

## ¿DE VERDAD ENSEÑAMOS CIENCIA?

Roberto Sayavedra S.  
Centro de Instrumentos, U.N.A.M.  
Apartado Postal 70-186  
México, D.F. CP.04510

### RESUMEN

Conferencia donde se discuten aspectos relevantes sobre cómo generar el aprendizaje de la ciencia en niños y adolescentes. Se presentan algunos modelos concebidos por niños y se dan alternativas para la enseñanza de la física.

### ABSTRACT

I discuss in this Conference some relevant aspects about generating science learning situations in children. I present some models conceived by children and alternatives for physics teaching are given.

El nombre de la conferencia genera una serie de ideas conectadas con la enseñanza y la educación, o con la diferencia entre lo que es un profesor y un maestro. Para saber con precisión cuál es esta diferencia, hay que buscar un hilo conductor que dé más luz; este hilo está en la diferencia entre dos palabras: "enseñar" y "conocer".

Puedo casi asegurar que existe un número muy grande de profesores que enseñan; y además lo hacen muy bien. Y si existen tantos profesores que realizan bien su tarea, ¿por qué una conferencia donde la respuesta parece estar dada y además en forma afirmativa? La solución para continuar con esta discusión está en el significado de la palabra "conocer"; y, una vez conocido su significado, entonces afirmar que existen pocos educadores que generan en el alumno un conocimiento.

Decir que alguien conoce es porque domina una técnica o una información y la aplica aunque sólo sea para impresionar a los amigos. Estos sólo ven, porque el conocedor les está enseñando que es muy diestro para hacer acrobacias en la bicicleta, por ejemplo. Si alguno de los espectadores toma la iniciativa y aprende las acrobacias, en ese momento el conocedor está generando en uno de los espectadores el conocimiento. Es decir, el conocimiento se da en el momento en que el alumno se apropia de la información o de la técnica.

¿Cuál es la metodología para lograr en el alumno un conocimiento?

La metodología para dar el conocimiento, es a través de un diálogo. Una forma de establecer un diálogo es, por ejemplo, cuando en una fiesta están dos personas: Pedro y Clara. Si Pedro quiere conocer a Clara es porque está motivado y busca la forma, a través de un pretexto o de un amigo, para presentarse ante ella.

En el momento en que está ante ella, el diálogo se puede dar de dos formas. Una es la siguiente:

Pedro: ¡Hola!

Clara: Hola

Pedro: ¿Estudias?

Clara: Sí

Pedro: ¿En qué año vas?

Clara: En tercero

.  
.  
.

Con Clara desinteresada y cortante va a ser muy difícil que Pedro la conozca. En cambio, si Clara se presenta también interesada, puede resultar un diálogo completamente diferente al anterior:

Pedro: ¡Hola!

Clara: ¡Hola!

Pedro: ¿Estudias?

Clara: Sí, ¿y tú?

Pedro: Yo también, voy en primero de prepa, ¿y tú?

Clara: Yo voy en tercero de secundaria.

.  
.  
.

Ahora sí se ha establecido un verdadero diálogo y entonces estas personas se van conocer.

Un diálogo un poco diferente es el siguiente: Imagine una persona cualquiera que posea un automóvil...pero con el dinero suficiente para mandar reparar el auto cuando éste falle. Un día, el auto falla cuando va en una avenida. Se hace a la orilla, enojado levanta el cofre y ...¡sorpresa! Se pregunta ¿qué falló?, ¿por dónde comienzo?, ¿esta pieza qué es? A través del ensayo y el error comienza un nuevo conocimiento para el conductor. Si logra reparar el motor del auto, es seguro que no se le va a olvidar y entonces podrá decir que conoce sobre motores. Si continúa experimentando llegará a ser un experto conocedor de automóviles. ¿Qué fue lo que lo motivó? ¿Sería una cita? ¿Una fiesta? Quizás Clara lo

esperaba en la fiesta.

En el último ejemplo se pueden observar varias ideas: es una situación en la que el diálogo se realiza entre la persona y el motor, pero el motor contesta de una forma muy curiosa: a través de la persona que le pregunta. ¿No se parece esta situación a la de un investigador cuando le pregunta a la naturaleza? Otra cosa que no puede pasar desapercibida es el hecho del aprendizaje a través del contacto directo con lo que se quiere conocer.

En el conocimiento de la física se da una situación semejante a la del conductor ante el motor. Es así como se encuentra un investigador cuando en verdad se apropia del conocimiento.

#### EL CONOCIMIENTO EN NIÑOS

Como ya se dijo, para que se dé el conocimiento en un alumno tiene que darse una motivación. ¿Cuál será entonces la motivación para que un niño aprenda ciencia?

Una de las armas para lograr la motivación es la diversión o entretenimiento, pero la más importante es la actitud del profesor ante el alumno. Un profesor que busca la participación activa de los muchachos, logrará su objetivo buscando consignas que los motiven.

La consigna debe buscar la participación del muchacho de una manera experimental, ya que este tipo de contacto da una vivencia que difícilmente olvidará. ¿Y por qué de esta forma?

El niño tiene un desarrollo cognoscitivo que se da a todo lo largo de su vida. Pasa por una serie de estadios a través de los cuales tiene una concepción de sí mismo y del mundo que lo rodea. Los modelos desarrollados por los niños reflejan una lógica que difícilmente podría rebatir un adulto; y no sólo eso, sino que también resultan muchas veces muy diferentes a los que manejan los físicos, es decir los adultos. Aquí entonces se podrían plantear dos preguntas. ¿Dónde existe realmente la física?. ¿En la naturaleza o en la mente de las personas (niños o adultos)?.

¿Será necesario entonces, dar brillantes discursos para expli-

car a los niños que el mundo se comporta de esta manera o de aquella otra forma (según los adultos), y que la noción que tienen de determinado fenómeno (los niños) está equivocada?.

Lo que sí debe hacer el profesor es presentarle al alumno más experiencias para que a través de ellas caiga en contradicciones y, entonces, las adapte a su modelo o lo modifique. Hay que recordar que este modelo responde al desarrollo cognoscitivo del niño.

De ahí entonces que los muchachos cuando aprenden ciencia se les debe llenar de experiencias. Y con esto darles herramientas, para que cuando lleguen a un razonamiento formal (o al estado en el cual tengan la lógica de un adulto), estén lo suficientemente motivados para empezar un diálogo con la naturaleza; ahora sí a través de experimentos en forma. Y es hasta ese momento en el que se puede recurrir a las metaformas — como es el lenguaje de la matemática — para dar explicaciones y modelos del comportamiento de la naturaleza.

#### MODELOS CONCEBIDOS POR NIÑOS DE 9 A 13 AÑOS

Si se desea saber qué conoce un niño o cómo se explica un determinado fenómeno, hay que establecer un diálogo dentro de un ambiente de confianza. Los niños son personas muy amables y siempre contestan "sí" o contestan lo que el profesor quiere que le contesten.

Una forma, entonces, de obtener información, es poner a los niños ante una experiencia atractiva, haciendo un cuestionario antes y otro después. Se puede recurrir también a juntar varios niños y que platicuen sus impresiones. También se utiliza un equipo de "video-tape" para recoger mayor información. Todo se recoge en un escrito llamado "protocolo", en él se tiene el diálogo entre el investigador y el niño, además de observaciones.

#### *Fuerza magnética*

En torno al campo magnético existe una serie de experiencias interesantes que dan una información muy rica.

La primera experiencia es darle a cada niño dos imanes en for-

ma de barra. Cuando juegan con ellos parten de la premisa de que los imanes atraen metales. Raro es el niño que ha jugado con dos imanes, y más raro le resulta encontrarse que los imanes por un extremo se pegan y por el otro no.

La explicación que dan a este comportamiento es que por el lado que se juntan hay más fuerza que por el otro extremo, en el que no se llevan a juntar. Es decir, el imán es concebido como algo que tiene "potencia" para atraer metales.

En ocasiones estos imanes se llegan a juntar a lo largo de ellos. La explicación que dan es que en el lado que quedan pegados existe una "carga". Esta carga existe sólo de un lado de cada imán (ver Fig. 1).

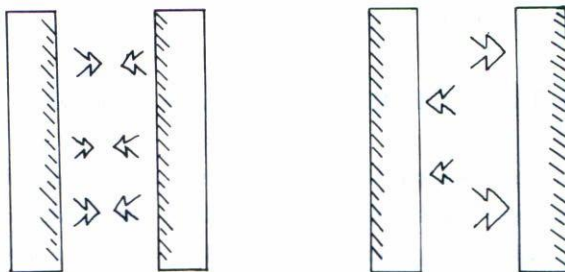


Figura 1

Fig. 1 En uno de los lados de cada imán existe una "carga" y es por esto que se atraen.

Otra experiencia es la del "clip volador". Este arreglo consta de un imán de barra que cuelga de una varilla por un extremo y del otro lado hay un clip. Este no se llega a pegar al imán porque está sujeto a un hilo que se lo impide. Lo anterior da la impresión de que el clip está "volando"; quedando un espacio entre el clip y el imán para poder pasar

diferentes materiales (ver Fig. 2). Los materiales que pasan entre el clip y el imán son láminas de: cartón, plástico, vidrio, madera, aluminio, cobre y fierro.

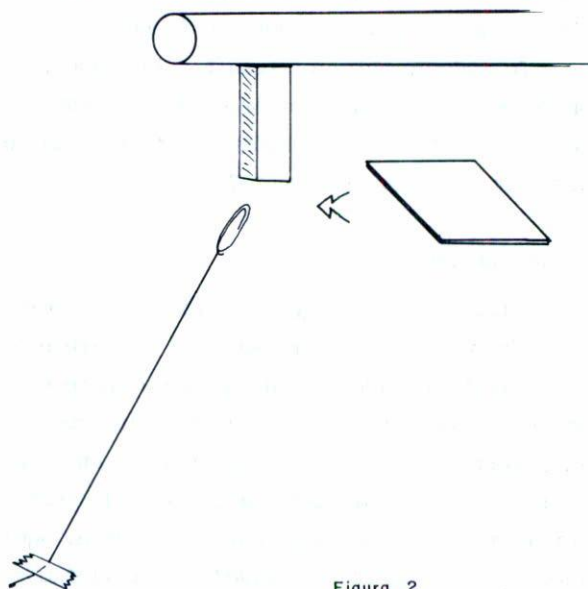


Figura 2

Fig. 2 Si se pasa un pedazo de cartón entre el clip y el imán, ¿se caerá el clip?

Antes de empezar a jugar con este dispositivo, se les pregunta a los niños qué va a suceder si se hace pasar el cartón entre el clip y el imán. Los niños aseguran que el clip va a caer. La sorpresa de los muchachos es grande cuando observan que el clip no cae con ningún material (excepto con el fierro). La explicación que dan es que el "volumen" (entiéndase como intensidad) del imán pasa al cartón y a materiales como el aluminio. Cuando se les pregunta cuál es la causa por la que el aluminio — que es metal — no es atraído por el imán la respuesta de algunos es, precisamente, que el aluminio no es metal. Y entonces se les pregunta qué pasa con el fierro. A lo cual responden que el fierro es una pantalla que no deja pasar la "potencia" del imán y por eso el clip cae.

La última experiencia que se les presenta es cubrir un imán (en forma de barra) con un vidrio y espolvorear limadura de fierro sobre este último. Cuando observan el arreglo de la limadura explican

que los imanes sólo funcionan por los extremos, por donde no tienen pintura. Raros son los niños que se aventuran a decir que por los extremos sale "algo" que jala la limadura de fierro.

De todo lo anterior resulta claro que los niños no conciben la noción de un campo magnético alrededor del imán. ¿Cuántos profesores toman en cuenta esto cuando enseñan las fuerzas magnéticas y hablan de campo magnético indiscriminadamente?

### *Fuerza de gravedad*

Quando se les pregunta a los niños sobre la fuerza de gravedad se observan hechos curiosos como el siguiente:

Quando un niño vio una película sobre el movimiento de astronautas dentro de una cápsula espacial y se le preguntó por qué los astronautas se podían mover de esa forma, el niño contestó, que fuera de la Tierra, allá en la cápsula espacial, existe la fuerza de gravedad y es esta fuerza la que los sostiene para que floten. Aquí abajo en la Tierra — continuó — no hay fuerza de gravedad y no flotamos porque nada nos sostiene y, por lo tanto, caemos

Se observa en el razonamiento anterior que para que algo flote se necesita de una fuerza que lo empuje.

### UN EXPERIMENTO EN DIFERENTES NIVELES

La siguiente experiencia que se relata se realizó con alumnos de 5o. y 6o. de primaria, 1o. y 3o. de secundaria, 1o. y 3o. de C.C.H. y primer año de la facultad. Es una experiencia en la que se usan esferas de cuatro tipos de madera que se echan en tres diferentes líquidos: agua, glicerina y alcohol. La consigna que se planteó fue: ¿Qué les ocurre a las esferas cuando se les echa en los líquidos?

Con los niños de primaria se encontró una gran actividad, interés y variación de experimentos para comprobar hipótesis o suposiciones que hacían. Se observó también un control de variables al realizar el experimento. Y llegaron a conclusiones como: el volumen sumergido (de una esfera) es el volumen de agua desplazado.



Conforme se pasaba a niveles superiores iba decayendo el interés y no había variación de experimentos. Por ejemplo, en los muchachos de tercero de secundaria se encontraron problemas de contradicción interna cuando comparaban lo que sabían de memoria sobre flotación con lo que estaba ocurriendo experimentalmente, ya que por lo general no coincidían.

A los alumnos del C.C.H. hubo que proponerles las actividades, y cuando se planteaban hipótesis no se comprobaban cabalmente debido a la falta de un acertado control de variables. Ya existe en ellos un razonamiento formal, pero en ciertos aspectos no han llegado a ciertos estados como la conservación de la masa o del volumen, ya que cuando a un pedazo de plastilina se le daba forma de barco para que flotara, decían que flotaba por que disminuía su masa.

#### MODELO DE EXPERIMENTO A REALIZAR CON NIÑOS

A continuación se presenta un ejemplo de lo que podría ser un tipo de experiencia para realizar en la clase de ciencias naturales de primaria.

CARRITO PATINADOR.— A un pedazo de madera con un largo de 20 cm, aproximadamente, y 7 cm de ancho, se le hace un corte de 45° en uno de sus extremos para que se deslice fácilmente sobre una serie de lápices redondos (en la forma como los egipcios movían grandes bloques de piedra). Sobre el carrito se meten tres clavos para soportar una o varias ligas que van a empujar un objeto pesado (como pilas usadas), y así moverse. El dispositivo se ilustra con figuras al final del artículo. Una vez que se logra hacer funcionar el carrito, se hace la siguiente consigna: ¿Qué hay que hacer para que el carrito viaje más lejos y más rápido?

La lluvia de hipótesis y la actividad desarrollada por los alumnos de un grupo de 3er. año de primaria asombró a su maestra. Después ella confesó que le costaba mucho trabajo lograr que sus alumnos formularan hipótesis ante un problema planteado en la clase de ciencias naturales.

El objetivo de esta maestra de 3er. año era que sus alumnos

aprendieran a formular hipótesis; paso importante en el método científico. Pero para un maestro de 6o. año, en donde el alumno ya posee un razonamiento formal, el objetivo a buscar sería que el alumno formulara con sus propias palabras la tercera ley de Newton.

Otro aspecto interesante cuando se plantean experiencias de este estilo es el trabajo libre que desarrollan los niños sin necesidad de recurrir a un instructivo.

#### CONCLUSION

La falta de interés y creatividad de los alumnos en los niveles superiores cuando se enfrentan a un experimento, es el reflejo de la falta de experiencias en ciencias naturales (como la física) a lo largo de su vida escolar.

Las experiencias ayudan a los niños a lograr un desarrollo cognoscitivo adecuado para poder manejar el formalismo de los adultos. Hay que recordar que las experiencias se les deben plantear a los niños con el material y la consigna adecuados. Y no olvidar que el profesor juega un papel muy importante, no como una fuente de conocimiento sino como una persona con la versatilidad para plantear nuevas experiencias para que el alumno siga avanzando. La actitud del profesor debe ser siempre de apoyo (independientemente de si el concepto que ha adquirido el niño es verdadero o falso), ya que el modelo que maneja este último responde al estado de su desarrollo cognoscitivo. Es decir, el conocimiento científico se da en el alumno.

¿Cuántos alumnos que han pasado por los niveles de educación primaria, media o media superior han hecho suyo el conocimiento científico, o al menos han desarrollado las herramientas intelectuales para tal efecto? Y de los alumnos que llegan a las carreras de Física, Biología o Química, ¿cuántos han llegado a un desarrollo cognoscitivo adecuado para poder asimilar las teorías científicas?



POR ROBERTO SAYAVEDRA SOTO

# Carritos Patinadores



si tú empujas algo o a alguien, ese algo también te empuja a ti

eso lo sabía Newton



¡así funcionan los cohetes espaciales!

el carrito se hace con un pedazo de tabla de 20 cm. de largo, 7 cm de ancho y 2 cm. de grueso



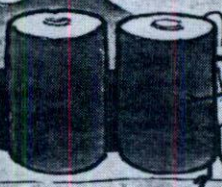
en el centro va otro clavo pequeño y sin cabeza

corta aquí y luego con una lija redondea las orillas y superficies

lleva dos clavos y van separados a una distancia de 5 cm.



se necesitan ligas y un clip



consigue dos o tres objetos pesados por ejemplo: pilas usadas

# Tío Bolita y sus ayudantes

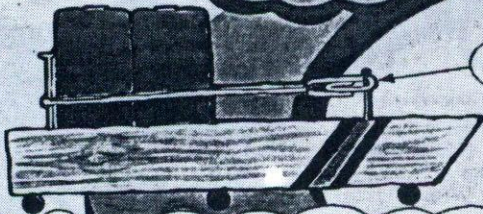
ya me cansé  
me gustaría  
ponerle un  
motor

el experimento  
del tío Bolita  
me dio una  
buena idea



ILUSTRACIÓN GABRIEL CORTAZAR CALLES

prepara tu  
carrito



sujeta la liga con un clip

10 cm.

el carrito va a correr sobre lápices o plumones redondos separados  
una distancia de 10 cm. y colocados en una mesa larga

el auto sale disparado si quitas  
el clip con un lápiz  
¡hazlo rápido!

yo voy a intentarlo  
con tres ligas

yo creo que llega  
más lejos si tiene  
más peso

realiza tu experimento  
y manda tus resultados  
al tío Bolita

me gustaría  
conocerlos

## BIBLIOGRAFIA

1. T. Garduño Rubio, Comunicación personal de los protocolos de investigación de tesis de maestría en el DIE del CINVESTAV, octubre (1983).
2. A. Giordan, " Observaciones-experimentación: ¿pero, cómo aprenden los alumnos?", *Revue Francaise de Pedagogie*, octubre-novembre-décembre (1978) n. 45, 66,73 (Traducción de Rosana Royo).
3. M.S. Núñez Fernandez, "Desarrollo cognoscitivo del niño y enseñanza de las ciencias naturales, *Educación*. Revista del Consejo Nacional Técnico de la Educación, n. 42, vol. III, 4a. época, octubre - diciembre (1982) México; "El desarrollo de la inteligencia según la psicología genética de Jean Piaget". Tesis de licenciatura en Psicología, UNAM (1973).
4. R. Sayavedra Soto, "Carritos Patinadores", revista *Chispa*, n. 19, mayo (1982) México.
5. H. Teterin A., "A Global View of Out-of-School Scientific Activities". Conferencia en: Regional Workshop for Key Personnel Concerned with Out-of-School Scientific Activities. Bangkok, Thailand 24 August - 2 September (1982).