones elegidas para el ítem 3



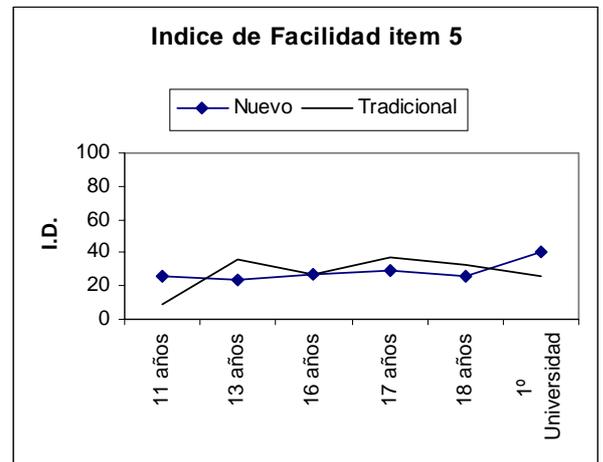
Gráfica 4

Alguna de las justificaciones dadas por los alumnos para este ítem pueden observarse en la tabla 8.

Es de destacar que muy pocos alumnos se dan cuenta que al cerrar el interruptor se produce un cortocircuito entre los puntos 1 y 2, y por lo tanto la diferencia de potencial entre ellos será nula.

Para el ítem 5 (gráfica 5), el índice de facilidad presenta una cierta constancia a lo largo de todos los ni-

veles de los dos sistemas educativos, no sobrepasándose en ningún caso el 40 % de aciertos.



Gráfica 5

Los comentarios sobre las justificaciones están en la misma línea que los ítem anteriores y nos indican que las preconcepciones sobre corriente eléctrica y diferencia de potencial son evidentes y ni siquiera los años de instrucción consiguen corregirlas.

En la tabla 9 podemos observar alguno de ellos.

ALUMNOS	OPCIÓN ELEGIDA	JUSTIFICACIÓN ÍTEM 4
11 años	a	<i>Cuando está cerrado apenas hay potencial eléctrico</i>
	a	<i>Mayor porque pasa más corriente</i>
	a	<i>Porque al cerrarse se iguala el potencial</i>
	d	<i>Porque no pasa corriente eléctrica</i>
12-18 años	a	<i>Cuando el interruptor está abierto toda la energía está en la pila</i>
	b	<i>Porque el potencial es el mismo en todo el circuito</i>
	c	<i>Porque sino la corriente no pasaría</i>
	d	<i>Sin pasar corriente no hay I ni potencial</i>
	d	<i>No hay corriente no hay diferencia de potencial (Muchos)</i>
+ 18 años	a	<i>Cuando está cerrado no hay diferencia de potencial</i>
	c	<i>Para que haya diferencia de potencial debe haber corriente</i>
	b	<i>Aunque esté abierto sigue habiendo diferencia de potencial</i>
	d	<i>No se transmite la corriente</i>
	d	<i>Como $I=0$ implica que $V=0$.</i>
	d	<i>Diferencia de potencial solo cuando el circuito está cerrado</i>

Tabla 8. Justificación a las opciones elegidas para el ítem 4

ALUMNOS	OPCIÓN ELEGIDA	JUSTIFICACIÓN ÍTEM 5
11 años	a	<i>Porque cuando se está cerrado no se circula</i>
	b	<i>Los puntos no se mueven</i>
	d	<i>Porque no se está gastando potencial</i>
	d	<i>Porque la bombilla no enciende</i>
12-18 años	a	<i>Porque hay más corriente</i>
	b	<i>El interruptor no influye</i>
	c	<i>AL ser el punto 3 el que tiene más recorrido le llega menos energía</i>
	c	<i>En el generador siempre hay una diferencia de potencial pero cuando pasa una corriente aumenta</i>
	d	<i>Si no hay corriente la ddp es cero</i>
	e	<i>Nula cuando el circuito está abierto</i>
+ 18 años	a	<i>Al cerrarse el interruptor hay caída de tensión en la bombilla</i>
	b	<i>Será siempre el potencial de la pila</i>
	b	<i>No depende para nada del resto del circuito</i>
	c	<i>Porque cuando está abierto no hay corriente eléctrica</i>
	b	<i>La intensidad es la misma</i>
	d	<i>Porque no paso de corriente</i>
	e	<i>Solo hay cuando el interruptor está cerrado, ya que cuando está abierto no hay circulación de corriente.</i>
	e	<i>Nula cuando el interruptor está abierto</i>

Tabla 9. Justificación a las opciones elegidas para el ítem 5

VI Conclusiones

Del análisis comparativo realizado anteriormente podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Después de más de 8 años de instrucción sobre los circuitos eléctricos de corriente continua los alumnos siguen respondiendo a preguntas simples sobre los mismos con las ideas particulares que poseen en ese momento, olvidándose casi por completo de la formación recibida durante años.
- Aunque se introduzca una reforma educativa, basada en la “Teoría Constructivista del Aprendizaje” y en las ideas previas de los alumnos, y se incluya en ella áreas directamente relacionadas con el tema y eminentemente

práctica (área de Tecnología a partir de los 12 años), se observa que los rendimientos siguen siendo análogos a los del sistema tradicional y que las preconcepciones que poseen los alumnos son difíciles de corregir, por lo menos, en aquellos casos en los que antes de realizar el test los alumnos no habían recibido durante ese curso instrucción sobre el tema de ningún tipo.

c) Consideramos necesario que los profesores de todos los niveles educativos se conciencien de la existencia de estas preconcepciones y las tengan en cuenta a la hora de abordar su instrucción formal relativa al tema.

Estos resultados nos plantean la necesidad de profundizar y ampliar este tipo de estudio, introduciendo formación inicial reciente antes de la realización del test

y elaborando materiales que permitan a los alumnos corregir los problemas detectados, para de esta forma contrastar los resultados con los obtenidos en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, B. *The experiential gestalt of causation: a common core to pupil's preconceptions in Science*. European Journal of Science Education, **8(2)**, 155-171. (1986).
- ANDRÉS, M. M. *Evaluación de un plan instruccional dirigido hacia la evolución de las concepciones de los estudiantes acerca de los circuitos eléctricos*. Enseñanza de las Ciencias, **8(3)**, 231-237. (1990).
- AUSUBEL, D.P. *Educational Psychology. A cognitive view*. Nueva York : Holt, Rineheart and Winston, Inc. (1978).
- CARRETERO, M.; POZO, J.I. y ASENSIO, M. *La enseñanza de las Ciencias Sociales*. Ed. Morata. Madrid. (1989).
- CLOSSET, J.L. *Le raisonnement séquentiel en électrocinétique*. Tesis de tercer ciclo. Universidad de París VII. (1983).
- COHEN, R., EYLON, B. y GANIEL, U. *Potencial difference and current in simple electric circuits: a study of student's concepts*. American Journal of Physics, **51(5)**, 407-412. (1983).
- DOWNIE, N.M. *Fundamentals of Measurement: Techniques and Practices*. New York. Oxford University Press. (1967).
- DRIVER, R.; GUESNE, E.; y TIBERGHEN, A. *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press. Trad. cast. de P. Manzano: Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Madrid: Morata/MEC, 1989. (1985).
- DRIVER, R. *Student's conceptions and the learning of science*. International Journal of Science Education, **11(5)**, 481-490. (1989).
- FREDETTE, N. y LOCHHEAD, J. *Students' conceptions of simple circuits*. The Physics Teacher, **18**, 194-198. (1980).
- FURIÓ, C. y GUIASOLA, J. *Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento*. Enseñanza de las Ciencias, **17(3)**, 441-452. (1999).
- GIL, J.; SOLANO, F.; PÉREZ, A.L. Y SUERO, M.I. *Persistencia de preconcepciones en Óptica en los diferentes niveles del sistema educativo*. Actas de la XI Conferencia Nacional de Física e VIII Encontro Ibérico para o ensino da Física. Porto (Portugal).139-140. (1998).
- GIORDAN, A., y DE VECCHI, G. *Les origines du Savoir*. Delachaux et Niestl: Neuchatel. (1987).
- HIERREZUELO, J., y MONTERO, A. *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Laia / M.E.C. (1988).
- KOUMARAS, P., KARAIOTOGLOU, P. y PSILLOS, D. *Causal structures and counter-intuitive experiments in electricity*. International Journal Science Education, **19(6)**, 617-630. (1997).
- MANRIQUE, M., VARELA, P. y FAVIERES, A. *Selección bibliográfica sobre esquemas alternativos de los estudiantes en electricidad*. Enseñanza de las Ciencias, **13(1)**, 36-45. (1989).
- METIOUI, A. et al. *The persistence of students' unfounded beliefs about electrical circuits: the case of Ohm's law*. International Journal Science Education, **18(2)**, 193-212. (1996).
- MONTANERO, M.; PÉREZ, A.L. y SUERO, M.I. *Survey of student and teacher conceptions of action-reaction in Dynamics: implicit alternative theories are manifest in the consistency of incorrect responses*. Physics Education, **30**, 277-283. Inglaterra. (1995).
- ORTON, A. *Learning Mathematics*. Ed. Cassell. Londres. (1988).
- OSBORNE, R.J. *Children ideas about electric current*. New Zealand Science Teacher, **29**, 360-365. (1981).
- OSBORNE, R.J. *Towards modifying children's ideas about electric current*. Research in Science and Technological Education, **1**, 73-82. (1983).
- PONTES, A. y DE PRO, A. *Concepciones y razonamientos de expertos y aprendices sobre electrocinética: consecuencias para la enseñanza y la formación de profesores*. Enseñanza de las Ciencias, **19(1)**, 103-121. (2001).
- RHÖNECK, C. *Semantics Structures describing the electric circuit before and after instruction*. International Summer Work-shop: Research on Physics Education. La Londe les Maures. Francia. (1983).
- SHIPSTONE, J. *A study of children's understanding of electricity in simple D.C. circuits*. European Journal of Science Education, **6(2)**, 185-198. (1984).
- SOLANO, I., JIMENEZ-GÓMEZ, E. y MARÍN, N. *Análisis de la metodología utilizada en la búsqueda de "lo que el alumno sabe" sobre fuerza*. Enseñanza de las Ciencias, **18(2)**, 171-188. (2000).
- VARELA, P.; MANRIQUE, M.J. y FAVIGRES, A. *Circuitos eléctricos: una aplicación de un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en las ideas previas de los alumnos*. Enseñanza de las Ciencias, **6(3)**, 285-290. (1988).
- VIENNOT, L. *Analyzing students' reasoning: tendencies in interpretation*. American Journal of Physics, **53(5)**, 432-436. (1985).

ANEXO I

De entre las opciones que se dan como posibles respuestas a cada pregunta, señala la que te parezca que mejor responde a ella. Ten en cuenta que sólo una opción puede ser correcta y que si ninguna de las que se ofrecen te parece válida, siempre tienes la posibilidad de elegir la opción e) y exponer tu respuesta.

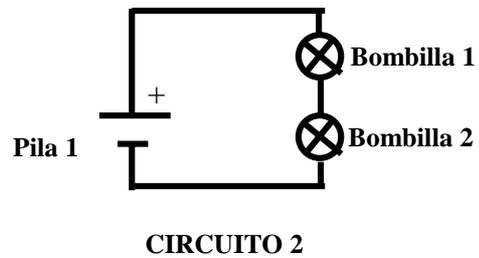
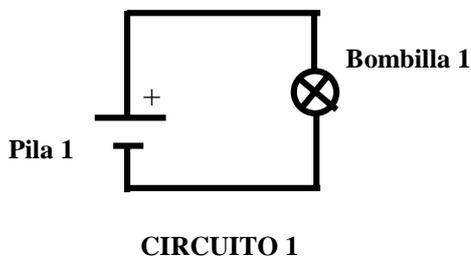
Para la realización de este test se supone que las pilas, bombillas e interruptores son idénticos e ideales en todos los circuitos .

ÍTEM 1)

Observa los circuito 1 y 2. El brillo de la bombilla 1 será:

- a) Mayor en el circuito 1 que en el circuito 2.
- b) Igual en el circuito 1 que en el circuito 2.
- c) Menor en el circuito 1 que en el circuito 2.
- d) Nulo en el circuito 2.
- e)

Justifica brevemente tu respuesta.....

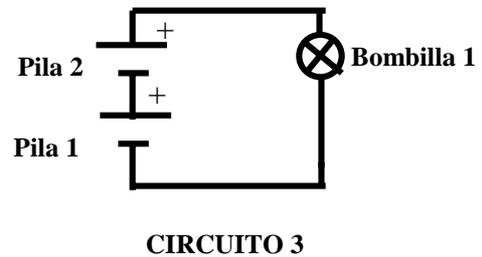
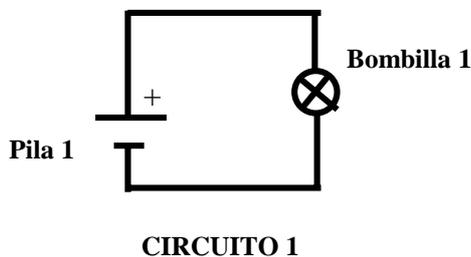


ÍTEM 2)

Observa los circuitos 1 y 3. El brillo de la bombilla 1 será :

- a) Mayor en el circuito 1 que en el circuito 3.
- b) Igual en el circuito 1 que en el circuito 3.
- c) Menor en el circuito 1 que en el circuito 3.
- d) Nulo en el circuito 3.
- e)

Justifica brevemente tu respuesta.....



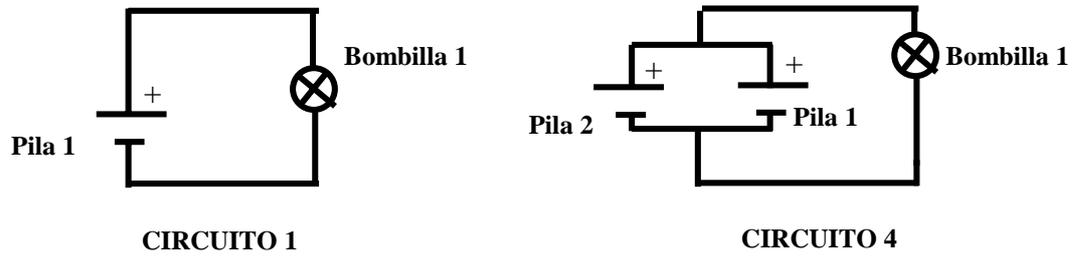
ÍTEM 3)

Observa los circuitos 1 y 4. Se supone que las pilas son ideales (resistencia interna nula). El brillo de la bombilla 1 será:

- a) Mayor en el circuito 1 que en el circuito 4.
- b) Igual en el circuito 1 que en el circuito 4.
- c) Menor en el circuito 1 que en el circuito 4.

- d) Nulo en el circuito 4.
e)

Justifica brevemente tu respuesta.....

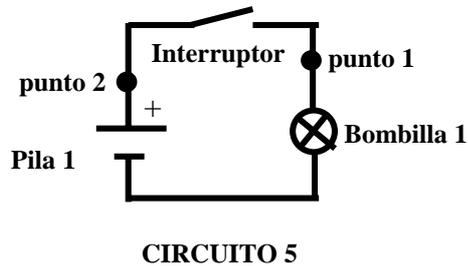


ÍTEM 4)

Observa el circuito 5. Cuando el interruptor está cerrado permite el paso de la corriente eléctrica a su través. Si está abierto no puede circular corriente eléctrica a través de él. La diferencia de potencial eléctrico entre los puntos 1 y 2 es:

- a) Mayor cuando el interruptor está abierto que cuando está cerrado.
b) Igual cuando el interruptor está abierto que cuando está cerrado.
c) Menor cuando el interruptor está abierto que cuando está cerrado.
d) Nula cuando el interruptor está abierto.
e)

Justifica brevemente tu respuesta.....



ÍTEM 5)

Observa el circuito 5. La diferencia de potencial eléctrico entre los puntos 2 y 3 es:

- a) Mayor cuando el interruptor está abierto que cuando está cerrado.
b) Igual cuando el interruptor está abierto que cuando está cerrado.
c) Menor cuando el interruptor está abierto que cuando está cerrado.
d) Nula cuando el interruptor está cerrado.
e)

Justifica brevemente tu respuesta.....

