

# La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica

Héctor G. Riveros  
*Instituto de Física, UNAM*

Received 6 August 2019; accepted 4 September 2019

Los fines de la enseñanza han evolucionado junto con la sociedad en que vivimos, desde una enseñanza memorística hasta llegar a una que enseña a razonar, para poder adaptarse al ritmo acelerado de cambio impuesto por la aplicación de los descubrimientos científicos en la sociedad. Tenemos una sociedad en aprendizaje continuo, lo que requiere capacidad de razonar para poder adaptarse con rapidez. Estamos definiendo la calidad en la enseñanza como su capacidad para enseñar a razonar. Esto requiere elaborar evaluaciones y textos que induzcan el razonar. Respetando los temas de los textos de la SEP de 4<sup>o</sup>, 5<sup>o</sup> y 6<sup>o</sup> de Primaria, se sugieren cambios en las presentaciones a los niños, que ayuden al profesor a que el estudiante entienda y razone los temas estudiados. Se aclaran conceptos sobre reflexión, solubilidad, metabolismo, poleas, caleidoscopio y elasticidad en ligas. El profesor decide en cada tema si lo deduce de conocimientos previos o lo induce a partir de una demostración o datos experimentales. Las ciencias naturales se enseñan a partir del 4<sup>o</sup> año de Primaria, y se requieren razonamientos sencillos para que los entiendan niños de 10 a 12 años.

*Descriptor:* Ciencias Naturales; libros de texto; errores conceptuales.

The aims of teaching have evolved along with the society in which we live, from a memorial teaching to reaching one that teaches reasoning, in order to adapt to the accelerated rate of change imposed by the application of scientific discoveries in society. a society in continuous learning, which requires the ability to reason in order to adapt quickly. We are defining quality in teaching as your ability to teach reasoning. This requires developing evaluations and texts that induce reasoning. Respecting the themes of the texts of the SEP of 4th, 5th and 6th grade, changes in the presentations to children are suggested, which help the teacher so that the student understands and reasons the topics studied. Concepts on reflection, solubility, metabolism, pulleys, kaleidoscope and elasticity in in rubber bands are clarified. The teacher decides on each topic if he deduces it from previous knowledge or induces it from a demonstration or experimental data. The natural sciences are taught from the 4th year of Primary, and simple reasoning is required for children 10 to 12 years to understand them.

*Keywords:* Natural Sciences; textbooks; conceptual errors.

PACS: 01.40.-d; 01.50.-i

DOI: <https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.17.41>

## 1. Introducción

La Educación es un proceso multidimensional mediante el cual se transmiten conocimientos, valores, costumbres y formas de actuar. La educación no sólo se produce a través de la palabra, pues está presente en todas nuestras acciones, sentimientos y actitudes. La enseñanza de las Ciencias Naturales se centra en los conocimientos, aunque el comportamiento de los maestros influye en todos los aspectos del proceso educativo, en lo sucesivo solamente tocaremos los conocimientos que esperamos que los estudiantes aprendan.

## 2. Educación en el mundo

La educación es el motor del desarrollo de un país. Los resultados de la Prueba PISA se usan para medir la educación de los países de la OCDE, los países con los mejores resultados son países con un desarrollo razonable. México se encuentra entre los últimos lugares en esta prueba que mide las capacidades de razonamiento de los estudiantes participantes. No estamos haciendo competentes a los estudiantes para aprovechar las ventajas del mundo en que vivimos. La Educación de Calidad es la que nos enseña a razonar, y aprovecha el placer que se produce al entender un razonamiento, video en [1].

## 3. Educación en México

En general, con honrosas excepciones, seguimos educando como hace 50 años; antes de las computadoras e Internet. Las mejores calificaciones se dan a estudiantes con buena memoria, ya que las evaluaciones nacionales usan preguntas cuya respuesta requiere memorizarlas. Las preguntas de PISA requieren entenderlas y razonarlas, para lo que no están preparados. Se pretende resolver el atraso dando computadoras a unos cuantos niños de 5<sup>o</sup> y 6<sup>o</sup> de Primaria, sin que se hayan programado actividades que requieran su uso. Lo racional sería comenzar por computadoras en las licenciaturas, bachilleratos y secundarias, antes que en las primarias.

La Secretaría de Educación Pública SEP controla todas las etapas la educación básica. Establece los planes de estudio, redacta los libros de texto únicos y aplica las evaluaciones. Los grupos de expertos que redactan estas tres etapas suelen ser diferentes. Los contenidos se multiplican con el tiempo y hay consenso en que son excesivos, pero a nivel mundial, son todos parecidos. El programa de un curso determinado se describe en unas cuantas páginas, de modo que diferentes profesores pueden impartir cursos diferentes, pero cumpliendo el mismo programa. Esto se evita, encomendando a una comisión la redacción del libro de texto único. Los libros de texto aprobados para Ciencias Naturales son esencialmente informativos, con datos interesantes. La prueba PISA desnuda la pobreza educativa de los libros de la SEP, que

en su prólogo decían (2011) “en el marco de la Reforma Integral de la Educación Básica, plantea un nuevo enfoque de libro de texto que hace énfasis en el trabajo y las actividades de los alumnos para el desarrollo de las competencias básicas para la vida y el trabajo” [2]. La intención suena muy bien, pero los contenidos y evaluaciones de la SEP siguen siendo memorísticos, no son coherentes con la frase anterior. Los de 2018-2019 no mencionan la frase, pero los contenidos son básicamente los mismos [3].

Si aceptamos que los programas aprobados son pertinentes, podemos revisar sus libros tema por tema. Una educación de calidad contiene temas que hacen al estudiante competente en la aplicación de sus conocimientos o que permiten mostrarle como razonar. Temas que solamente dan información, los podemos dejar pendientes para cuando tengamos definido el contenido básico. Habiendo definido los temas que queremos enseñar, debemos redactar evaluaciones coherentes, que midan si el estudiante aprendió el razonamiento deseado. Esto es preguntas tipo PISA, que requieren entender y razonar. Redactar estas preguntas ayuda a decidir las estrategias didácticas adecuadas: demostraciones, experimentos y materiales audiovisuales para inducir el conocimiento o argumentos para deducirlo. Este es el momento para probar las demostraciones y experimentos que se les van a pedir a los estudiantes. Es reprochable que se les pidan a los estudiantes experimentos que no salen, porque los autores no los probaron. No se puede enseñar lo que no se sabe, pero la SEP debería acudir a los expertos en el tema para pedir asesoría.

Para redactar las preguntas para un tema dado, es cuando se debe consultar a los maestros en ejercicio. Las preguntas deben ser mucho más de las que se usan en un examen, para ser utilizadas en las evaluaciones nacionales. Esto implica que los expertos del Instituto Nacional para la Evaluación Educativa INEE deben participar en estas etapas de la elaboración de los libros de texto. Todos los maestros del país tienen derecho a saber qué se les va a preguntar a sus estudiantes y colaborar en su elaboración. En una evaluación se usará una muestra pequeña del banco de preguntas, generando exámenes mediante un generador de números al azar entre preguntas consideradas equivalentes en grado de dificultad.

Enseñar a razonar es un objetivo más claro, los temas se deben escoger como pretexto para enseñar a deducir o a inducir, quitando los temas que no se prestan para razonar. El exceso de temas impide la calidad en la enseñanza. Lo que importa no es el tema, es como se enseña; debemos enseñar a generar conocimientos. Son las Ciencias Naturales las que tienen temas que permitan inducir el razonamiento, y se enseñan a partir del 4º año de primaria. El profesor requiere sugerencias de como presentarlos de modo que permitan inducir los razonamientos en una mente que comienza a razonar. Revisando los libros de Ciencias Naturales de 4º, 5º y 6º de Primaria en temas de Física encontramos ejemplos de actividades o experimentos que pueden realizarse en casa.

#### 4. Ejemplos del 4º año de Ciencias Naturales [4]

En la página 79 menciona los estados de la materia, incluyendo el Plasma como un cuarto estado y que el niño no relaciona fácilmente. Se le dan ejemplos e incluyen el siguiente texto como un dato interesante. Se le pide al niño que concluya que las estrellas son bolas de plasma.

##### Un dato interesante

Además de los estados sólido, líquido y gaseoso existe un cuarto estado de la materia conocido como *plasma*. Es un estado poco frecuente, pero que alguna vez has observado cuando se genera un corto circuito y de manera instantánea salta una chispa. El plasma se puede obtener de manera artificial al calentar un gas a temperaturas muy altas. Durante una aurora boreal y en los rayos de una tormenta eléctrica es posible observar el plasma. En el universo visible más de 99% de la materia se encuentra en este estado.

En la página 105, se le habla de los espejos y le dicen:

De acuerdo con sus características, todos los materiales reflejan la luz en mayor o menor proporción; nosotros percibimos la luz reflejada en ellos y por eso podemos verlos.

Los espejos reflejan la mayor parte de la luz incidente; los objetos opacos, como la moneda, la madera y el plástico, reflejan poca luz. ¿Por qué es más difícil ver los objetos en la noche que en el día?

De acuerdo a esto, una pared blanca, es un espejo. No distinguen entre reflexión especular y reflexión difusa.

En la página 121, como proyecto, le piden construir un caleidoscopio utilizando papel de aluminio en lugar de espejos. En sexto año los niños tienen acceso a computadoras y los muchos videos sobre caleidoscopios. Con el papel de aluminio, la unica imagen buena, es la triangular que observa directamente.

## 5. Ejemplos del libro de 5<sup>o</sup> año de Ciencias naturales

Video sobre mejoras al libro de 5<sup>o</sup> año de Ciencias naturales [5].

Conceptos Solubilidad. Los líquidos disuelven diferentes sustancias, con más o menos dificultad. El agua disuelve a muchas sustancias. Existen máximos en la cantidad de sustancia disuelta y esta se puede recuperar evaporando el agua usada como solvente. Se puede usar para separar sustancias solubles de las insolubles. Estas propiedades del tema generan las evaluaciones.

En el libro de Ciencias Naturales de 5<sup>o</sup> de Primaria le piden a los niños construir un dinamómetro y que vean si cucharadas de sal, azúcar, aceite, alcohol y arena, se disuelven en medio vaso con agua o con vinagre. Se les informan que: “La solubilidad es la capacidad de un material para disolverse en otro, por ejemplo, el azúcar y la sal se disuelven al mezclarse con el agua, por eso pareciera que desaparecen”. En cuanto al dinamómetro les piden que lo construyan con un resorte y calibrarlo con pesos conocidos. El dinamómetro descrito requiere resortes difíciles de conseguir y no se usa en nada [2]. En la vida real construimos instrumentos para utilizarlos en algún proyecto.

Propuesta de experimentos. Construir una balanza (dinamómetro) para ser utilizado en experimentos de solubilidad. La sal de mesa tiene una solubilidad de 36 g en 100 ml de agua a temperatura ambiente. Un dinamómetro con capacidad de 50 g y resolución de 1 g es suficiente. Se pueden usar ligas delgadas ya que soportan fuerzas de más de 50 g.

Construcción de la Balanza de Ligas. Ligas de 7-8 cm de longitud y de 2 mm de ancho y grueso, se estiran cerca de 5 mm con un peso de 50 g. Con 10 g se estiran 1 mm, pero queremos una sensibilidad de 1 g; por lo que se requiere usar 10 ligas en serie, que se pueden amarrar fácilmente. Para calibrar la balanza podemos usar agua limpia, si tenemos un recipiente calibrado con 10 cc. Las monedas mexicanas de 1 peso tienen un peso cercano a 4 gramos y las de 10 pesos pe-

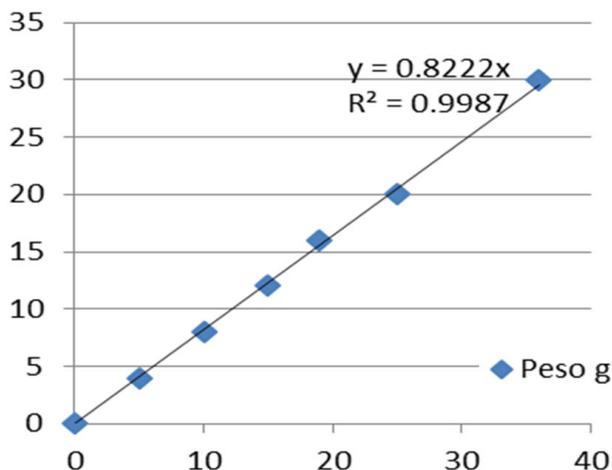


FIGURA 1. Curva de calibración de las ligas como balanza.

san 10.2 g. Como recipiente de los objetos a pesar, se usa una botella de plástico recortada colgada de tres hilos con un clip para papel. La longitud de las ligas se mide con una cinta métrica. Agregando 1 moneda cada vez, se obtuvo la recta de calibración mostrada en la Fig. 1.

Problema 1. -Encuentre cuanta sal se puede disolver en 50 cc de agua. Materiales: Recipiente liviano de fondo plano. Diámetro de 8-10 cm para que tenga mucha área para evaporar. Puede ser envase desechable de yoghurt o crema.

Agua 50 cc, Sal 20 g en 4 paquetes de 5 g, Vaso para disolver la sal, Cuchara Procedimiento: Se colocan los 50 cc de agua en el vaso. Se agregan los primeros 5 g de sal y se agita con la cuchara hasta que desaparezcan. Se agregan otros 5 g que también desaparecen. Se agregan otros 5 g que también desaparecen. Al agregar los últimos 5 g de sal ya no se logra que desaparezcan, por más que se agite la solución. El agua disolvió la máxima cantidad de sal que pudo a la temperatura del agua.

¿Cómo podemos medir cuanta sal está disuelta en la solución?

Dejamos en reposo el vaso con la sal disuelta por 5 minutos, para que el exceso de sal no disuelta se asiente en el fondo del vaso. Pesamos el recipiente de fondo plano, en la balanza. En el recipiente de fondo plano, vaciamos sin agitar parte de la solución, sin llevarnos nada de la sal asentada en el fondo. Pesamos el recipiente con la solución recuperada. Dejamos el recipiente medio tapado, para que no le caiga polvo y se evapore en 1 o 2 días. Al evaporar, solamente el agua sale como vapor, la sal precipita de la solución en forma de cristales. Mientras más lenta es la evaporación más hermosos son los cristales de sal recuperados. Pesando el recipiente seco con sal, podemos calcular el peso del agua evaporada y el peso de la sal disuelta. El agua a temperatura ambiente disuelve cerca de 0.36 g de sal por gramo de agua. Video solubilidad de la sal [6].

Problema 2.- Estimar qué marca de cubitos de caldo de pollo tienen más sal.

Materiales: Los mismos del problema 1.

Cubito de caldo de pollo o 5 gramos de polvo de caldo de pollo Un filtro de cafetera o un trapito compacto para filtrar la solución. El caldo de pollo contiene sustancias insolubles y solubles en el agua. Para separarlas se disuelve el caldo de pollo en 30 cc de agua en el vaso para disolver. Se puede calentar a 40°C para facilitar la disolución. Primero se pesan el filtro o trapo y el recipiente de fondo plano. La solución filtrada contiene los materiales solubles, incluyendo la sal de mesa. El filtro se deja secar para pesar cuanta materia insoluble contiene el caldo de pollo. Se pesa el recipiente de fondo plano con la solución y se deja evaporar el agua por uno o dos días. Mientras más lenta sea la evaporación más grandes serán los cristales blancos de sal. Las sustancias verde oscuro son los componentes nutritivos del caldo de pollo. Compáren sus resultados con los de sus compañeros que usaron otras marcas. Ver video [7].

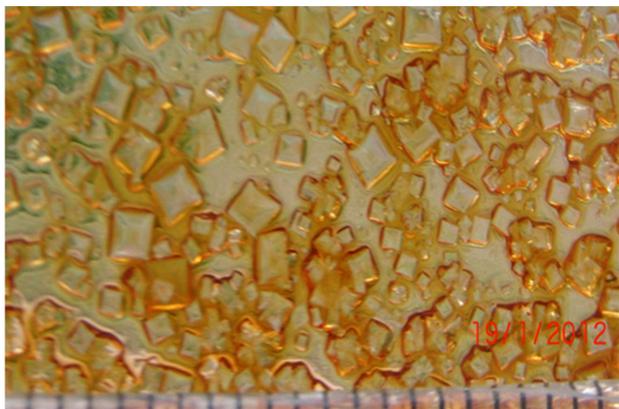


FIGURA 2. Cristalitos de sal de mesa obtenidos evaporando cubito caldo de pollo disuelto. Las rayas negras son milímetros de una regla.

En el libro de Ciencias Naturales de 5º de Primaria se le menciona al niño la palabra Metabolismo y los problemas de la obesidad, se le dice que evite consumir refrescos y frituras, para no sufrir de obesidad. Esta información es incompleta y no permite una reflexión al respecto de cómo controlar su peso ¿Cuál es el razonamiento ligado a la falta o exceso de peso? El peso es el resultado de un equilibrio entre el metabolismo (la energía disipada por las células del cuerpo humano) y la energía consumida en los alimentos. Si se consume alimentos con más calorías de las disipadas, se aumenta de peso, y se baja en caso contrario. Este razonamiento le dice al niño que tiene que hacer para subir o bajar de peso, pero no está incluido en el libro de Ciencias Naturales.

Lo más grave que he encontrado revisando el libro de Ciencias Naturales de 5º de Primaria es en el tema drogadicción. El consumo de drogas es un problema creciente en casi todo el mundo. México en los últimos años presenta 50 mil muertos relacionados con su consumo. A pesar de eso, la Secretaria de Educación Pública SEP presenta una gráfica con el consumo creciente de inhalantes, marihuana y cocaína. Le piden al niño@:

Con la dirección de su profesora o profesor

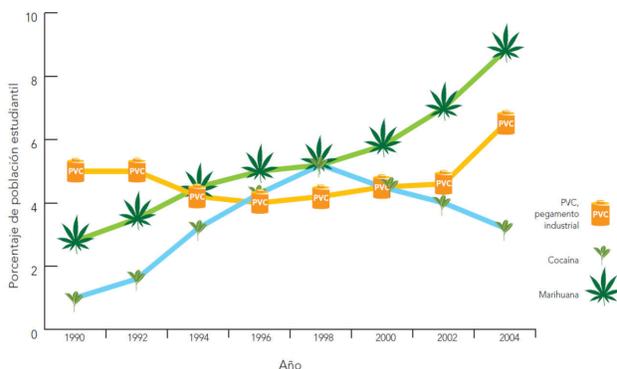
**Actividad 8. La gráfica**

**Observa, analiza y discute.**

Con la dirección de su profesora o profesor, observen detenidamente en grupo la gráfica que se presenta en la siguiente página, y luego reflexionen sobre las preguntas que se hacen.

¿Cuál sustancia se consumió más en el año 2004? ¿Qué pasó con el consumo de cocaína entre 1998 y 2004? ¿De cuál sustancia aumentó más el consumo a partir de 1998? ¿Qué sustancia se consumió menos en 2004 que en 1998?

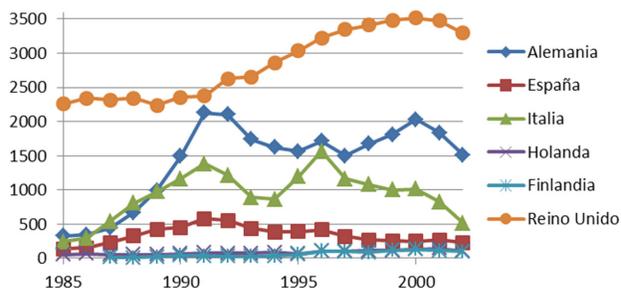
En equipos y con base en la información analizada, reflexionen sobre los factores que inciden en el consumo de drogas. Coméntenlo con el resto del grupo y lleguen a una conclusión general.



3.- Consumo de drogas, según la SEP [2].

¿Qué puede decir un niño@ de 5º año de primaria? Le va a entrar curiosidad por esas cosas cuyo consumo crece. El niño@ cree que son sus compañeros, siendo que los datos son de estudiantes de enseñanza media y media superior, no de primaria; la SEP los engaña [8]. El texto no menciona los peligros de estas drogas, ni sus consecuencias. Se le ha pedido inútilmente a la SEP que cambie esta figura por otra en la que se muestre el creciente número de muertos por sobredosis. La nueva gráfica debe hacer pensar que las drogas no son buenas.

Al buscar datos sobre los muertos por sobredosis en México, encontré información de los 15 países que forman la Unión Europea. Escogí datos de 4 de ellos con el máximo número de muertos y dos con el mínimo número; con ellos se construye la gráfica 4:



4.- Muertos anuales por sobredosis en algunos países de Europa [9].

Podemos notar que Holanda y Finlandia son los países con menos muertos y es necesario convencer a la SEP de la conveniencia de utilizarla en lugar de la que fomenta el consumo de drogas. Que las drogas matan es un mejor mensaje para los niños, que sólo el aumento en el consumo. La edición 2019 ya quitó la gráfica del consumo de drogas, después de 8 años de pedírselo [3].

5.- Ejemplos del libro de 6º año [10].

En la página 104 le hablan de las poleas y les mencionan el texto siguiente:

**Un dato interesante**

Una de las máquinas simples que más se han usado hasta nuestros días es la rueda. La invención de esta máquina se atribuye a la civilización mesopotámica, alrededor del año 5000 a. C. Se trata de una pieza circular de metal, madera o cualquier otro material resistente, que gira alrededor de un eje central. Dos ruedas pueden unirse mediante este eje para desplazar una carga dispuesta sobre él. El contacto entre una rueda y la superficie sobre la que se mueve es muy pequeño, lo que permite mover la carga con poca fuerza.

No entiendo porque que el contacto sobre la superficie sea pequeño, asegura que la fuerza sea pequeña. Es la fricción en el eje, la fuerza a vencer para mover la rueda.

En la página 104 le hablan de las poleas:

Un uso muy común de la rueda es la polea. Una polea es una máquina simple que consiste en una rueda acanalada por la que se hace pasar una cuerda. Si se usan una o más poleas se reduce la magnitud de la fuerza necesaria para levantar un peso.

Una sola polea no cambia la magnitud de la fuerza, solo cambia su dirección.

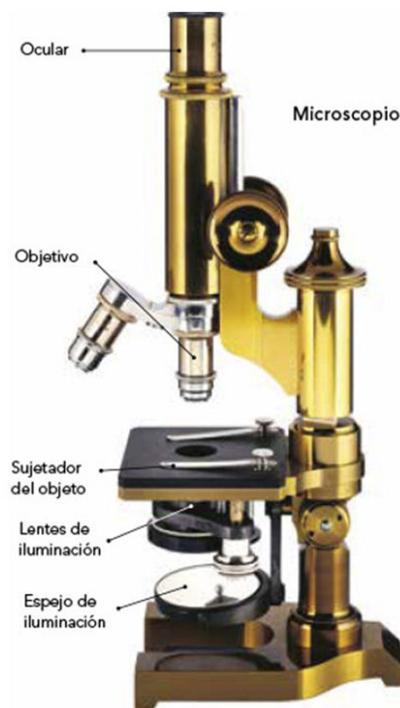
En la página 113 les hablan de espejos y les dicen:

Los espejos son objetos que reflejan casi toda la luz que choca contra su superficie; debido a este fenómeno podemos observar nuestra imagen en ellos. ¿Alguna vez te has preguntado por qué cuando te miras en un espejo plano y en uno curvo tu reflejo es de distinta forma y tamaño?

De acuerdo a esto, una pared blanca, es un espejo. No distinguen entre reflexión especular y reflexión difusa.

En la página 119 les piden usar una gota pequeña de agua como lente, las cuales son difíciles de manejar. Existen las canicas transparentes que funcionan muy bien como lentes de aumento o convergentes.

En la página 124 les hablan de los microscopios.



El microscopio óptico funciona con varias lentes que sirven para amplificar objetos muy pequeños o que no se pueden observar a simple vista (objetos microscópicos).

logrando un mayor tamaño que con una sola lente.

**Funcionamiento del microscopio**

Los rayos de luz pasan por el diafragma hacia una lente condensadora y se proyectan sobre la preparación que se va a observar; luego penetran el lente objetivo y éste proyecta una imagen aumentada en el lente ocular, donde la capta la retina del ojo del observador.

FIGURE 5. Un diagrama de rayos aclara mejor cómo funciona el microscopio.

En la página 127 le sugieren hacer un experimento para usar la energía solar para calentar dos recipientes, uno blanco y el otro negro. Les dicen:

- Materiales:**
- Dos recipientes de plástico limpios, vacíos y con tapadera
  - Pinturas negra y blanca
  - Papel aluminio
  - Una brocha
  - Agua
- Organícense en equipos.  
 Pinten un recipiente por fuera con pintura negra, incluyendo la tapa.  
 Hagan lo mismo con el otro recipiente pero con pintura blanca.  
 Forren el interior de cada recipiente y la tapa con papel aluminio.  
 Coloquen agua dentro de cada recipiente.  
 Déjenlos expuestos al sol, en un lugar seguro, durante una hora.

Lo que no entiendo, es para que forrar con aluminio por dentro a los recipientes. El flujo de calor interno es por conducción, no es por radiación.

En la página 154 le hablan de los planetas:

Al querer tocar con sus manos el asta, el grupo formó un círculo. Por otro lado, el extremo del imán atrae materiales magnéticos como el hierro. Al introducir el imán en el agua, el hierro se ordena alrededor del extremo del imán y toma forma semiesférica.

Relaciona estas experiencias con la forma que tienen los planetas. Éstos se originan a partir de polvo y gases; sus masas se atraen entre sí por efecto de su gravedad y se unen hasta formar una roca, y luego por la rotación toman forma de esfera.

Toman la forma redonda los planetas gaseosos o que estaban líquidos cuando se formaron. La rotación deforma las esferas, debido a la fuerza centrífuga producida.

Más sugerencias sobre el libro de 6<sup>o</sup> año en Mejoras al Libro de 6<sup>o</sup> año en [11]

## 6. Resumen

Los libros de Ciencias Naturales de la SEP tienen evaluaciones irrelevantes, no verifican que el estudiante entendió el tema, solamente miden su memoria. Los libros para el maestro no le sugieren preguntas, ni siquiera le dicen los resultados esperados en los experimentos sugeridos, ni los errores más frecuentes. Le dan bibliografía que el profesor no tiene tiempo de leer. Las pruebas Enlace y Planea tienen errores y básicamente miden memoria. La prueba PISA que mide la “competencia” de los estudiantes, tiene reactivos realmente muy bien elaborados. Para diagnosticar a cada estudiante, se puede extender la prueba PISA a todos los estudiantes. La SEP lograría la evolución de la educación, si cambia las Evaluaciones Nacionales a reactivos tipo PISA; si PISA puede, nosotros también podemos. El profesor quiere que sus estudiantes aprueben, lo que lo obligaría a cambiar sus métodos de enseñanza. El estudiante quiere aprobar los exámenes lo que lo obligaría a cambiar sus métodos de estudio.

- 
1. Educación de calidad <https://youtu.be/NrdT3farv0U>
  2. Ciencias Naturales. Quinto Grado. SEP 2010
  3. Ciencias Naturales Quinto Grado SEP 2018-2019
  4. Ciencias Naturales Cuarto Grado SEP 2018.2019
  5. Mejoras libro 5<sup>o</sup>  
<https://www.youtube.com/watch?v=LIuJVgE8RJU>
  6. Solubilidad de la sal  
<https://www.youtube.com/watch?v=nQm5z8wkqlg>
  7. Caldo de pollo  
<https://www.youtube.com/watch?v=m6vWUisl6uM>
  8. J. Villoro *et al.*, *Encuesta al consumo de drogas en México y sus consecuencias*, Instituto Nacional de Psiquiatría Ramon de la Fuente, (México 2007).
  9. Encuesta sobredosis  
<http://stats05.emcdda.europa.eu/en/elements/drdrtab03a-en.html>
  10. Ciencias Naturales Sexto Grado SEP 2018-2019.
  11. <http://www.fisica.unam.mx/personales/hgriveros/educacion.php> en la pestaña educación.