

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS CONCEPTOS SOBRE ENERGÍA EN ALUMNOS DEL CICLO SUPERIOR DE E.G.B.

Javier García Gómez
Vicente Sanjosé López

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universitat de València.

Angel Latorre Latorre

Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universitat de València.

INTRODUCCIÓN

En la mejora del proceso de enseñanza/aprendizaje juega un papel fundamental el conocimiento previo que los alumnos tienen de los conceptos que van a ser enseñados. Hasta tal punto que, para Ausubel (1983) “de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe. Averígüese ésto y enséñese en consecuencia”. En este mismo sentido Bachelard (1938) había indicado: “siempre me ha llamado la atención que sean los profesores de Ciencias, más aún que los otros los que no entienden que no se entienda. No se han detenido a pensar que el alumno llega a clase con conocimientos empíricos ya constituidos”.

Por ello, en los últimos años, se ha desarrollado una importante línea de investigación para analizar los errores conceptuales de los alumnos en cualquier nivel educativo.

Algunos autores han propuesto recientemente modelos de enseñanza/aprendizaje basados en estrategias de “cambio conceptual”:

A) Posner (1982) y Hewson (1983) propugnan modelos que encajan dentro de la teoría constructivista del aprendizaje de Osborne y Wittrock (1985) y de Driver (1986), uno de cuyos supuestos básicos es que el progreso en el aprendizaje depende también de lo que el estudiante ya sabe. Las ideas fundamentales de esta teoría se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

— Lo que ya hay en la mente del alumno tiene una importancia decisiva.

— Encontrar sentido, supone establecer rela-

ciones. Los conocimientos que pueden conservarse permanentemente en la memoria, no son hechos aislados, sino aquéllos muy estructurados y que se interrelacionan de múltiples formas (Niaz, 1987).

— Quien aprende construye activamente significados.

— Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

B) Para Giordan (1983 y 1985) la manera de vencer o cambiar un error conceptual, pasa primero por su detección y su expresión verbal o escrita. Luego se deja que el niño presente su marco conceptual al grupo de alumnos que lo discutirá, confrontándolo con los de los demás. Según Giordan es importante que los niños se den cuenta de que sus representaciones no son, forzosamente, las de los demás. Esto, más que la intervención del maestro, es lo que puede provocar una aceptación del cambio conceptual y una modificación de la representación.

C) Otra metodología es la del “conflicto”, situación creada por el maestro, con el fin de evidenciar una discrepancia entre la representación del alumno y la ciencia formal. Esta metodología es la que utilizan Rowell y Dawson (1983) en trabajos de laboratorio, basándose en una investigación anterior de Karmiloff-Smith y Inhelder (1976). Intentan modificar una representación (que ellos llaman “teoría-en-acción”), mediante un contraejemplo y reconocen que, frente a la “irregularidad” que ésto supone, el niño “supera” la prueba aportando hipótesis complementarias para reforzar su representación. Admiten que la identificación y la puesta en evidencia de la representación, es sólo el primer paso de un largo

camino que no lleva forzosamente a una solución correcta.

Rowell y Dawson (1983) proponen un modelo con los siguientes pasos:

Identificar las "teorías-en-acción".

Aceptarlas como posibles soluciones.

Pedir a los niños que los recuerden bien, pero que el maestro va a enseñarles otra "posibilidad" que tendrán que evaluar.

Explicar la nueva teoría, intentando relacionarla si es posible, con la representación de los alumnos.

Cuando ya manejan esta nueva teoría, se les pide que la comparen con la suya anterior.

Este interesante trabajo de Rowell y Dawson (1983) es tributario de las ideas de Kuhn (1978), según el cual "las viejas teorías no son nunca derrotadas por una evidencia en contra. Sólo lo son por una teoría mejor".

EXPLICACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Dentro de esta línea, surge nuestra preocupación didáctica por detectar los conocimientos previos de los alumnos para elaborar instrumentos de instrucción que posibilitem el cambio conceptual desde los conocimientos previos al conocimiento científico facilitando el aprendizaje significativo.

Por ello, al elaborar un material didáctico interdisciplinar centrado en el tema sobre la Energía, (Anexo 1), consideramos la conveniencia de detectar los preconceptos y conocimientos previos que sobre el tema poseían los alumnos de 6º de E.G.B.

Con esta finalidad, el equipo de trabajo confeccionó un cuestionario, tomando como criterio en su elaboración los objetivos mínimos que los alumnos debían conocer al finalizar el ciclo medio.

El cuestionario estaba integrado por 20 ítems que recogían diferentes aspectos relacionados con el tema y que reproducimos, contestado ya por un alumno-cjemplo, en este trabajo, (Anexo 2).

La aplicación del cuestionario se realizó sobre una población de 400 alumnos de 6º de E.G.B., durante el primer trimestre del curso 1987/88. Los alumnos pertenecían a cinco Centros Públicos de la Comunidad Valenciana ubicados en grandes poblaciones de las provincias de Alicante y Valencia.

El entorno socio-económico y cultural de tres de los Centros podría considerarse como de tipo medio, mientras que los otros dos centros poseen unas condiciones sociales de nivel más bajo.

El cuestionario fue aplicado en condiciones normales de clase, dentro del horario correspondiente al área de Ciencias y por el propio profesortutor en cada uno de los Centros, con la finalidad de no distorsionar la aplicación y conseguir una situación más próxima a la realidad.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El tratamiento de los resultados se ha conducido a través de los siguientes pasos:

1) Se han agrupado las cuestiones en 5 bloques diferentes, cuyo contenido último alude a la relación existente entre la energía como concepto general y amplio, y diferentes contextos en los que este concepto adquiere una u otra significación. Estos bloques son:

Fuentes de Energía

Transformaciones energéticas

La Técnica y la Energía

Energía y Sociedad

La Energía y los Seres Vivos

Los tres primeros bloques toman en consideración aspectos científico-técnicos. El cuarto bloque alude a la importancia que la energía, sus recursos y aplicaciones, tienen como condicionantes de la estructura social. Por último el bloque 5º intenta averiguar si los alumnos de este nivel, reconocen la necesidad, los flujos y consumos de energía por parte de los seres vivos, o desconectan las funciones vitales de los procesos de abastecimiento y consumo energético.

Los resultados, se han clasificado, para cada ítem, en Bien, Mal u otros resultados (Parcialmente B ó M ó sin contestar).

En el gráfico 1 se recoge los resultados porcentuales de respuestas erróneas a los diferentes ítems, agrupados en los bloques antes citados. Es de destacar que son precisamente los aspectos que más trascendencia tienen en la formación como ciudadanos (sociales y en relación con la vida) los peor asimilados por los alumnos, quizá porque requieren un esfuerzo cognitivo superior de relación entre diferentes conceptos y aspectos de un mismo tema. Sin embargo, las cuestiones de tipo "académico", reflejan un menor (aunque alto) índice de errores, tal vez, por haber precedido un estudio concienzudo de libro o de temario.

Analizamos a continuación los resultados más significativos de cada bloque:

FUENTES

Las cuestiones 1 y 3, son las que obtienen un índice de error más bajo porque los niños asocian el concepto de energía casi exclusivamente como fuente que hace funcionar las máquinas.

La cuestión 2 es la más difícil de responder por los alumnos, (33% de error) hecho que manifiesta la teoría de Bruner (1987) sobre la mayor facilidad de comprensión icónica frente a la simbólica en un tercer grado de desarrollo cognoscitivo.

TRANSFORMACION

La cuestión n° 12 se refiere a una relación de elementos y ha sido la más fácil de resolver por los alumnos, mientras que la cuestión 8 que implica un doble conocimiento, transformación de la energía y producción es la más difícil de contestar (41% de error).

TECNICA

La cuestión 10 ha sido la de menor índice de error (5%). Quizás haya influido el soporte gráfico de la cuestión y la práctica de realización habitual por los alumnos.

SOCIEDAD

La cuestión con mayor n° de error es la 18, (47%) en este caso el proceso de instrucción es importante puesto que aunque la pregunta del cuestionario fue tomada de los objetivos en los programas renovados, no todos los libros de texto la recogen y ello influye en el desconocimiento por parte de los alumnos.

SERES VIVOS

La cuestión con mayor índice de error del bloque, y también del cuestionario es la n° 4, pese a ser la más gráfica de todo el cuestionario. El índice de error, superior al 50% se debe a la dificultad para el niño de relacionar la energía con los seres vivos.

En la gráfica n° 2 se comparan los diferentes bloques globalmente en cuanto a su importancia relativa en el índice de errores.

Puede observarse cómo los bloques que se refieren a fuentes, transformación y técnicas son globalmente los que arrojan un menor índice relativo de error mientras que los bloques SOCIEDAD y SERES VIVOS son los que alcanzan un índice de error relativo más elevado.

Entre las causas que pueden proporcionar esta situación podemos destacar:

1) Mayor facilidad de comprensión para el niño de aquellos elementos que se refieren a lo observable (situaciones etc.).

2) Influencia de los medios de comunicación que suelen tratar el concepto de energía de una manera excesivamente superficial y generalmente en relación con problemas económicos derivados de las situaciones con respecto a ciertas fuentes de energía como petróleo o centrales nucleares.

3) El hecho de que los seres vivos necesitan energía para subsistir ha sido el que hemos detectado como agente productor de un mayor índice de errores. Quizá esto es debido a una falta de integración de las Ciencias en los niveles básicos de instrucción que hace que los alumnos no relacionen conceptos de unas materias con los de otras.

En general, los ítems que relacionan dos o más áreas son los peor contestados. De ahí que los bloques SOCIEDAD y SERES VIVOS son los que han obtenido un mayor índice de error (23% y 30%).

CONCLUSIONES

Como conclusión al trabajo realizado hasta aquí, sería conveniente resaltar lo siguiente:

1) Aunque en la elaboración del cuestionario se ha tenido en cuenta la capacidad cognitiva de los alumnos, hemos podido detectar una mayor facilidad en la resolución de los ítems con soporte iconográfico, lo cual corrobora la mayor dificultad en la comprensión del ítem cuando se usa el lenguaje escrito como único vehículo de expresión.

2) La estructura gráfica del ítem no es, sin embargo, el único ingrediente para su correcta resolución, si éste lleva implícito el conocimiento de un concepto científico, como ocurre en el ítem n° 4, que siendo el más gráfico del cuestionario, ha inducido la mayor proporción de errores.

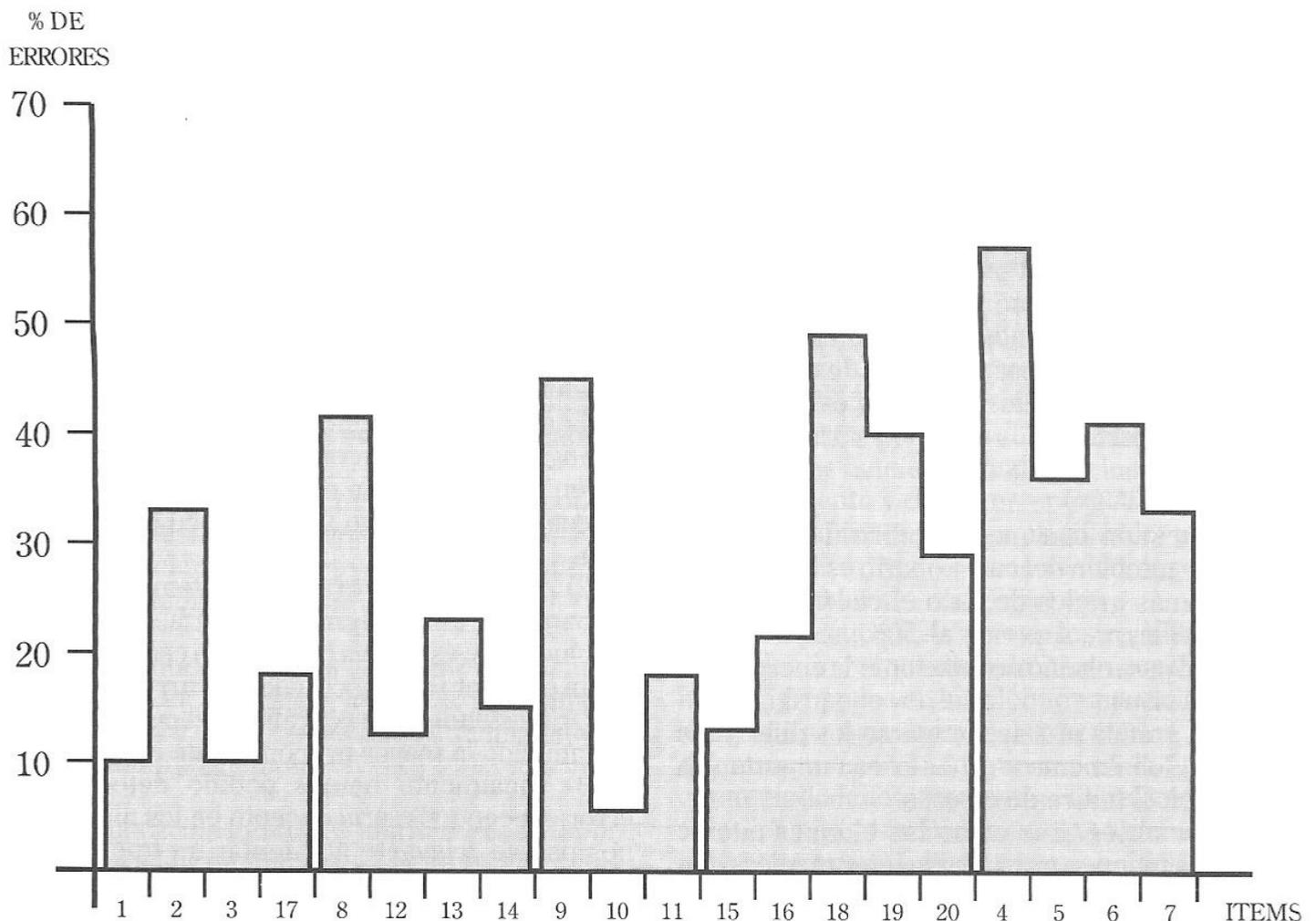
3) Finalmente hemos podido detectar un error conceptual o preconcepto en los niños que nos parece relevante al intentar un tratamiento instructivo sobre el tema: El no considerar que los seres vivos necesitan energía, considerando ésta meramente como fuente para las máquinas o utensilios que emplea el hombre, siendo más

difícil comprender que ellos mismos y el resto de seres vivos, son consumidores de energía de la que se abastecen mediante alimentos, el Sol,...

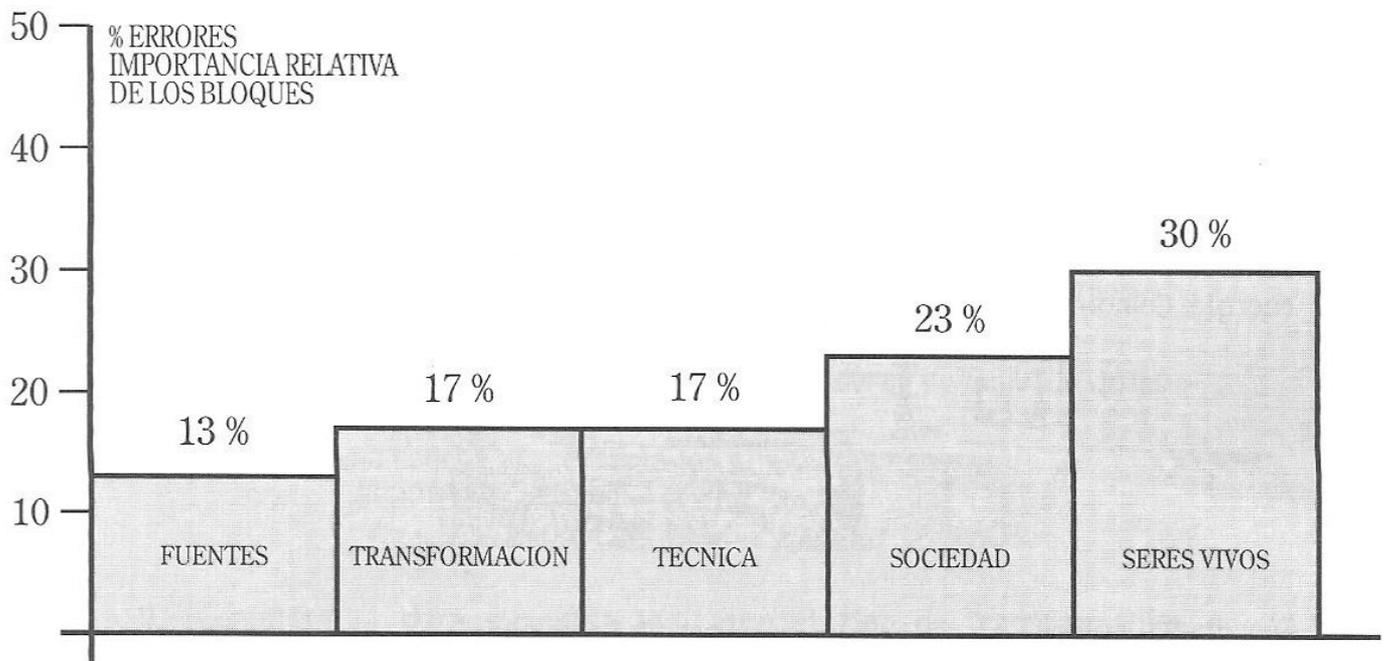
BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D.P. 1983. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Trillas, México.
- Bachelard, G. 1938. La formation de l'esprit scientifique. Vrin, Paris.
- Bruner, J. 1987. La Importancia de la Educación. Paidós, Barcelona.
- Driver, R. 1986. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias* 4, 3-16.
- Giordan, A. 1982. La Enseñanza de las Ciencias. Siglo XXI, Madrid.

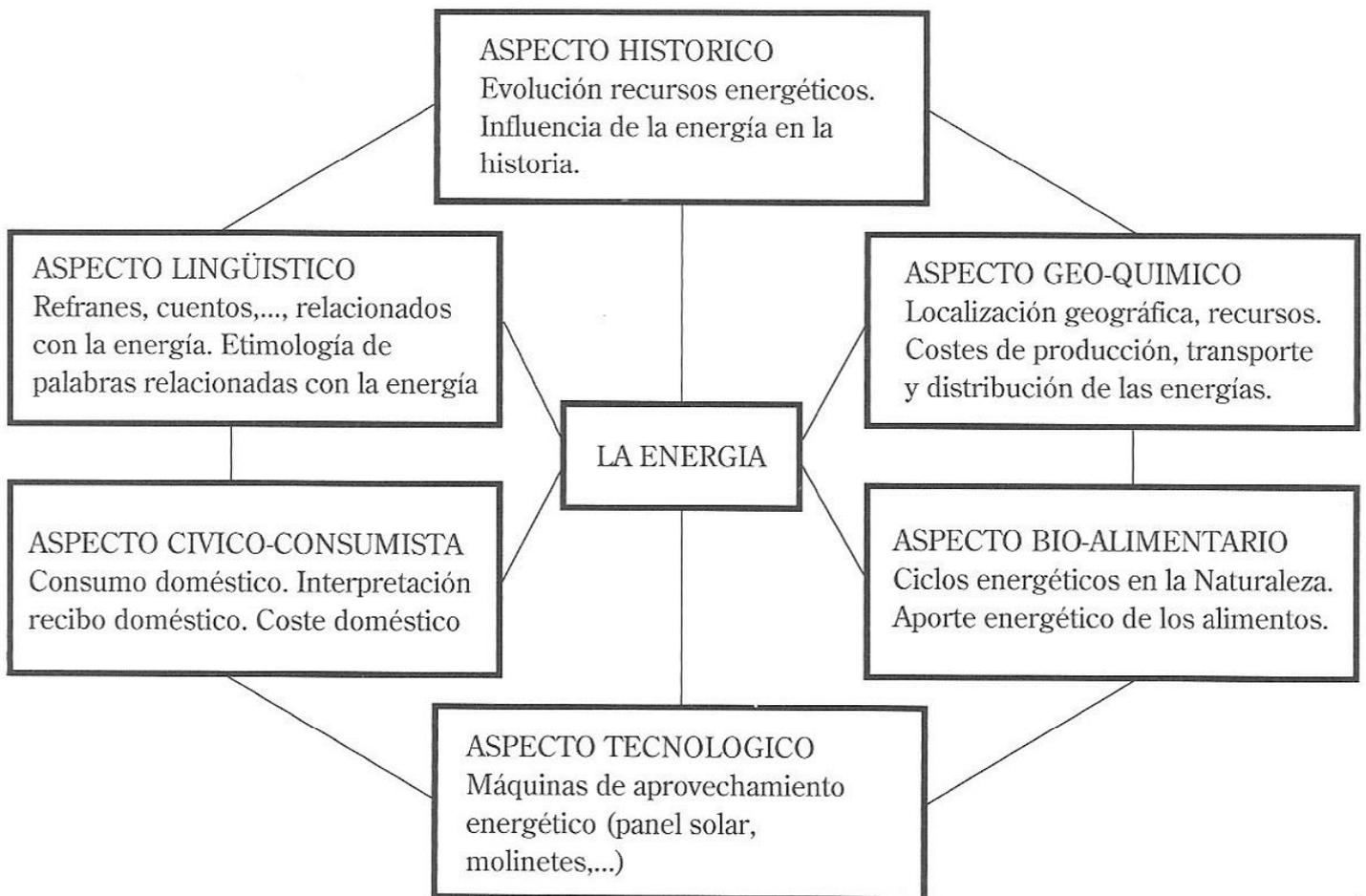
- Giordan, A. 1985. Interés didáctico de los errores de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias* 2, 11-18.
- Hewson, P. 1983. A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education* 3, 383-396.
- Karmiloff, A. y Inhelder, B. 1976. If you want to get ahead, get a theory. *Cognition* 3, 195-212.
- Kuhn, T.S. 1978. La revolución copernicana. Ariel, Barcelona.
- Niaz, M. 1987. Estilo cognoscitivo y su importancia para la enseñanza de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias* 5, 97-105.
- Osborne, R. y Wittrock, O. 1985. The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education* 12, 59-87.
- Posner, G.J. et al. 1982. Accomodation of scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education* 66, 211-228.
- Rowell, J.A. y Dawson, C.J. 1983. Laboratory counter example and the growth of understanding in science. *European Journal of Science Education* 4, 79-94.



GRAFICA 1.
La Energía



GRAFICA 2.
La Energía



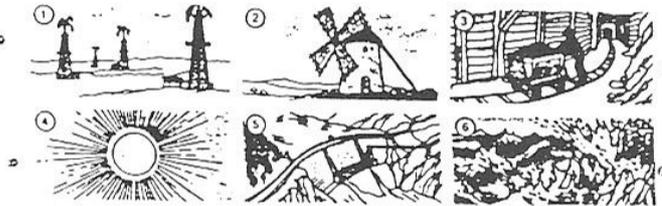
ANEXO 1

ANEXO 2

ALUMNO. Javier Ruiz Jimenez 5.B

CUESTIONES SOBRE LA ENERGIA

1.- Fíjate en los seis dibujos que representan diferentes fuentes de energía. Completa las frases con el número que corresponde al dibujo.



Energía Eólica es 2 Energía Solar es 4
 Energía Marina es 6 Energía Hidráulica es 5
 Energía calorífica (carbón) es 3 Energía calorífica (Petroleo) es 1

2.- Escribe las fuentes de energía que tu conoces en el cuadro siguiente:

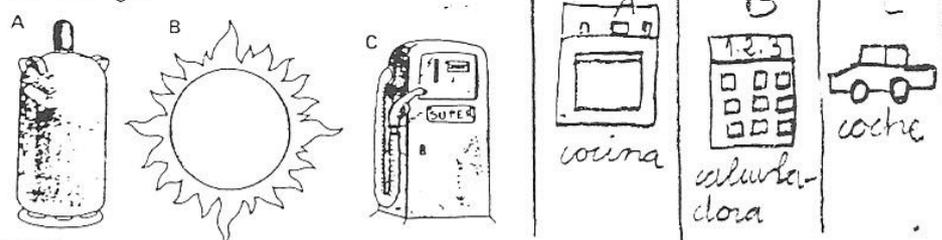
FUENTES RENOVABLES

FUENTES NO RENOVABLES

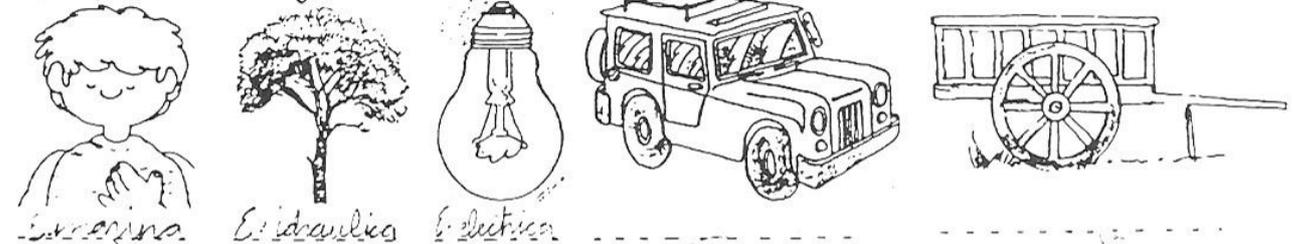
Energía Solar
Energía hidráulica
Energía marina

Energía Eólica
Energía calorífica (carbón)
Energía calorífica (Petroleo)

3.- Dibuja tres aparatos o seres que funcionen gracias a estas fuentes de energía.



4.- ¿Qué fuente de energía necesita cada uno de los elementos que se representan en la figura?

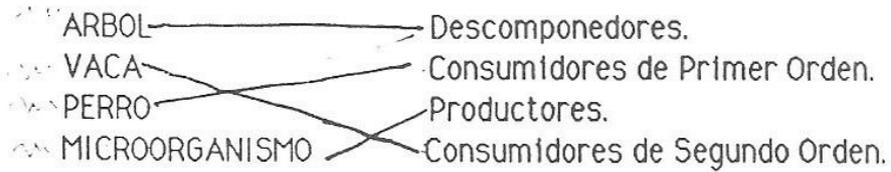


5.- Señala con una cruz aquellos seres que necesitan energía para funcionar correctamente

o cosas

BOMBILLA X ROCA.....
 ARBOL X HOMBRE X
 BICICLETA X MESA.....

6.- Relaciona los elementos de la columna de la izquierda con su característica en la columna de la derecha.



7.- Ordena en una cadena alimentaria los siguientes seres:

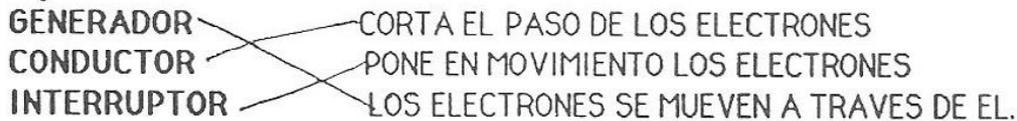
SERPIENTE, AGUILA, HIERBA, RATON

Aguila - Serpiente - raton - hierba

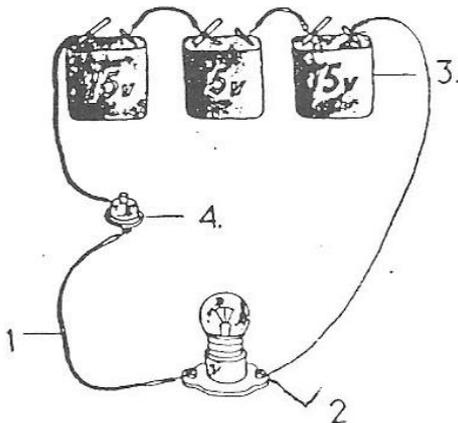
8.- Completa la lista siguiente indicando el tipo de transformación de energía que se produce.

| | | | | |
|---------------------|-----------------------|------------------|------------|-------------------|
| LA BOMBILLA | transforma la energía | ELECTRICA | en energía | LUMINOSA. |
| EL MOTOR DE COCHE | " " " | | " " | |
| LA ESTUFA ELECTRICA | " " " | <i>Electrica</i> | " " | <i>calorifica</i> |
| LA BATIDORA | " " " | <i>Electrica</i> | " " | <i>mechonica</i> |
| EL PANEL SOLAR | " " " | <i>Solar</i> | " " | <i>electrica</i> |
| LA CENTRAL NUCLEAR | " " " | | " " | |

9.- Relaciona mediante flechas los elementos de las dos columnas siguientes:



10.- Observa el esquema siguiente y completa las frases escribiendo a continuación de cada una el número que le corresponde en el dibujo.



EL GENERADOR ES... 3

EL HILO CONDUCTOR ES... 1

EL INTERRUPTOR ES... 4

LA LAMPARA ES... 2

11.- El esquema representado en la cuestión anterior (10) está incompleto, y por eso la lámpara está apagada. Completa el esquema anterior para que se encienda la lámpara.

12.- Los siguientes aparatos consumen energía eléctrica y producen otro tipo de energía. Relaciona cada aparato con el tipo de energía que produce.

| | |
|-------------|--------------------|
| PLANCHA | ENERGIA MECANICA |
| TRITURADORA | ENERGIA EOLICA |
| VENTILADOR | ENERGIA CALORIFICA |

13.- Subraya el aparato que es una aplicación del magnetismo.

~~FRIGORIFICO~~
ESTUFA
~~BRUJULA~~
~~PALANCA~~

14.- Subraya un aparato en el que la energía eléctrica se convierte en energía magnética.

TURBINA DE VAPOR
POLEA
ELECTROIMAN
~~VENTILADOR~~

15.- Subraya la frase que indica un aprovechamiento que el hombre hace de la luz y del calor del sol.

MOVER MOLINOS DE VIENTO
EXTRAER AGUA DE LOS POZOS
~~PRODUCIR ELECTRICIDAD EN UNA CENTRAL TERMICO SOLAR.~~
ASEO PERSONAL

16.- Escribe tres acciones que tú puedes hacer en tu casa para ahorrar energía.

1. apagar una lampara
2. " " nevera
3. " " estufa

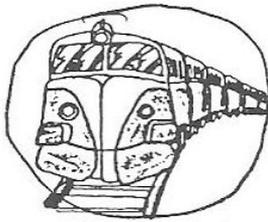
17.- Redondea el mineral que se emplea como combustible en una Central Nuclear.

PLATA, COBRE, URANIO, PLOMO.

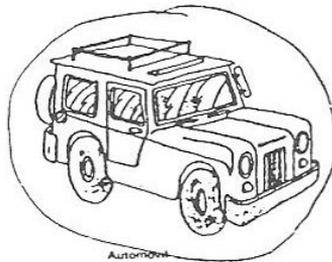
18.- Relaciona los científicos de la izquierda con su invento o descubrimiento.

| | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| TOMAS ALBA EDISON | TELEGRAFO |
| M.A. GRAHAM BELL | PILA ELECTRICA |
| SAMUEL MORSE | TELEFONO |
| A. VOLTA | LAMPARA INCANDESCENTE. |

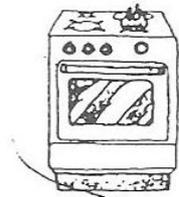
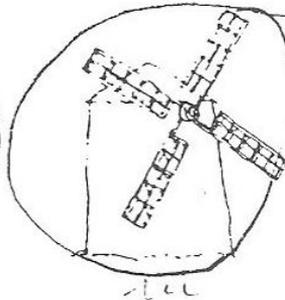
19.-De los aparatos siguientes, redondea con un círculo aquellos que emplean como combustible un derivado del petróleo.



Máquina de tren Diesel



Automóvil



Cocina de gas

20- Dibuja en las seis viñetas que tienes a continuación una historieta que cuente el proceso de la extracción del petróleo hasta su consumo.

