

La modelización¹ **Jorge Adolfo Nieto Díaz²**

Cuando observamos el mundo que nos rodea, descubrimos realizaciones que a veces nos parece imposible que existan; sin embargo, estas evidencias son en realidad el fruto de una idea que alguien una vez tuvo, la plasmó en el papel y la hizo realidad.

Cuando vamos a comprar un inmueble muchas veces la obra hasta ahora está en construcción, pero nos podemos llevar una idea concreta de como va a ser nuestro apartamento o casa con tan solo mirar lo que los arquitectos llaman una maqueta que no es otra cosa que el inmueble en miniatura, o construyen un apartamento modelo. Algo mucho más sorprendente y es que cuando lo recibimos vemos que es exactamente igual a aquel que vimos en la maqueta.

La modelización es el trabajo con modelos; generalmente toda realización parte de un modelo que no es otra cosa que una representación de la realidad.

Nieto (1998) afirma que "un modelo es una microrrealidad, capaz de contextualizar un concepto o un todo".

La utilización de un modelo permite vivenciar los pasos generales de un proceso. Según Martiland (1986) "para el dominio de la realidad natural, técnica, económica o social contemporánea, el uso de modelos reviste una importancia fundamental. Son en efecto, medios de aprehensión de una realidad".

Un modelo es una esquematización precisa que construimos sobre la base de una multiplicidad de datos de la experiencia (lo que llamamos a veces datos de la realidad), que da lugar a una abstracción satisfactoria de cómo "funcionan" las cosas (Arcá, 1989).

En educación y específicamente en la enseñanza de las ciencias la utilización de modelos es un elemento importantísimo para el manejo y comprensión de los conceptos, pues muchos de ellos no son fáciles de abordar, un modelo tiene la ventaja de que se puede reproducir cuantas veces se quiera y los resultados siempre se van a dar. Un rompecabezas es precisamente un modelo; el método científico es un modelo que nos dejó la investigación positivista, las matrices que se utilizan en determinados estudios, son modelos.

Un modelo además de ser el medio para adquirir un concepto es un elemento lúdico que recrea el espíritu y hace menos tedioso el aprendizaje.

El docente en el aula de ciencias debe aprender a fabricar modelos y a probarlos con sus estudiantes además porque es una muy buena herramienta para llevar a cabo los

¹ Revisión bibliográfica.

² Licenciado en Biología, Universidad Nacional de Colombia; Magister en Orientación y Asesoría Educativa, Universidad Externado de Colombia; docente de Ciencias Naturales durante 48 años en diferentes instituciones en Bogotá, Colombia; en Educación básica primaria, básica secundaria, educación media, educación universitaria y en posgrados. correo electrónico: perciborealidad@gmail.com

pasos de una investigación, ya que se parte de un problema para solucionar, hay una consulta bibliográfica, se debe elaborar una hipótesis que viene a ser el diseño del modelo, se requiere hacer un presupuesto, un cronograma de actividades, establecer un procedimiento para llevar a cabo la idea, hay que experimentar, y refutar o verificar la hipótesis y hay que concluir algo del mismo trabajo.

Un proyecto de investigación en el aula puede ser perfectamente la elaboración de un determinado modelo, y a partir de él se puede obtener una innumerable variedad de soluciones al problema. El/la docente no solo debe estar preparado/a para el manejo de modelos sino que también debe poder dirigir su construcción o idealización.

Son muchas las alternativas pedagógicas que un/a docente tiene para trabajar en el aula; pero tal vez una de las menos exploradas en nuestro medio sea la utilización de modelos que son de una valiosa ayuda para el buen entendimiento y manejo de los conceptos.

Cuando en una institución se habla de taller de ciencias, se piensa que esta asignatura o espacio debe permitirle a los estudiantes el contacto de una manera diferente con las ciencias; sin embargo no es así, ya que se utiliza para hacer laboratorios de ciencias en donde se repiten prácticas muchas veces sin una planeación estructurada.

El trabajo con modelos para la enseñanza de las ciencias ha sido poco trabajado a nivel de la ecología; al realizar la consulta bibliográfica respectiva se nota que hay un acuerdo general en torno a pensar que los modelos son mayormente utilizados en el área de física; algunos en el área de química, pero muy pocos son los que se refieren a su utilización en las ramas de la biología, ecología y otras áreas del conocimiento.

En una encuesta preliminar adelantada con 35 docentes de diferentes instituciones como la Universidad De La Salle, Colegio Distrital Atanasio Girardot, Colegio Distrital Jaime Pardo Leal, Colegio Claretiano de Bosa, Colegio María Auxiliadora de Funza, Universidad Santo Tomás y Colegio Fernando V de Aragón, entre otros; se pudo determinar que al preguntarles por los modelos que conocen o han utilizado, la lista no pasa de tres o cuatro; muchos afirman haberlos manejado en algunas ramas de las ciencias pero no especifican el tipo de modelo trabajado.

Se verificó igualmente que la mayoría ubican la utilización de los modelos en el área de física y se presenta un dato interesante y es que hay unanimidad en pensar que la utilización de modelos en la enseñanza de las ciencias es necesaria y casi que obligatoria, para garantizar un verdadero desarrollo del pensamiento en cuanto al tratamiento de los temas.

Pero el concepto de modelo, se debe abrir a otras áreas del saber, pues en todas las áreas los hay y en cuanto sea posible se debe hacer analogías que también se pueden tomar como modelos.

En 1992 se suscitó en Colombia un escándalo por el asesinato de indigentes de Barranquilla cuyos cuerpos eran vendidos a una facultad de medicina para ser utilizados en las prácticas de morfología. Este "tráfico de cadáveres" generó un rechazo total de la sociedad y la Asociación Colombiana de Facultades de Medicina

(ASCOFAME), entidad que agrupa 21 universidades del país, planteó la necesidad de entrar a debatir el problema; lo primero que se hizo fue indagar en cada una de sus asociados por la forma como se enseñaba la morfología. Esta investigación dio como resultado una división de opiniones ya que científicos como el Doctor Alfredo León de la Universidad Militar consideraba que si era fundamental realizar prácticas en cadáveres; otros en cambio, como el doctor Jorge Piñeros, Rector de la Escuela de Medicina Juan N. Corpas, afirmaba que el estudio con cadáveres se debe reducir y más bien complementar con otros recursos didácticos como réplicas perfectas en materiales sintéticos de órganos, huesos y miembros humanos; así como de diapositivas y acetatos (Aguirre, 1992).

La utilización de modelos elaborados con precisión garantiza que el aprendizaje de los estudiantes sea tan significativo como si utilizaran originales. Este caso se restringió a estudios morfológicos, pero la polémica puede ser aun más crítica cuando se trabaja con procesos fisiológicos.

Posteriormente se inició todo un movimiento para terminar con las prácticas de vivisección en los colegios lo que dio como resultado el surgimiento de un decreto emanado del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, en donde se prohíbe este tipo de prácticas y se dan pautas claras para hacerlas cuando ello fuere necesario.

Esto ha limitado la práctica de los docentes de ciencias, en las áreas de biología animal y humana y se han visto obligados a reemplazar o dejar de hacer prácticas por falta de material y como en nuestro medio no existe por ejemplo una réplica del sistema muscular de la rana, entonces se acude simplemente a los dibujos que son representaciones en el plano, y en muchas ocasiones desvirtúan la realidad.

El estudio con modelos se hace necesario en otras áreas como la fisiología vegetal, la geología, la física, las matemáticas, la química, las ciencias sociales, la religión, la filosofía, la ecología, en donde se manejan conceptos muy abstractos que le implican al estudiante operaciones mentales complejas, lo que dificulta el aprendizaje.

La mayor parte de estudios sobre el tema de los modelos se ha llevado a cabo en Francia y Alemania, sin embargo no es una literatura accesible y hasta el momento no es posible dar una idea general sobre los tópicos trabajados; se puede percibir que el énfasis ha sido más en lo teórico que en lo práctico.

En nuestro medio no hay variedad en la producción de este tipo de material pedagógico, se siguen trabajando los mismos modelos de hace años y restringidos a ciencias como la física y la química, lo cual indica que aun es necesario iniciar el proceso de construcción de una línea de investigación que genere modelos pedagógicos para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y media y que pretenda entre otras cosas:

- Diseñar, probar y ajustar modelos originales para la enseñanza, utilizando materiales del medio.
- Iniciar la construcción de una metodología propia para el trabajo con modelos en el aula.
- Iniciar la consecución de un archivo bibliográfico que permita definir el trabajo con modelos como una estrategia pedagógica para trabajar en el aula.

- Generar procesos de pensamiento que garanticen el desarrollo de la creatividad, a partir del trabajo con modelos.
- Hacer un diagnóstico sobre las concepciones que los docentes manejan en torno a la utilización de modelos en la enseñanza.

La utilización de un modelo cualquiera que este sea permite que los estudiantes tengan una aproximación mucho más real a la comprensión de un determinado tema o concepto y permite desarrollar los conceptos en orden de dificultad, de los más sencillos a los más complejos, y todo ello sin olvidar el aspecto lúdico que subyace detrás de todo el trabajo con modelos.

Dado que la idea es trabajar con materiales del medio y en particular materiales desechables, es muy útil producir modelos que puedan ser repetibles y que tenga un procedimiento alcanzable a los que ejecuten la idea; por ello la investigación debe generar una ayuda visual con dibujos, fotografías y diagramas, según lo requiera el trabajo.

Desde el punto de vista social y docente una investigación así permitirá poder buscar una verdadera interdisciplinaria y que generará un producto de tal magnitud que pueda en el futuro cercano incluir en los programas curriculares el "taller de ciencias naturales" o "el taller de modelos" con una identidad propia para que no sea confundido como un espacio para hacer prácticas de laboratorio que igualmente se deben hacer al desarrollar los programas.

Dado que en el desarrollo de una idea como esta es trabajar con material desechable o fáciles de conseguir, su repercusión social es muy amplia ya que indirectamente generaría una conciencia conservacionista en los estudiantes lo que sería de mucha ayuda en estos tiempos de desorden ecológico; la teorización sobre los procesos de modelización y la producción de material educativo para la enseñanza.

"En el aprendizaje de las Ciencias Naturales los estudiantes no deben conformarse solamente con descripciones detalladas de los fenómenos, sino que además, deben buscar la forma de responder el cómo y el por qué sucedieron así y por qué no ocurrieron de otra forma". Esta afirmación tomada de un documento de Antanas Mockus y otros (1982), muestra claramente que la enseñanza debe hacerse de una manera diferente a como se viene manejando; muchas veces, se puede hacer una muy buena explicación de un evento en particular, pero siempre quedará la duda de que tanto aprende un(a) estudiante. Por ello la tendencia de hoy en día es a que los estudiantes tengan una mayor interacción con los fenómenos, lo que se puede lograr a través de modelos.

Un modelo puede significar el original, el arquetipo al que nos referimos y que consideramos ejemplar, en este sentido podemos tomar una determinada cosa como modelo para otra que queremos construir; o podemos tomar un determinado proceso (o situación) emblemático como modelo para otros procesos o situaciones que tratamos de reproducir o de hacer funcionar (Arcá y Guidoni, 1989).

La utilización de modelos permite incrementar el proceso creativo de una persona aprovechando el placer natural que los seres humanos tienen por los aspectos lúdicos;

y como lo afirma Páez (1997) la curiosidad es la frontera entre la fantasía y la realidad y está celosamente vigilada por rígidas figuras educativas que tienen el deber de impedir que los subversivos, casi siempre camuflados de niños, crucen el límite y violen la disciplina escolar del territorio científico.

"Preferiría sobrellevar todo tipo de castigos antes que aprenderme de memoria cosas que no comprendía", esta frase con la que Albert Einstein explicaba su continuo fracaso en prestigiosos colegios alemanes refleja las constantes deficiencias de la educación formal. El consumo masivo y pasivo de rituales teóricos puede estar intoxicando muchas mentes curiosas y deseosas de explorar libremente su creatividad (Páez, 1997).

Una de las grandes tendencias investigativas en la enseñanza de hoy en día es el estudio de preconceptos; pero al revisar este tipo de trabajos muestran de una manera crítica que en este campo hay muchos vacíos; y la pregunta sería, ¿cuál es el problema central para que un(a) estudiante no adquiera un concepto que subyace detrás de él?, es la metodología de los/las docentes, es la poca disposición que tienen los estudiantes por el estudio o es la misma metodología la que no permite adelantar en el proceso de la construcción del pensamiento.

El problema podría solucionarse con la búsqueda de nuevas estrategias pedagógicas que permitan acercar más a un(a) estudiante a la comprensión de conceptos y que dicho proceso responda a un desarrollo secuencial.

Pero no se puede seguir cometiendo el mismo error de producir y producir nuevas cosas sin tener en cuenta lo producido anteriormente, más bien lo que se debe hacer es construir sobre lo que ya está hecho, esto lo expresaba claramente un programa de Discovery Channel cuando sostenía que "la naturaleza nunca empieza con bosquejos sino que trabaja sobre el modelo del año anterior"

El elemento más importante y menos mencionado cuando se habla de pensamiento científico, cuando se promueva la solución a un problema es la imaginación. En este proceso participan diversas habilidades de pensamiento. Una de ellas es la distinción entre lo posible y lo imposible y hacer un despliegue completo y ordenado de lo posible. Otra es el establecimiento de posibles relaciones entre objetos y eventos conocidos; en otras palabras, la habilidad para formular hipótesis. Ellas deben ser tales que sea factible establecer si además de ser posibles son reales. Otra habilidad importante es la de establecer analogías y la de construir modelos mentales. Las analogías permite mediante una comparación de algo conocido con algo nuevo, entender mejor aquello que se desconoce de lo nuevo. La construcción activa de modelos mentales permite explicar los fenómenos modelados. El poder explicativo, o mejor, la capacidad de predecir y controlar los fenómenos modelados, depende directamente de la naturaleza de los modelos imaginados (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 1993).

El objetivo general de un modelo es pues reducir (restringir) la cantidad de lo que es aún desconocido en un campo no del todo conocido, y permitir a los elementos de lo que se conoce coagular en una forma determinada y compleja. En todo caso un modelo es un poderoso instrumento mental, especialmente apto para la comprensión de estructuras de la realidad, cuando su complejidad no nos permite alcanzar y representar

directamente sus múltiples relaciones de conexión, y también para lograr un control directo del significado de los hechos (Arcá y Guidoni, 1989).

La investigación sobre el proceso de modelización aún es muy joven y como dicen Arcá y Guidoni (1989) es necesario darle respuesta a algunas preguntas importantes como: ¿Qué se hace modelizando?; ¿qué es lo que aporta un modelo?; ¿cómo funciona un modelo en el pensamiento científico de una persona?; y de si es necesario construir modelos para la enseñanza de las ciencias.

Martinand en 1986, elaboró en París, un trabajo sobre la enseñanza y aprendizaje de la modelización y sus objetivos básicos estaban centrados en tres puntos: hacer el balance de la modelización en la enseñanza (estudio de programas y manuales); preparar, conducir y observar secuencias de enseñanza-aprendizaje con algunos estudiantes; y, preparar y evaluar, con enseñantes, actividades de clase. Aunque se presentan los resultados de la investigación no hay mucha claridad en los tipos de modelos que se encontraron o que se utilizaron.

Arcá y Guidoni van mucho más allá, pues ya hacen una categorización para los tipos de modelos que hay y en los cuales se debe desarrollar toda su construcción; establecen por ejemplo:

1. Modelos espaciales en los que las relaciones entre sistemas o entre partes de un conjunto están expresadas en términos de su organización espacial.
2. Modelos temporales donde el espacio de la representación es usado a menudo con un significado temporal. Los niños tratan de representar las sucesiones temporales de acontecimientos por medio de múltiples dibujos distintos del mismo objeto, sistema o situación.
3. Modelos funcionales donde aparecen problemas de simbolización y de comunicación.
4. Modelos subestructurales de pequeñas estructuras materiales (microscópicas, submicroscópicas, atómicas) (Rimondi, 1988 citado por Arcá y Guidoni). Capaces de explicar rasgos microscópicos de hechos y fenómenos.

Otro de los grandes problemas que presenta la educación en ciencias actualmente es que el conocimiento está sectorizado y que cada una de las ciencias parece desarrollar sus temáticas por separado y son muy pocas las correlaciones de las áreas, lo que hace de por sí necesaria una verdadera interdisciplinariedad.

Vale la pena entonces preguntarse si:

- La elaboración de un modelo por parte de un(a) estudiante permite que este(a) tenga una aproximación más acertada en torno al aprendizaje de un proceso; y si,
- Existe entre los docentes una concepción teórica clara sobre lo que significa utilizar modelos en la enseñanza, pero existen vacíos significativos en cuanto a la variedad de modelos a utilizar.

¿Qué papel juega la creatividad en el proceso de creación de modelos?

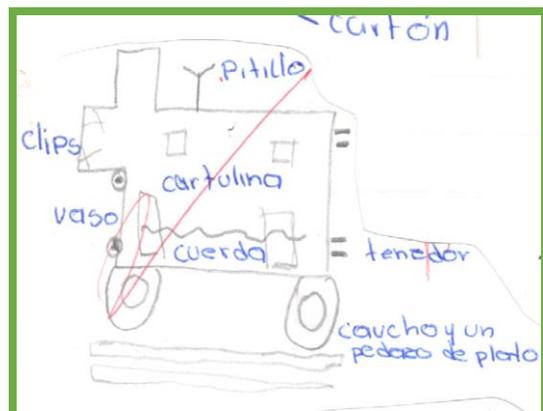
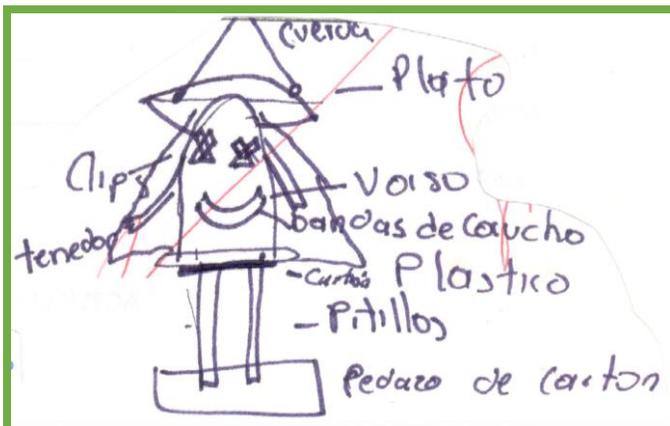
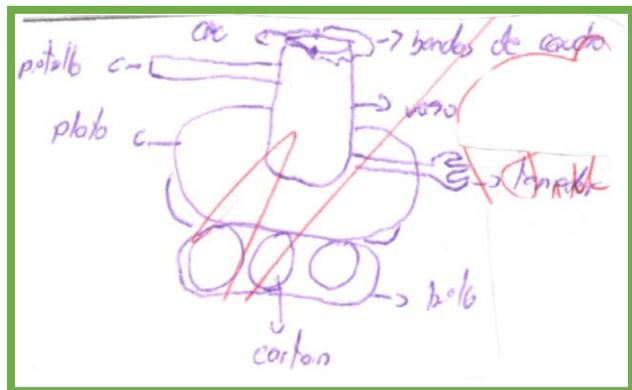
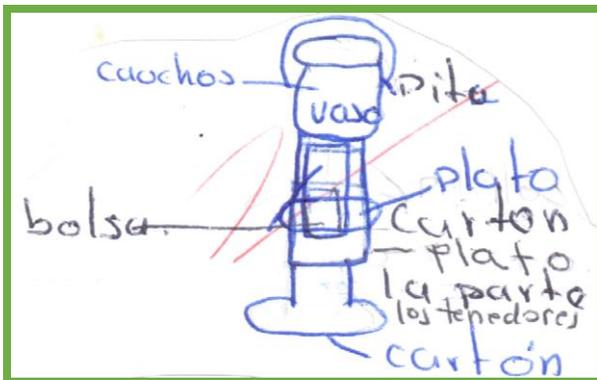
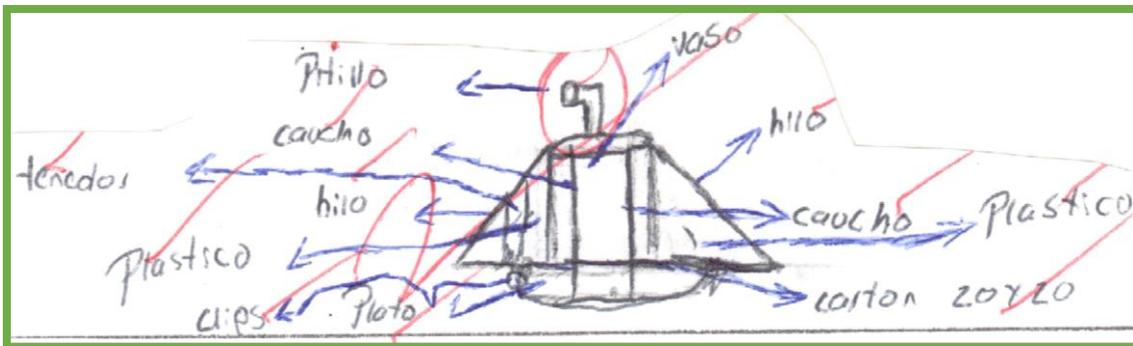
"Muchas definiciones se han dado para la creatividad; sin embargo, es posible indicar que se trata de una habilidad innata en los seres humanos que nos permite combinar

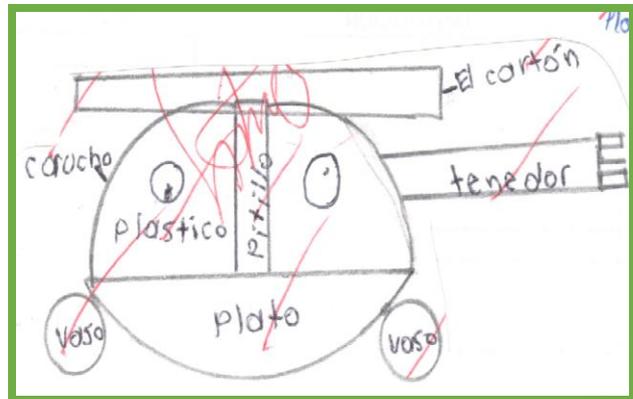
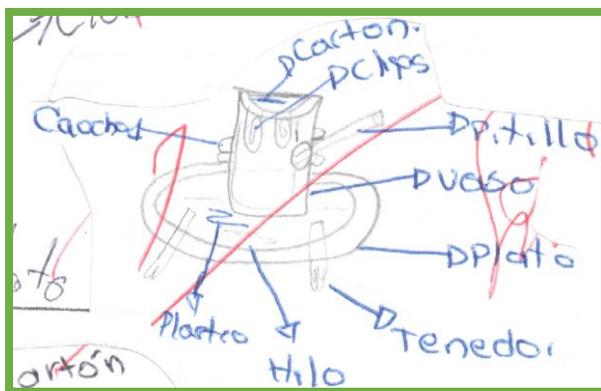
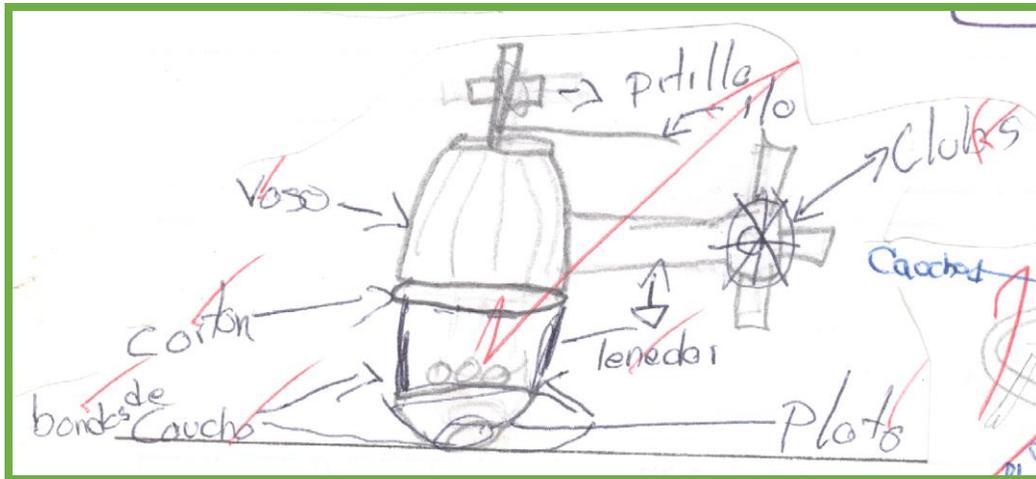
ideas, conceptos, experiencias, sin una relación conocida, para producir nuevas ideas de alguna utilidad. Todos los productos que el hombre ha logrado desarrollar han tenido su origen en una idea" (Devia, 1994).

Mediante ejemplos sencillos podemos hacer que los y las estudiantes entiendan cual es la función de la creatividad dentro del proceso de creación de algo.

Se elabora una matriz de dos hojas con los puntos que aparece en las páginas siguientes.

De esta actividad se desarrolla en la primera sesión hasta el punto f y el/la docente revisa y firma la idea; en la clase siguiente llevan los materiales y elaboran lo planeado. La valoración del trabajo estuvo en función de la correspondencia entre la idea y la realización; veamos los diseños elaborados por estudiantes de sexto grado:





Algunas ideas no pudieron ser llevadas a cabo debido a que muchos factores que tenían que ser contemplados no se tuvieron en cuenta, por ejemplo, el pegante sintético no pegó los vasos desechables que son de poliuretano; este simple detalle impidió que muchos/as no pudiesen concretar la idea que habían programado, se vieron en la necesidad de pedir una prorroga con el objetivo de buscar otro pegante que les sirviera. Con esta segunda parte del taller los estudiantes verificaron en la práctica lo que es la experimentación, el ensayo y error, el análisis de resultados y las conclusiones. En un paso posterior contaron por escrito los inconvenientes que tuvieron y que fue lo que lograron. Así realizaron otro punto importante en todo trabajo y es el de la comunicación, que es dar a conocer el resultado de sus trabajos a otros que no lo habían observado directamente.

Una de las críticas al trabajo anterior fue la que no se les dio la oportunidad de utilizar otros materiales diferentes a la lista que se les asignó, entonces se programó otro taller de creatividad, la lista de materiales la establecieron ellos/as y la idea de lo que había de construirse la dio la docente, pero estableciendo un mínimo de condiciones por cumplir; por ejemplo se dijo que si se iba a construir el modelo de una lavadora, esta debería tener por lo menos un aspa, una tapa, unos botones, un enchufe y un tubo para desaguar; se siguieron los mismos pasos del ejercicio anterior, se elaboró el dibujo de lo que se iba a fabricar, el procedimiento para hacerlo, el costo de los materiales y el tiempo asignado, una vez finalizada esta parte, el trabajo fue visado por el profesor y a diferencias del ejercicio anterior, para este se debería traer realizado en la próxima

sesión, también se tuvo en cuenta la correspondencia entre lo programado y lo realizado.

Hubo menos sorpresas que en el trabajo anterior, pues sus experiencias previas les permitieron establecer procedimientos y materiales mucho más eficaces, se evitaron así pérdidas de tiempo innecesarias.

Nuevamente escribieron sus experiencias, los logros, las dificultades, la forma como las obviaron, cumpliendo una vez más con el paso de la comunicación.

En un tercer ejercicio se programa un trabajo libre tanto en ideas como en materiales, pero se mantienen los pasos generales como el dibujo de la idea, el costo, el tiempo, el procedimiento.

Igualmente a los trabajos anteriores se valoró la correspondencia entre la idea y la realización.

Si a un proceso como este le aunamos el manejo de algunos procesos teóricos, la construcción de ideas puede ir siendo mucho más significativa.

Como los materiales, dentro del diseño y la construcción de la idea es muy importante, es bueno tener un pequeño taller para trabajar en la construcción de modelos y como mínimo se debería tener allí: un computador, scanner de una página, útiles de escritorio; elementos para el taller tales como: pistola de soldar, taladro percutor, destornilladores, alicates, pinzas, martillo, banco de trabajo, cinta métrica 3/4 X 5m/16, escuadra inoxidable, minimarco segueta con dos hojas, serrucho, prensa joyero de banco, pistola de silicona, barras de silicona, gafas protectoras, guantes de trabajo, remachadora, elementos para trabajo fotográfico, bisturí, tablas para cortar, segueta de pelo, escuadra, lijadora eléctrica. Normalmente se requiere un instrumental de fácil consecución pero se puede ir completando con otros más sofisticados a medida que el trabajo mismo lo pida.

Los modelos que propusieron los y las estudiantes de grado sexto responden al desarrollo de una plantilla, que puede ser utilizada en el diseño de cualquier modelo y que se encuentra en la página siguiente:

Matriz de creatividad

a. Revise la siguiente lista:

Materiales	Costo aproximado
1. Un vaso desechable.	
2. Un plato desechable.	
3. Un pitillo.	
4. Dos banda de caucho.	
5. Dos clips.	
6. Pegante.	
7. Hilo o cuerda de 50 cm.	
8. Pedazo de cartón de 20X20cm.	
9. Un tenedor desechable.	
10. Un pedazo de plástico.	
Valor total estimado.	

b. Con la anterior lista de materiales debe fabricar cualquier cosa que cumpla con las especificaciones que se piden a continuación:

- . Debe servir para algo
- . Se pueden partir los materiales
- . No se pueden utilizar materiales diferentes a los relacionados en la lista

c. Describa a continuación el trabajo que piensa crear:

d. En el siguiente cuadro dibuje la idea que va a fabricar

e. Establezca los pasos necesarios para su construcción: hágalo de tal manera que otra persona pueda recoger esta información y fabricar su idea con las instrucciones que usted le da.

f. Establezca el tiempo aproximado que va a invertir en la construcción de su idea; proyéctelo desde cuando lo inicia hasta cuando lo acaba

g. Para la próxima sesión lleve los materiales y construya la idea que programó en la sesión anterior; una vez que haya acabado el tiempo asignado diligencie los siguientes items:

h. Explique si hubo concordancia entre la idea programada y la idea realizada

i. El procedimiento establecido para llevar a cabo la idea, fue el adecuado?. Especifique

j. ¿Qué inconvenientes se le presentaron y cómo los solucionó?

k. ¿Qué limitantes hubo en la realización del trabajo?

l. ¿Que proyección le ve a este tipo de trabajo en el aula?

m. Después de realizado el trabajo escriba tres conclusiones

Una experiencia con personas ciegas

Desde hace 10 años vengo trabajando en el colegio República de China, Jornada de la mañana, en Bogotá, Colombia, con personas ciegas y mi mayor preocupación es saber como es que ellos adquieren y asimilan conceptos y en especial los de las ciencias naturales, pero siempre he pensado que ellos deben tener las mismas oportunidades que tienen los demás estudiantes; por tal razón, me propuse como objetivo central construir materiales didácticos que le permitan a una persona ciega adquirir conceptos de las ciencias naturales en igualdad de condiciones que los estudiantes regulares.

El siguiente ejemplo sirve para especificar la tarea que he emprendido: la tabla periódica es un instrumento que permite obtener información de cada uno de los elementos químicos que existen; en el colegio tenemos varias tablas periódicas que podemos llevar a los salones para cuando necesitamos explicar algún concepto de química; la tabla periódica tiene una organización en particular por grupos que son las columnas (verticales) y por periodos que son las líneas horizontales. El Instituto Nacional para Ciegos (INCI) con sede en Bogotá no tiene una tabla periódica con estas características (aunque si tiene un libro donde están registrados los datos de todos elementos); por lo tanto me di a la tarea de construirles a los invidentes una tabla periódica en Braille, con nueve datos por cada elemento químico y quedó del mismo tamaño a la que utilizan los estudiantes regulares. Cuando la he utilizado le solicito a los estudiantes ciegos la misma información que le solicito a los demás.

Después de esta primera experiencia he construido y probado cerca de 50 instrumentos y modelos para la enseñanza de las ciencias naturales con personas ciegas entre los cuales, puedo destacar los siguientes: modelo para enseñar mitosis y meiosis; modelo para enseñar cruces genéticos; instrumento para enseñar a hacer conversiones en las medidas de longitud, de capacidad, de masa y de intensidad de corriente eléctrica; plantillas para hacer dibujos; plantillas para hacer gráficas, instrumento para enseñar a establecer el número de electrones que tiene un átomo tanto en los niveles como en los subniveles; instrumento para enseñar como está estructurado el ADN, como se duplica y como se forma el ARN mensajero; instrumento para trabajar los diferentes tipos de fórmulas químicas; modelo para explicar como está organizado el sistema nervioso humano; instrumento para trabajar cadenas alimentarias; modelo de un nervio, modelo de una neurona; modelo de las ondas; modelo de una nefrona; modelo de termómetros y escalas de temperatura; dioramas; y, un instrumento para enseñar a manejar vectores, entre otros.

Además de los instrumentos anotados anteriormente, debo resaltar que ya he tenido algunas experiencias con personas ciegas elaborando mapas conceptuales, en el área de ciencias naturales y en el área de gestión empresarial; construcción de un reloj de ideas, elaboración de tablas con datos; y la construcción de otra tabla periódica más pequeña y con otro tipo de datos.

La propuesta que vengo manejando es para trabajar con personas ciegas que están en las aulas regulares, por lo tanto la clase se trabaja tal como se tiene preparada, pero si en el curso hay personas ciegas, con anticipación se fabrica el instrumento o modelo para que ellos adquieran el concepto de la misma manera como lo hacen los demás

estudiantes. Muchos de los modelos utilizados con personas ciegas, han servido para que los estudiantes regulares entiendan un concepto.

El diseño curricular del área de ciencias naturales se ha establecido desde el comienzo del año lectivo; y es el mismo para mañana y tarde. Este diseño está en relación con el modelo pedagógico de la institución, que es el de Enseñanza para la Comprensión. Los diseños de las clases también responden al diseño curricular general y las actividades que se trabajan con los estudiantes regulares van en la misma dirección; por lo tanto los modelos que se le construyen a personas ciegas no son la excepción, se ajustan perfectamente a los parámetros institucionales.

A través de los años de desarrollo de la propuesta he ido mejorando los modelos e instrumentos en su estética, en el uso de materiales más resistentes, en la implementación de nuevas partes del concepto que no se habían trabajado. La evaluación que hago es desde dos puntos de vista, por un lado está el modelo o instrumento como tal, para verificar si es totalmente funcional; y por el otro verificando que tanto han aprendido las personas ciegas acerca del concepto trabajado, esto se hace colocándoles ejercicios para que los resuelvan o pidiéndoles la explicación a medida que arman el modelo.

La mayoría de los instrumentos elaborados se han construidos con materiales fáciles de conseguir; algunos modelos que he hecho no han sido muy funcionales debido a que las piezas que los componen son muy pequeñas y difíciles de manipular por parte de los ciegos, por esta razón se han tenido que reformular y hacerlas muchos más grandes. Tal vez uno de los mayores obstáculos al trabajar con las personas ciegas es que los textos que utilizan, ocupan mucho espacio, por lo tanto todos los modelos son grandes.

En realidad el diseño y elaboración de un modelo o instrumento obedece a la siguiente idea: tomo un concepto, lo fraccio en sus partes esenciales y elaboro un modelo teniendo en cuenta que dicho modelo sirva para cumplir con cada una de las partes de ese concepto. Los modelos siempre se han utilizado en el momento exacto, es decir que si estoy desarrollando el tema de genética ahí mismo estoy probando el modelo con las personas ciegas, esto hace que en ningún momento ellos se sientan descontextualizados, al contrario, elevan su autoestima ya que saben que están realizando lo mismo que sus compañeros videntes.

La propuesta se ha ido evaluando sobre la marcha; evaluar personas ciegas no es lo mismo que con los estudiantes regulares, en realidad a ellas se les explica un concepto, luego se ponen a trabajar con el modelo que se le ha construido hasta que se logre un buen proceso de mecanización y la evaluación es simplemente el asignarles una tarea o colocarles un ejercicio y sentir la satisfacción de que lo realizan en su totalidad y que lo realizan bien; por lo tanto no hay instrumentos particulares para ellos y la calificación está bajo los cuatro calificativos fundamentales de la institución que son: Superior, Alto, Básico y Bajo.

El impacto social de esta propuesta y en especial del trabajo hecho con la tabla periódica, ha sido muy alto, tanto que fue escogida para ser la protagonista de un afiche

y de la propaganda de matrículas de la Secretaría de Educación del Distrito Capital para el año 2014 y otras acciones que se registran en los siguientes links:

La educación te da poder: <http://www.youtube.com/watch?v=n4pKu59RrRo>

Nuestro destino es abrir mentes: <http://www.youtube.com/watch?v=9OeqXvKE37c>

Proyecto innovador: <https://www.youtube.com/watch?v=kgWtlrHAzyw>

<http://www.educacionbogota.edu.co/sitios-de-interes/nuestros-sitios/agencia-de-medios/noticias-institucionales/un-profe-de-bogota-creo-su-propia-tabla-periodica-en-braille>; entrevista en la emisora la 92 de Todelar <http://www.929fmbogota.com/profesor-creo-la-tabla-periodica-para-ciegos/>

Entrevistas en el programa Nocturna de RCN radio y en Bogotá hoy por hoy de Caracol, publicación en el periódico ADN http://issuu.com/diarioadncolombia/docs/adn-bogota_ec5c29285f1f0e

En el colegio República de China, Jornada de la mañana, en Bogotá Colombia, contamos con el apoyo de las tíflogas, al comienzo les solicitaba que me colaboraran escribiendo los textos en Braille; pero por su carga de trabajo decidí aprender a escribir y a leer en Braille, lo que ha sido muy importante para mi vida, esto ha hecho que yo me acerque más a los estudiantes ciegos y comprenda aun más su realidad, día a día esta experiencia se ha convertido en un reto de tipo personal, cada tema nuevo es una incertidumbre para mi, porque pienso bastante en cual es la mejor manera de abordarlo con ellos(as). Esta experiencia ha cambiado radicalmente mi practica docente, porque desde hace mucho tiempo he venido realizando modelos para los videntes, ahora estoy trabajando tanto para ellos como para las personas ciegas, lo que me obliga a prepararme cada día más en diferentes aspectos. En este momento ya hay compañeros y compañeras docentes que se han interesado por aprender a escribir y leer en Braille con la intensión de colaborarle a esta población tan necesitada.

El futuro de la propuesta es seguir construyendo y desarrollando ideas para que las personas ciegas aprendan la mayor cantidad de cosas posibles y empezar a colaborarle en el desarrollo de algunas ideas a mis compañeros y compañeras de otras áreas donde también se necesita un apoyo fundamental en este campo.

En las dos páginas siguientes propongo una matriz para ser utilizada en la construcción de modelos.

Matriz de programación y evaluación de un modelo

Objetivo

Construir modelos que sirvan para la enseñanza de diferentes temas en diferentes áreas del conocimiento.

Condiciones a cumplir

1. El modelo debe ser funcional, es decir que sirva.
2. Debe poder ser utilizado, en primera instancia por los invidentes; pero también le debe servir a los videntes.
3. Debe tener las instrucciones para que cualquier docente lo pueda utilizar con sus estudiantes.

Recursos

Materiales	Costos
Valor total estimado	

Descripción del trabajo que piensan realizar

Escriba el concepto a desarrollar, y los subconceptos que se desprendan de el. Comente brevemente como se hará el trabajo.

Bocetos del trabajo a realizar

Haga todos los dibujos del modelo planteado, paso por paso, especificando su respectiva intención. Los pasos deben estar planteados de tal manera que otra persona pueda recoger esta información y fabricar su idea con las instrucciones que ustedes le dan. A medida que se van haciendo los dibujos del paso se debe ir haciendo el libreto para la utilización del modelo con las personas ciegas.

Establezca el tiempo aproximado que va a invertir en la construcción de su idea; proyéctelo desde cuando lo inicia hasta cuando lo acaba.

Someta el modelo a evaluación de un experto, para recibir los comentarios respectivos y hacer los ajustes correspondientes.

Una vez que se tenga el aval del experto, construyan el modelo.

Pruébenlo con un grupo de estudiantes invidentes y algunos videntes.

Explique si hubo concordancia entre la idea programada y la idea realizada

El procedimiento establecido para llevar a cabo la idea, ¿fue el adecuado?. Especifique

Escriba los ajustes que le haría al modelo para que sea mucho más funcional?

¿Qué inconvenientes se le presentaron a lo largo del proceso y cómo los solucionó?

¿Qué limitantes hubo en la realización del trabajo?

¿Que proyección le ve a este tipo de trabajo en el aula?

Después de realizado el trabajo escriba tres conclusiones que pueda compartir con sus compañeros.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

AGUILAR, Carlos. 1992. ¿Muertos para el estudio científico de la vida?. Práctica con cadáveres. En EL ESPECTADOR, martes 7 de abril, pag. 13A.

ARCÁ, M. y GUIDONI, P. 1989. Modelos infantiles y modelos científicos sobre la morfología de los seres vivos. *Enseñanza de las ciencias*. 7(2), 162-167.

ASTUDILLO, P., y GENÉ D., 1984, Errores conceptuales en biología, la fotosíntesis en las plantas verdes. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 2, pp. 15-17.

ALDRIDGE, B. y otros. 1997. Science interactions 1,2 y 3. Ohio. Glencoe. MacGraw-Hill.

BRIONES, G. 1982. *Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales*. México. Trillas.

CAMAÑO, A.; MAYOS, C.; MAESTRE, G.; VENTURA, T. 1982. Consideraciones sobre algunos errores conceptuales en el aprendizaje de la química en el bachillerato. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 1, pp. 198-201.

CANDEL, A.; SATOCA, J.; y SOLER, J., 1984, Interpretación errónea del concepto de entropía, *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 2, pp 198-201.

CARDENAS, F.; GÉLVEZ, C.; NIETO, J. y ERAZO, M. 1997. Ciencias Interactivas 6, 7, 8 y 9. McGraw-Hill, Interamericana.

CARDENAS, F.; GÉLVEZ, C.; NIETO, J. y ERAZO, M. 1997. Manual de apoyo didáctico, Ciencias Interactivas. McGraw-Hill, Interamericana.

CRISCUOLO, F., 1987, ¿Pueden interpretarse las preconcepciones a la luz de las teorías del aprendizaje?. *Enseñanza de las ciencias*, 5(3), 231-234.

FURIO, C., 1983, Persistencia de errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 1, 15-21.

FURIO, C.; HERNANDEZ, J., 1983, Ideas sobre gases en alumnos de 10 a 15 años, *Enseñanza de las ciencias*, Vol.1, 83-92.

GIL, D. 1983, Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las ciencias*, Vol.1, pp. 26-34.

GIORDA, A. 1989. Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones. *Enseñanza de las ciencias* 7(1), 53-62.

GOMEZ, O. y otros. 1997. Educación en tecnología 1. Estructuras y movimiento. Madrid. McGraw-Hill.

MARTINAND, J.L. 1986. Enseñanza y aprendizaje de la modelización. *Enseñanza de las ciencias*. 4(1), 45-50.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. 1993. Ciencias Naturales y educación ambiental. Marco General. Colombia.

MOCKUS, A. y otros. 1982. Las ciencias naturales en la reforma curricular. *Educación y cultura*. pag.15-23.

NIETO, Jorge. 1985. Manual de guías de laboratorio, para noveno grado. Colegio Distrital Juan Evangelista Gómez. Jornada de la tarde.

NIETO, Jorge. 1989. Colección guías de laboratorio. Biología general. Departamento de Química y Biología. Universidad De La Salle.

NIETO, Jorge. 1990. Colección guías de laboratorio. Fisiología comparada e Higiene. Departamento de Química y Biología. Universidad De La Salle.

NIETO, Jorge. 1992. Ciclo de la energía. Revisión Bibliográfica. Notas de clase.

NIETO, Jorge. 1992. Una experiencia: La utilización de los artículos científicos de El Espectador y El Tiempo, como materiales didácticos en el aula. En Boletín No.22 C.P.L. Oficina de Docencia. Universidad De La Salle.

NIETO, Jorge. 1994. El ciclo celular. Hacia una Visión Holística de la célula. En Revista DIOGENES. Vol. 1, No.2, pp 205-212.

NIETO, Jorge. 1995. Construcción de una molécula de insulina humana. En DIOGENES. Vol.2, No.1, pp 59-84.

NIETO, Jorge. 1996. ¿Se puede enseñar a investigar?. En revista DIOGENES, Vol.3, No.2, pp 179-190

NIETO, Jorge. 1998. Construcción de una matriz para ser utilizada en estudios de evaluación de preconceptos. Colegio Distrital Atanasio Girardot. Informe Técnico.

PÁEZ, Edna. 1997. La no curiosidad mató el ingenio. En EL ESPECTADOR, Miércoles 30 de abril, pag. 2D.

ROJAS, R. 1989. Aprendiendo a trabajar y producir riqueza. Bogotá. Instituto de Pedagogía Autoactiva de Grupos, IPAG.

SILVA, S. y GOMEZ, A. 1997. Educación en tecnología 2. Madrid. MacGraw-Hill.

STONE, G. 1964. Science in action. 2da. ed. United States. Prentice-Hall.

SALAS, H., 1983, ¿Conceptos o procesos?, *Enseñanza de las ciencias*, Vol.1, 109-115.

SEBASTIA, J., 1984, Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes, *Enseñanza de las ciencias*, Vol.2, pp.161-170.

SOLIS, R., 1984, Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias, *Enseñanza de las ciencias*, Vol.2, pp. 83-89.

STONE, G. 1964. Science you can use. 2da. ed. United States. Prentice-Hall.

TAMAYO, Mario. 1981. El proceso de la investigación científica. Fundamentos de investigación. México. Limusa.

VEJO, P. 1997. Educación en tecnología 3 y 4. Madrid. MacGraw-Hill.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE. Vicerrectoría académica. 1998. Directrices para la investigación. Colección: Investigación y docencia universitaria Lasallista. Centro de Publicaciones UNISALLE

UNIVERSIDAD DE LA SALLE. Vicerrectoría académica. 1997. Hacia un modelo de investigación institucional: políticas y procedimientos. Colección: Investigación y docencia universitaria Lasallista. Centro de Publicaciones UNISALLE