

# **E**nseñanza de las **C**iencias **B**asada en la **I**ndagación

Texto preparado por el profesor Hernán Verdugo Fabiani

En francés se le conoce como "La main à la pâte", y es una alternativa metodológica que está siendo utilizada para enseñar ciencias naturales.

En nuestro país hay un plan piloto que poco a poco va cubriendo el territorio, empezó en comunas de Santiago (Cerro Navia, Lo Prado y Pudahuel) y luego se extendió a Valparaíso y Concepción, y pronto comenzará en La Serena y en Temuco.

Esta metodología es propuesta por primera vez en el año 1996, por el profesor Georges Charpak, premio Nóbel de Física en 1992, en la Academia de Ciencias en Francia.

En nuestro país, la metodología la trae un grupo de académicos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile y se empieza a usar con el auspicio del Ministerio de Educación y respaldo de la Academia Chilena de Ciencias, y otras organizaciones, a partir del año 2003. Ahora está a cargo de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

El objetivo central de la metodología es promover la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela primaria.

En nuestro país ya se está intentando llegar a la Enseñanza Media. No hay experimentos ni resultados al respecto, pero la disposición de los profesores parece augurar buenos resultados. Recientemente un grupo de profesores de Enseñanza Media, y de Enseñanza Básica, realizó un curso de perfeccionamiento en Física con uso de esta metodología. El curso estuvo a cargo del CIE ([www.cie.cl](http://www.cie.cl)) y de Profísica ([www.profisica.cl](http://www.profisica.cl)).

La metodología se sustenta en 10 principios, que son:

- 1.- Los estudiantes observan un problema que es real y que les resulta familiar. A partir de este problema hacen una investigación que les permite descubrir el conocimiento que se asocia al problema.
- 2.- En el desarrollo de la investigación, los estudiantes van elaborando hipótesis y planteando argumentos con sus propias palabras. Ellos discuten sus propias ideas y poco a poco van construyendo su propio conocimiento.
- 3.- Las actividades que desarrollan los estudiantes obedecen a una secuencia que organiza el profesor a objeto que el conocimiento que van construyendo esté graduado y debidamente coordinado.

4.- Se requiere de varias sesiones semanales para un estudio acabado de un problema en particular. Esto implica que la actividad a realizar no necesariamente esté en el programa de estudio pero sí que esté relacionado o bien que sea parte de él. En todo caso, se puede modificar la duración de las actividades para ocupar más contenidos del programa.

5.- Cada estudiante lleva un registro individual: bitácora. En éste cuaderno especial el estudiante anota todo lo que observa, concluye y aprende del problema que está estudiando.

6.- El objetivo final de toda actividad indagatoria es que el estudiante se apropie, progresivamente, de aprendizajes. Así el aprendizaje les será significativo. En el proceso también habrá consolidación de la expresión oral y escrita en torno a los aprendizajes.

7.- En el trabajo de los estudiantes se integrará la familia y la comunidad.

8.- A los estudiantes les colaborarán los "pares científicos" del entorno cercano: universidades, grandes escuelas, otras entidades educacionales.

9.- Los centros de formación cercanos a la escuela ponen a disposición de los profesores de la escuela su experiencia en didáctica y en procesos pedagógicos.

10.- En Internet habrá módulos de actividades basadas en la metodología para que pueda implementar en su clase, a su vez que también habrá información y respuestas a sus inquietudes acerca de ella. Asimismo podrá participar en redes de profesores que estén trabajando en la misma línea.

Bien, estos principios obedecen a la aplicación de la metodología y en su aplicación resultan ser más simples que lo que parece.

Los principios que sustentan la metodología son válidos, y exigibles me atrevo a plantear, si acaso el proyecto educativo del Establecimiento Educacional así lo plantea. En la práctica se puede simplificar algunos planteamientos y llevarla al aula de manera más fácil.

El profesor, cuando aplica esta metodología con sus alumnos, los divide en grupos de 4 o 5 alumnos, les entrega una guía de trabajo que los orientará en el trabajo a realizar (la guía la puede entregar completa de una vez o en partes a medida que se va avanzando), los materiales con que se experimentará y el espacio físico necesario.

El tiempo destinado a esta actividad puede variar de una sesión semanal a varias sesiones en varias semanas y los temas que se aborden pueden estar o no en el marco curricular o en el listado de contenidos que se desarrollarán con el grupo de alumnos con que se ejecute.

Al aplicar la metodología se hará lo que denominaremos una "aplicación". Para la aplicación hay un objetivo, como es obvio, que se pretende lograr al término de su realización. Hay una fase previa de acercamiento a los conceptos involucrados en el logro del objetivo, luego hay una fase de experimentación y finalmente una fase de aplicación de lo aprendido.

No es recomendable entregar, al comienzo, el objetivo de la actividad ya que podría dar una orientación a los alumnos acerca del aprendizaje que se pretende lograr. Y la idea es que el aprendizaje que van a obtener lo logren por la propia construcción del conocimiento que harán y no por influencias de los profesores. No confundamos influencia con asesoramiento. El profesor sí debe asesorar el trabajo de los alumnos y

debe conocer muy bien el objetivo de la actividad, pero no darle las respuestas, el profesor debe promover en los alumnos el que ellos mismos busquen respuestas, o argumentos a ellas, por otros mecanismos y fuentes de información.

La fase de aplicación de la metodología se puede resumir en cuatro importantes pasos, que son ineludibles, y son:

- Focalización
- Exploración
- Comparación y Contraste
- Aplicación

Como se mencionará más adelante, esta metodología se sustenta en las ideas del constructivismo.

Veamos las etapas una a una:

### **1.- Focalización:**

Se trata de presentar un problema cuya temática a abordar se relacione con el objetivo de la actividad.

Por ejemplo, si el objetivo se refiere a que los alumnos diferencien el concepto de masa del concepto de peso entonces podría plantearse un problema relacionado con una visita a la feria. En la feria hay quienes pesan y quienes masan sus productos, si damos una vuelta completa a la feria veremos que hay quienes usan balanzas y otros dinamómetros. La idea, en el ejemplo que pretendo dar, es que los alumnos – en sus recuerdos o en una visita real a una feria – descubran que hay diferentes formas de "pesar" productos en la feria.

Junto con centrar la atención en un problema, podrían plantearse algunas preguntas que los hagan elaborar argumentos:

Por ejemplo, podría preguntarse:

Seguramente en la feria se ve que hay vendedores, de frutas y verduras, que usan diferentes formas de pesar los productos que allí vende, ¿por qué crees que no usan, todos, los mismos instrumentos de medida?

¿Da lo mismo usar cualquier tipo de instrumento? ¿Por qué?

...

Algo importante es que cada alumno responda primero las preguntas que se hacen en forma individual y todas deben llevar una argumentación. El profesor debe fijarse que nadie responda solo con un sí o con un no, debe promover que todos argumenten sus respuestas de acuerdo a sus creencias, no en función de la "materia" que él enseña pero si hay quienes la usan que no lo impida.

En esta fase nada está mal, nada está bien. Las respuestas a las preguntas, son solo eso... respuestas.

Luego de las respuestas individuales se pide a los alumnos que elaboren una única respuesta como grupo. De igual forma, la respuesta y el argumento por cada pregunta que se hace.

Si hubo alguna respuesta o argumentos erróneos o correctos, eso se confirmará en una fase posterior.

Todo esto lo hace el alumno en un cuaderno especial en el que llevará el registro de toda la actividad, donde anotará todo lo que observe, todo lo que se le pregunte, todo lo que aprenda, hará dibujos, hará comentarios con **sus** palabras ... con **sus** ideas.

## 2.- Exploración:

En esta fase está la clave de la metodología. Esto no significa que las demás sean menos importantes, ¡no!, todas son indispensables, pero aquí es donde se marca la diferencia respecto a otras ideas metodológicas que se conocen.

Aquí se hará una actividad experimental con materiales de fácil acceso. No debe requerirse un laboratorio sofisticado ni grandes aparatajes que ilustran, casi siempre, la idea de laboratorio de ciencias. La sala de clases, el patio, un pasillo, la cocina, el comedor, ... cualquier lugar puede ser útil. Incluso la actividad experimental puede ser solo la observación de algún producto tecnológico.

Supongamos que se hará un experimento de medir "el peso" de una manzana usando una balanza en un momento y luego un dinamómetro.

De ser necesario, hagamos el experimento en dos fases.

- construir una balanza y construir un dinamómetro (si es que no se poseen)
- medir "el peso" de una manzana

Antes de construir, o experimentar algo, se explica al alumno lo que se va a realizar y se le hace alguna pregunta, la que debe ser respondida con argumentos y – si la situación lo permite – que conduzca al alumno a elaborar una hipótesis en relación al problema que se presenta. Se insiste, se debe dejar que el alumno escriba sus ideas con sus palabras. Ya habrá momentos en donde se afine el lenguaje y otras cosas.

En el fondo lo que se pide al alumno es que realice una predicción del resultado experimental que se tendrá.

Por ejemplo, se podría decir lo siguiente.

<En el experimento que harás colocarás una manzana en un plato de una balanza y la equilibrarás con "pesos" puestos en el otro plato y subirás, y luego bajarás, un piso en un ascensor (si no se dispone de él, se puede idear otra cosa) y observarás lo que ocurre en la balanza. Luego colocarás la misma manzana colgando del dinamómetro y subirás y bajarás en el ascensor un piso. También debes observar lo que ocurre.

¿Cómo serán las medidas que se observen en la balanza y en el dinamómetro cuando subes y bajas en el ascensor?

¿Por qué crees que ocurrirá lo que dices?

Intenta hacer una hipótesis usando las respuestas que das.>

Luego que cada alumno respondió. Y luego de que el grupo construyó una única respuesta. Incluso después que todo quedó registrado en el cuaderno especial, bitácora podríamos llamarle, que lleva cada alumno... se hace la actividad experimental.

Se hace lo que se explicó a los alumnos en la guía. De la misma forma en que se presenta y con los mismos materiales. Si se llegara a modificar alguna variable, las

respuestas dadas por los alumnos carecerán de valor. La actividad se habrá "contaminado".

Es muy importante que el profesor vele porque todos los alumnos hagan y registren las observaciones experimentales.

Nada ocurre considerando solo el inicio y el final, entre ambos instantes hay muchas cosas que van ocurriendo y un buen observador hace un registro de todas ellas. Esas observaciones pueden constituir un importante sustento para un argumento e incluso puede ser la respuesta directa a alguna pregunta que se hace.

### **3.- Comparación y contraste:**

Aquí es donde se afianzan los conocimientos previos de los alumnos. También es donde se producen las modificaciones de los mismos.

Aquí es donde se manifiesta el aprendizaje que pudo haber obtenido el alumno.

Una vez que se han obtenido los resultados experimentales es hora de ver si las predicciones e hipótesis hechas por los alumnos en forma individual y grupal se ven o no confirmadas.

Se espera que si lo predicho por los alumnos se constata en la observación experimental, hay un argumento empírico que da validez a los conocimientos previos que tenían.

Si no se cumple lo predicho, entonces debe producirse una modificación de los conocimientos previos.

Cualquiera sea la situación, lo interesante es que lo acertado o no que estaban los conocimientos previos, sobre un tema específico, proviene de una verificación experimental. Y la actividad fue realizada por los propios alumnos ... ANTES que se enseñara formalmente el tema del objetivo de la actividad.

Es un descubrimiento. Es una construcción autónoma del conocimiento.

Si todo marcha bien, no debería haber filtración, entre lo que dice el profesor y los libros y lo que ocurre en la actividad, entonces el aprendizaje logrado puede constituirse en un aprendizaje significativo, y son ellos los que logran modificar las conductas de las personas.

En esta fase es importante, y en todas las anteriores también, que los alumnos – como grupos de trabajo – hagan públicas sus observaciones, respuestas, predicciones y ahora sus comparaciones. Así el trabajo tomará un rasgo más importante en lo colectivo.

También es útil que el profesor, en este paso casi final, organice las ideas y los aprendizajes logrados dando un lenguaje más apropiado o más coherente. No hay que modificar sustancialmente lo que plantean los propios alumnos, pero hay que velar por que no se aprendan "errores".

Se puede avanzar más en esta fase y pasar a comprobar si las primeras preguntas que se hicieron, las de la fase de focalización, estaban o no debidamente argumentadas. Y quizás habrá que corregir alguna de las respuestas dadas, especialmente si alguna se refería a alguna situación donde el alumno no tuviera una vivencia previa (situación que hay que tratar de evitar).

### **4.- Aplicación:**

En esta fase está la primera verificación si el objetivo que se había propuesto para la actividad ha sido logrado con éxito.

Es una fase donde se transfiere lo aprendido a otras situaciones que no necesariamente se han planteado en la actividad hasta el momento anterior a esta instancia.

La transferencia de los aprendizajes es un gran desafío de todo el proceso de enseñanza – aprendizaje y aquí tenemos la ocasión de incluirla en una fase metodológica.

Siguiendo con el ejemplo de medir "el peso" de un objeto.

<Podría pedirse a los alumnos que respondan preguntas tales como comparar pesos y masas al medirlas en los distintos puntos geográficos de la Tierra, en la Luna o en otro lugar "celeste".

Podría preguntarse por qué un joyero usa una balanza y no un dinamómetro para "pesar" sus metales precisos.>

Y bueno, los alcances que puede tener esta fase está limitada – en gran medida – por los propios conocimientos previos de los profesores o sus habilidades para formular preguntas y/o plantear situaciones.

Hasta aquí llega la aplicación con la metodología indagatoria.

Algunas cosas destacables que se observan a simple vista de la metodología o como posible resultado de su aplicación:

- el alumno realiza una actividad cercana a sus vivencias, que no le es ajena
- el alumno construye sus propios aprendizajes
- el alumno confirma o modifica sus preconcepciones
- el alumno desarrolla la habilidad de argumentar sus respuestas y sus observaciones
- el alumno desarrolla habilidades de lectoescritura y de oratoria
- el alumno practica la observación como un recurso que favorece el aprendizaje
- el profesor construye una guía que lleva al alumno a un aprendizaje pasando por etapas que son progresivas
- la ciencia que se presenta al alumno es la ciencia real, no la idealizada por los libros y profesores
- la imagen del científico que se proyecte puede ser tal que se motive a los alumnos a continuar estudios sobre ciencias naturales básicas
- el profesor se constituye como un asesor y no como un conductor
- la responsabilidad del aprendizaje está centrada en el alumno
- la responsabilidad de brindar oportunidad de aprender está en el profesor
- la carencia de materiales de laboratorio no es un impedimento
- puede necesitarse la colaboración de la comunidad para la realización de actividades

### **A no descuidar**

Un aspecto no considerado, al parecer, por los gestores de la metodología, o que por lo menos no se hace evidente en la literatura que empieza a aparecer, es el enfoque social que debe tener, desde mi particular punto de vista, toda disciplina científica.

No estamos en tiempos donde la investigación y la construcción del conocimiento científico se haga en forma pura como muchos creen, es decir, solo con el afán de saber y conocer más, limpia de todo tipo de filtro. Una ciencia, y una tecnología, neutra.

Un planteamiento que se usa mucho es decir que "la ciencia solamente es, lo que ocurra con ella depende de los hombres". En mi mirada, no estoy de acuerdo con esa afirmación. La ciencia y la tecnología no son neutras.

Es cuestión de "indagar" un poco y nos vamos a dar cuenta que esos grupos de saberes están cruzados por una gran cantidad de enfoques que promueven, facilitan o entorpecen el desarrollo del conocimiento. Los grupos religiosos, los grupos ambientalistas, los antigrupos, las predilecciones políticas, los grupos de elite financiera y muchos otros más. Estos grupos colocan sus condiciones para la construcción del conocimiento.

En países como el nuestro son las universidades las que hacen el mayor aporte a la construcción de conocimientos, y éstas casas tienen sus propios fundamentos y, por lo mismo, dan o quitan facilidades, favorecen o desfavorecen posibles líneas de investigación.

En países más desarrollados son las empresas, en gran medida, las que hacen investigación y construyen conocimiento, pero ellos están ligados – obviamente – a los intereses de las mismas.

En otros países los líderes políticos y/o religiosos imponen sus principios casi totalitarios para prever y promover que el conocimiento se ajuste a las necesidades que ellos tienen.

En fin, la ciencia y la tecnología de hoy se construye, mayormente, de acuerdo a los requerimientos de la sociedad y la sociedad se comporta de acuerdo a los resultados de la ciencia y la tecnología. Esta relación Ciencia – Tecnología – Sociedad es una realidad incuestionable y está para quedarse definitivamente.

Entonces, y volviendo a lo nuestro, la metodología indagatoria debería incluir una fase donde se analice el producto científico que estaba como objetivo en su relación con el comportamiento de la sociedad. Una instancia donde se puede hacer sin agregar fases adicionales es usar la etapa de Aplicación, aquí se puede plantear el tema de la relación científica y/o tecnológica con lo social y viceversa.

Si vamos a enseñar una ciencia real y no ideal, entonces asumamos que la realidad del trabajo científico está sujeta a la relación Ciencia – Tecnología – Sociedad.

Ver:

Esta es la principal página dedicada a la metodología. <http://www.lamap.fr/>

En Chile: <http://www.ecbichile.cl/>

En Colombia: <http://pequenoscientificos.uniandes.edu.co/>

En Argentina: <http://redteleform.me.gov.ar/pac/index.php?lng=es>

Estados Unidos: <http://www.nsrconline.org/>