

PPDQ Boletín



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

No. 38

Revista del Sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica del Departamento de Química.

Bogotá D. C. Agosto de 2002

Pedagogía y Didáctica

EL TRABAJO DE LABORATORIO: UN MITO »

Martha Judith Huertas Valencia «

Introducción

El trabajo de laboratorio es una actividad distintiva de la enseñanza de las ciencias, sin embargo el papel que éste desempeña en la actividad educativa no está claro aún, aunque se hable de su importancia, no se tienen argumentos suficientes que determinen su verdadera función. Algunas investigaciones, incluso, han demostrado que los objetivos que se proponen para el trabajo de laboratorio, difícilmente se pueden lograr con su realización, otras inclusive han negado a calificarlo como una pérdida de tiempo (Hofstein y Luneta ,1982; Pickering, 1980, Toothacker, 1983).

» Trabajo presentado en el Seminario de Pedagogía y Didáctica.

« Estudiante del Departamento de Química de la U. P. N

EN ESTA EDICIÓN

- El trabajo del laboratorio: un mito	1
- Lavoisier: la historia de un proceso	4
- La química: ¿Ciencia enseñable? ¿Ciencia aprendible? Una posibilidad	7
- Los plásticos verdes: son la solución?	11
- La resolución de problemas	12
- El trabajo experimental: una revisión	17
- Políticas y reformas educativas	20

EL COLECTIVO

Hoy en día no puede hablarse de un solo tipo de aprendizaje. Históricamente este proceso ha sido objeto de estudio y ocupación de los psicólogos, en particular de los de la educación. Algunas incursiones al respecto han realizado sicólogos y filósofos.

Esas distintas versiones de aprendizaje, parece, se mantienen en el contexto de lo idiosincrático, enmarcadas en el paradigma de que él es estrictamente individual: Nadie puede aprender por otro. Tal afirmación es la que valida el modelo de evaluación cuyas pruebas habitualmente deben resolver los estudiantes individualmente. Esta posición entraría en contradicción con la concepción actual de que las ciencias experimentales han sido y son construcciones comunitarias de los especialistas del que forman parte aquellos, que desde sus saberes tecnológicos participan en la construcción de los instrumentos demandados.

Si se admite esta convicción, entonces el trabajo en el aula habría de propiciar la simulación pedagógica y didáctica de las comunidades científicas y para ello habría que hacer tránsito hacia una concepción de aprendizaje como una construcción del colectivo aula. Ello implicaría un cambio radical en la educación en ciencias.

Es este un tema que amerita una discusión de fondo. Permitiría la transformación de la práctica pedagógica y didáctica. Lo invitamos a participar en esa discusión

PPDQ- Equipo Pedagógico



BOLETÍN No 38 AGOSTO DE 2002

EQUIPO PEDAGÓGICO

TOMÁS F. GRACIA DÍAZ. MQ
Jefe del Departamento

PEDRO NEL ZAPATA. MDQ
ROYMAN PEREZ MIRANDA. MDQ
JULIA GRANADOS DE HERNÁNDEZ. MI
DORA TORRES SABOGAL. MDQ
MARTHA ESPÍCIA AVILEZ. EDQ
WILFREDO VÁSQUEZ ROMERO. MI
LUIS ABEL RINCÓN MORA. ME

Diseño: **LARM**

Corrección: **Iván Rincón Pabón**
Publicación: **Talleres de la UPN.**

Universidad Pedagógica Nacional
Bogotá D. C.

Aunque recibe el apoyo casi universal del colectivo de profesores de ciencias (Hodson 1994), son pocas las investigaciones que se han realizado, para obtener evidencias convincentes de la eficacia y efectividad de su empleo en la enseñanza de las ciencias.

Para qué se realiza el trabajo de laboratorio?

En algunas investigaciones, se ha preguntado a los profesores cuál es el objetivo del trabajo de laboratorio y desafortunadamente, no hay consenso, situación que también se presenta cuando se cuestiona acerca del aporte específico de éste a la educación científica.

Hodson (1993 y 1994) agrupa en cinco categorías generales, las respuestas obtenidas al preguntar a los profesores las razones para hacer participar a los estudiantes en esta actividad. Estas son:

1. Para motivar, mediante la estimulación del interés y la diversión
2. Para enseñar las técnicas de laboratorio

3. Para intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos
4. Para proporcionar una idea sobre el método científico y desarrollar la habilidad en su utilización
5. Para desarrollar determinadas actitudes científicas, tales como la consideración con las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados.

En cuanto a la motivación, se ha encontrado que el porcentaje de estudiantes que muestran algún grado de interés por el trabajo de laboratorio no supera el 60%. Un estudio sobre el trabajo de laboratorio realizado en un curso de Bioquímica, mostró que solo el 50% de los estudiantes muestra interés por el mismo (Tremlett 1972). Otra investigación en dos institutos de Australia, revela que solo 30 de 86 estudiantes, consideraron que era la actividad que más les gustaba. Estudios realizados por Lynch y Ndyetabura (1984) muestran que el interés en él, decrece con la edad.

Frente a la adquisición de habilidades planteada en los objetivos mencionados, se presentan dos posiciones; la primera relaciona la adquisición de una serie de habilidades generalizables y libres de contenido, que se cree que son transferibles a otras áreas de estudio y válidas para todos los estudiantes como medio para enfrentar los problemas cotidianos, frente a lo que Hodson expone que difícilmente por ejemplo, el usar una pipeta y una bureta correctamente haciendo un análisis volumétrico, se pueda transferir a un contexto de laboratorio en el que se va a emplear un osciloscopio y más difícil aún a una situación de la vida diaria, ajena al laboratorio. En la segunda, se afirma que es posible desarrollar la destreza y las técnicas de investigación básicas consideradas esenciales para futuros científicos y técnicos. Se expone que esta segunda posición es éticamente dudosa, ya que requeriría que la educación de todos los niños estuviera subordinada a las necesidades percibidas de los pocos que lleguen a estudiar ciencias.

Existen además estudios que demuestran que el tipo de experiencias prácticas que se presentan no dan lugar a la adquisición de ninguna de tales destrezas (APU 1982,1985, Toothacker 1983, Newman 1985). Investigaciones realizadas por Millar (1989) y Klopter (1990), revelan que es

frecuente que el trabajo práctico individual se torne contraproducente y dé lugar a una comprensión incoherente y distorsionada de la metodología científica.

Para el desarrollo de actitudes científicas, Hodson (1994) plantea que los jóvenes necesitan ver que los científicos pueden ser afectuosos, sensibles, divertidos y apasionados, además de diligentes y persistentes. En 1961, Roe sugirió que los científicos no poseen características tales como la objetividad, la imparcialidad y una disposición para considerar otras ideas y sugerencias, evitando juicios apresurados, aunque ellos lo crean.

Mahoney (1979) por su parte, declara que los científicos suelen trabajar de una manera ilógica. sobre todo cuando se trata de defender su propio punto de vista, son selectivos a la hora de informar de su trabajo y en ocasiones distorsionan o suprimen datos (Holton 1986) y que se aferran tenazmente a sus ideas aún cuando los datos contradictorios sean abrumadores. ¿Es posible pues, pretender crear en los estudiantes actitudes científicas estereotipadas, cuando en realidad ni la mayoría de los mismos científicos las poseen? .

Por otra parte Hofstein y Luneta (1982), afirman que muchos de los objetivos de las prácticas que se emplean en los informes de los años setenta, son los mismos que los planteados en un curso de ciencias de la actualidad.

Woolnough y Allsop (1985) proponen que el trabajo práctico posee tres objetivos fundamentales y para cada uno proponen una clase distinta de trabajo práctico:

1. Ejercicios: diseñados par desarrollar técnicas y destrezas prácticas
2. Investigaciones: en las que los estudiantes tienen la oportunidad de enfrentarse a tareas abiertas y ejercitarse como científicos que resuelven problemas
3. Experiencias: en las que se propone que los alumnos tomen conciencia de determinados fenómenos naturales.

Consideran que, además, en ningún caso el objetivo del trabajo de laboratorio debe ser el de reforzar y comprobar la teoría correspondiente.

Para esto, dicen que es más efectiva la demostración del profesor.

Eficiencia del trabajo de laboratorio

Se han realizado diversos estudios que han comprobado la eficiencia del aprendizaje siguiendo un método de trabajo práctico, con otros que han seguido metodologías más convencionales de enseñanza y los resultados no son positivos; en el mejor de los casos, se ha mostrado igual de eficiente que los métodos convencionales de instrucción (Luneta y Hofstein 1982, claxon y Wright 1992). En alguna ocasión se llegó incluso a constatar que puede llegar a ser menos útil en lo que concierne al aprendizaje de conceptos, que otras estrategias como las demostraciones realizadas por los profesores Thijs y Bosch (1995).

En el único aspecto en el que el trabajo de laboratorio muestra eficiencia, es el moderado éxito que produce en la enseñanza de técnicas de medida y en la mejora de la destreza manual de los estudiantes (Bryce y Robertson 1985; Hegarty Hazel 1990; Stawínsky 1986), habilidades que podrían ser adquiridas por medio de otro tipo de actividades manuales.

Un estudio comparativo entre estudiantes de dos instituciones diferentes, mostró que aunque en uno de ellos el tiempo empleado para las prácticas de laboratorio era mayor, los estudiantes seguían manteniendo las mismas ideas erróneas, que aquellos que dedicaban poco tiempo a las prácticas, con lo cual no se observa un mayor rendimiento de cambio conceptual, con las mismas.

Consideraciones

A pesar de las diversas investigaciones que se han realizado respecto al trabajo de laboratorio, no se ha dado un soporte empírico sólido para el papel del mismo en la enseñanza de las ciencias.

Es necesario tener en cuenta que los resultados de la mayoría de investigaciones realizadas no pueden ser generalizados y aplicados a cualquier ámbito, ya que muchos de estos trabajos emplean instrumentos de medida inadecuados, no especifican el rango de aplicación, no se emplea una descripción detallada del tipo de práctica realizada y las variables que pueden afectar el



instrumento de medida utilizado.

Por la tanto, se pueden seguir planteando posiciones intuitivas frente al trabajo del laboratorio, o nos acogemos a los resultados de las diferentes investigaciones, ya que las condiciones y contextos son muy diferentes. Es importante que se evalúe el papel o la función que desempeña el trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias, realizar investigaciones adecuadas que permitan interpretar la situación actual de las mismas y establecer la relación que tienen con el aprendizaje. Considerar los distintos tipos de prácticas que se realizan, los objetivos que se persiguen y el currículo en el cual se integran.

BIBLIOGRAFÍA

BARBERA, O y V ALDÉS P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. Revista enseñanza de las ciencias. v. 14, N°: 3.

GONZALEZ, Eduardo. (1992). ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? Revista enseñanza de las ciencias. V. 10, NQ 2.

HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Revista enseñanza de las ciencias. V. 12, NQ 3.

LAVOISIER: LA HISTORIA DE UN PROCESO "

Beatriz Helena Herrera Alecina "'

En contadas ocasiones surgen inquietudes sobre cómo fue que los grandes científicos y pensadores llegaron a formular leyes, inventar conceptos y más aún, en el ámbito de la ciencia, su evolución.

Es básico tener conocimientos científicos en un área determinada (si estamos en este contexto) pero no se puede desconocer la importancia de la evolución histórica de cómo se llegó a plantear la hipótesis, su desarrollo y para planteamiento de teorías, leyes o simplemente concepto que en la actualidad, sólo describe un fenómeno, un proceso, un significado -científicamente hablando- y que es completamente cotidiano y entendible en ese campo.

Es por ellos que en esta ocasión, se propone

remontar una parte de la historia de la química haciendo referencia a uno de los grandes científicos como lo fue Antonie-Laurent Lavoisier.

Para hablar sobre su destacada participación en lo que hoy se conoce como la química moderna, necesariamente se ha de ubicar en su época, su vida y para información no sólo es llamado el *Padre de la Química Moderna* por sus investigaciones sobre la combustión, la composición del agua y resultados y evidencias que se oponían a la teoría del flogisto, sino por muchos más aportes que influyeron de manera determinante en las leyes y teorías actuales.

En primer lugar, conocer un poco acerca de él, de cómo se fueron dando los acontecimientos que son más importantes dentro de su vida, para ir haciéndose una idea de la imborrable huella que dejó como persona y hombre de ciencia.

Lavoisier, nació el 26 de agosto de 1743 en París, orientado por su familia a seguir carrera de derecho, recibió una magnífica educación en el College Mazarino, en donde no sólo adquirió los fundamentos científicos, sino también una sólida formación humanística. En 1708 presentó una serie de artículos sobre análisis de aguas y fue admitido en la academia de Ciencias. Casó con Marie Paulze en 1771, quien fue su colaboradora en la traducción al inglés de varios de sus artículos. Un año antes, se había ganado una merecida reputación entre la comunidad científica de la época al demostrar la falsedad de la antigua idea, sostenida incluso por Robert Boyle, de que el agua podía ser convertida en tierra mediante sucesivas destilaciones. La especulación acerca de la naturaleza de los cuatro elementos lo llevó a emprender una serie de investigaciones sobre el papel desempeñado por el aire en reacciones de combustión. Ocupó diversos cargos públicos, incluidos los de director estatal de los trabajos para la fabricación de la pólvora en 1776, miembro de una comisión para establecer un sistema uniforme de pesas y medidas en 1790 y comisario del tesoro en 1791. Lavoisier trató de introducir reformas en el sistema monetario y tributario francés y en los métodos de producción agrícola.

En el ámbito científico contribuyó con valiosos aportes a la química. Realizó los primeros experimentos químicos realmente cuantitativos.



Demostó que en un fenómeno químico, la cantidad de materia es la misma al final v al comienzo de la reacción. Estos experimentos proporcionaron pruebas para la ley de la conservación de la materia, Para ser más específicos, esta ley afirmaba que en una reacción química, la masa total de los reactivos, más los productos de la reacción, permanece constante. El principio se expresó posteriormente en una forma más general, que afirma que la cantidad total de materia en un sistema cerrado permanece constante.

Lavoisier también investigó la composición del agua y denominó a sus componentes oxígeno e hidrógeno, entre otras investigaciones como se verá a continuación.

Al hacer referencia a la incidencia del fenómeno de la combustión, históricamente hablando, se debe comenzar por enmarcarse en el siglo XVII, siglo en el cual este proceso demandaba la descomposición de mezclas que implicaba la pérdida de un principio "aceitoso" inflamable presente en el azufre. El arder tenía como resultado una pérdida de peso. Luego se realizaron varias observaciones que condujeron a la propuesta de nuevas ideas, una de ellas fue el experimento de la "combustión cerrada" en el que se encendía una vela en un vaso invertido en un recipiente de agua, que fue descrito por Filón y Francis Bacon como un experimento común.

Esta práctica fue repetida por Robert Fludd en 1617 y cuando el agua se elevó, al consumirse parte del aire, describió a este como "alimentando" la llama. Los árabes y los químicos del siglo XVI sabían también que durante la calcinación los metales aumentaban de peso. Jean Rey, en 1630, argumentó a favor de la creencia de que el "aumento" limitado y definido del peso que se había observado en las cenizas de metales, como el plomo y el estaño, podía venir solamente del aire que -según su opinión- se mezclaba con las cenizas y se adhería a sus pequeñas partículas. Defendió además que todos los elementos, incluido el fuego, tenían peso y que este se conservaba a través de los cambios químicos.

Estas ideas se oponían a la teoría del principio "aceitoso" y ya a finales del siglo XVII, cuando los químicos alemanes Johann Becher y Georg Stahl, para explicar el fenómeno de la combustión, hablaron de una sustancia hipotética que re

presenta la inflamabilidad, llamada *flogisto* (del griego phlogistos, inflamable).

Según esta teoría toda sustancia susceptible de sufrir combustión contiene flogisto y el proceso de combustión consiste en la pérdida de dicha sustancia. Además, era la base, tanto de la combustión, como de la oxidación. Stahl fue el primer químico en reconocer que esos procesos eran análogos.

Ya que se conocía que algunas sustancias como el mercurio aumentaban de peso durante la combustión, se consideró que el flogisto tenía un peso negativo, de esta forma la sustancia se hacía más pesada al perder flogisto e incluso se llegó a pensar que sustancias como azufre y carbón sólo estaban constituidas por flogisto.

Durante algunos experimentos, con lo que hoy conocemos como oxígeno, el químico inglés Joseph Priestley descubrió su capacidad para mantener la combustión, pero describió este gas como aire deflogistizado y no fue totalmente consciente de la importancia que su descubrimiento tendría en el futuro. (El químico sueco Carl Wilhelm Scheele podría haber determinado el oxígeno antes que Priestley, pero no dio a conocer su trabajo a tiempo para que se le acreditara como su descubridor). Priestley también aisló y describió las propiedades de muchos otros gases, como el amoníaco, óxido nitroso, dióxido de azufre y monóxido de carbono.

Fue en 1772 que Lavoisier presentó a la Academia los resultados de su investigación, e hizo hincapié en el hecho de que cuando se queman el azufre o el fósforo, éstos ganan peso por absorber "aire", mientras que el plomo metálico formado, después de calentar el plomo mineral, lo pierde por haber perdido "aire", Contrarios a las afirmaciones sostenidas por la teoría del flogisto. De esta forma, los experimentos más importantes de Lavoisier permitieron examinar la naturaleza de la combustión, demostrando que es un proceso en el que se produce la combinación de una sustancia con oxígeno.

A partir de los trabajos de Priestley, Lavoisier acertó a distinguir entre un "aire" que no se combina tras la combustión o calcinación (nitrógeno) y otro que sí lo hace, al que denominó *oxígeno* (productor de ácido).



Los resultados cuantitativos y demás evidencias que obtuvo, se oponían a la teoría del flogisto, como ya se sostuvo, aceptada incluso por Priestley. Publicó en 1786 una brillante refutación de dicha teoría, que logró persuadir a gran parte de la comunidad científica y en 1787 se publicó el *Méthode de Nomenclature Chimique*, bajo la influencia de las ideas de Lavoisier, en el que se clasificaron y denominaron los elementos y compuestos entonces conocidos.

También reveló el papel del oxígeno en la respiración de los animales y las plantas. La explicación de Lavoisier de la combustión reemplazó a la teoría del flogisto, sustancia que desprendían los materiales al arder.

Con el químico francés Claude Louis Berthollet y otros, Lavoisier concibió una nomenclatura química, o sistema de nombres, que sirve de base al sistema moderno. La describió en *Método de nomenclatura química* (1787) y en *Tratado elemental de química* (1789) Lavoisier aclaró el concepto de elemento como una sustancia simple que no se puede dividir mediante ningún método de análisis químico conocido, y elaboró una teoría de la formación de compuestos a partir de los elementos. También escribió *Sobre la combustión* (1777) y *Consideraciones sobre la naturaleza de los ácidos* (1778).

De ideas moderadas, Lavoisier desempeñó numerosos cargos públicos en la Administración del Estado, si bien su adhesión al impopular Ferme Generale le acarreó la enemistad con el revolucionario Marat. Un año después del inicio del Terror, en mayo de 1794, tras un juicio de tan sólo unas horas, un tribunal revolucionario lo condenó a la guillotina.

Remontándose un poco a lo anterior, y que es el objetivo de este trabajo, los conceptos, las leyes y las teorías no aparecen en forma mágica o como producto de una iluminación. Tienen una gestación, un desarrollo, una evolución, obstáculos que sobrepasar y precedentes que conducen a una posterior conclusión y a la demarcación de un proceso.

De esta manera, un "concepto" como lo es la combustión no se generó viendo arder una sustancia y se detectó que el elemento imprescindible para que se diera era el oxígeno. Se tardó

casi un siglo para llegar a esta conclusión.

Hoy en día se conoce al proceso de combustión como un proceso de oxidación rápida de una sustancia, acompañado de un aumento de calor y frecuentemente de luz. En el caso de los combustibles comunes, este consiste en una combinación química con el oxígeno de la atmósfera, que lleva a la formación de dióxido de carbono, monóxido de carbono y agua, junto con otros productos como dióxido de azufre, que proceden de los componentes menores del combustible.

La mayoría de los procesos de combustión liberan energía que se aprovecha en los procesos industriales para obtener fuerza motriz o para la iluminación y calefacción domésticas. La combustión también resulta útil para obtener determinados productos oxidados, como en el caso de la combustión de azufre para formar dióxido de azufre y ácido sulfúrico como productos finales. Otro uso corriente de la combustión es la eliminación de residuos.

La energía liberada durante la combustión provoca una subida en la temperatura de los productos. La temperatura alcanzada dependerá de la velocidad de liberación y disipación de energía, así como de la cantidad de productos de combustión. El aire es la fuente de oxígeno más barata, pero el nitrógeno, al constituir cuatro quintos del aire, en volumen, es el principal componente de los productos de combustión, con un aumento de temperatura considerable inferior que en el caso de la combustión con oxígeno puro. Por orden de potencial calorífico, los combustibles sólidos más comunes son: el carbón, el coque, la madera, el bagazo de caña de azúcar y la turba.

Los residuos de sólidos carbónicos arden dependiendo de la *difusión* de oxígeno en su superficie. Los combustibles líquidos más comunes son el fuel-oil, la gasolina y las naftas derivadas del petróleo. Les siguen en importancia el alquitrán de hulla, el alcohol y el benzol.

En un motor de combustión interna, los combustibles volátiles como la gasolina o las mezclas de alcohol y gasolina (gasolina reformada) se evaporan y la mezcla penetra en el cilindro del motor, donde la combustión se provoca con una chispa.

Los cohetes espaciales suelen usar combustibles líquidos como el queroseno o la hidracina, y contienen oxidantes como el oxígeno líquido, el ácido nítrico o el peróxido de hidrógeno. Los lanzacohetes militares emplean combustibles sólidos, como la cordita, a los que se incorpora oxígeno. Estos arden espontáneamente al calentarse por la radiación de los productos de la combustión.

Al ser la combustión un elemento clave en la producción de energía, se destinan grandes esfuerzos en la investigación y descubrimiento de procesos más eficaces para quemar combustibles. Otra parte del esfuerzo de los investigadores se dirige a reducir la cantidad de contaminantes que se liberan durante la combustión, pues estos productos son causa de importantes problemas de deterioro ambiental, como la lluvia ácida. En los laboratorios de combustión, los científicos se valen de complejos sistemas láser para el estudio de los motores y sistemas de combustión, con el fin de detectar fugas de combustible y mejorar tales sistemas. También es frecuente el uso del láser en pruebas destinadas a clarificar los procesos químicos que se producen en las llamas, a fin de comprender mejor las formas y usos del fuego.

Como puede colegirse, la versión de oxidación asumida como combustión es la que se ha presentado como derivada de lo afirmado por Lavoisier. Hoy en día el concepto de oxidación tiene otra elaboración. Podría colaborar, amable lector, con un aporte en este sentido?

BIBLIOGRAFÍA

- LOCKEOMANN, G. 1960 Historia de la química. Tomo II. México. Uthea.
- TATON, N. 1961. Historia general de las ciencias. Vol. III La ciencia contemporánea. Barcelona.



Medio informativo del sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica

Departamento de Química
Universidad Pedagógica Nacional

LA QUÍMICA: CIENCIA ENSEÑABLE? CIENCIA APRENDIBLE? UNA POSIBILIDAD "

Sofía Polo Buitrago ""

Para poder abordar el por qué la química es una ciencia, se hace necesario reflexionar primero acerca de qué es una ciencia como tal. Hay diversos planteamientos al respecto, que derivan de las diferentes perspectivas y enfoques "histórico - epistemológicos" que se han construido a través de diferentes corrientes de pensamiento. Estas son:

- ◇ La ciencia como un sistema de verdades.
- ◇ La ciencia como una construcción del hombre

La ciencia como un sistema de verdades. Esta perspectiva denominada tradicional; concibe la ciencia como la indicadora del progreso de la humanidad; progreso continuo establecido previamente por el orden de la naturaleza. La ciencia es asumida como único modo de racionalidad verdadera, es la única forma válida de acercamiento a la realidad, permite describir la realidad "tal cual es" ; mediante métodos estandarizados universalmente que contribuyen a que los científicos, por medio de aportes individuales, descubran las leyes de la naturaleza.

La ciencia como una construcción humana. La ciencia desde una perspectiva histórico - epistemológica; se concibe como una construcción que el hombre realiza en su intento por comprender "lo real" se elaboran así, estructuras racionales de explicación (modelos, teorías científicas o marcos conceptuales) concordantes con los criterios de verdad, las formas de ver y de actuar sobre la naturaleza en cada época.

Pero esta perspectiva "histórico epistemológica" se manifiesta en dos matices diferentes: El planteamiento de Ernst Mach y el de Gastón Bachelard.

" Ensayo presentado en el Seminario de Pedagogía y Didáctica. 2001

"" Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.



El planteamiento de Ernst Mach. Ilustra un enfoque del desarrollo de la ciencia, teniendo como bases la continuidad entre el conocimiento común y el conocimiento científico y entre las diferentes fases del conocimiento científico. Para Mach la fuente primaria del conocimiento es la experiencia; considera que conforme a esta experiencia se van formulando hipótesis o "elementos metafísicos a nivel genético" (como los llama él) y que estos deben ir desapareciendo durante el proceso. Al final de dicho proceso sólo se tendrán "teorías" claras y sin refutación alguna.

Por el contrario, se considera que, el planteamiento de Gastón Bachelard; tiene una mejor aproximación a lo que es una ciencia. Según él autor en consideración, la ciencia está construida por procesos discontinuos, caracterizados estos por rupturas en las que se hacen presentes diversas estructuras conceptuales.

Para entenderlo mejor, él explicita que la génesis de la ciencia está en el objeto de conocimiento que la hace posible, y este objeto de conocimiento los constituyen determinados problemas que se eligen, abordan y resuelven o eluden de acuerdo con un contexto cultural específico, en el que se involucra una serie de conceptos que se interrelacionan.

La ciencia, afirma Bachelard, se desarrolla a través de modificaciones, adaptaciones o sustituciones de modelos; reorganizaciones, rupturas, en fin, mutaciones del intelecto humano que corroboran el carácter discontinuo del desarrollo científico. Los principios y estructuras conceptuales están sujetos a un progreso, ya que se considera que los estados posteriores están contruidos teniendo como base los anteriores, que implican en cada caso una reorganización completa, de tal forma que cada estructura conceptual se caracteriza por una gama particular de problemas y, por tanto, de filiaciones conceptuales.

Entendida entonces la ciencia desde el enfoque histórico—epistemológico de Bachelard, se puede comprender por qué la química es una ciencia. Ahora, el problema se centra en determinar cuál es el objeto de conocimiento de ella; para poder entender su desarrollo como ciencia. Remontándose en la historia de la química es fácil

determinar cual es su objeto de estudio, el cual ejemplifica su valor de ciencia desde la perspectiva de Bachelard ya explicada anteriormente.

Hacia el siglo XVII surgen grandes interrogantes en torno a la constitución de los cuerpos y a las transformaciones que sufrían. Fue de esta manera como Joaquín Becher, (1637- 1682) intenta dar respuesta a estas inquietudes, al afirmar, que los cuerpos estaban formados por los elementos tierra y agua, mientras que el aire y el fuego, serían los responsables de los cambios que en ellos se producían. Estos cambios estaban ligados a fenómenos naturales, que son explicados en detalle por la escuela química alemana caracterizada por su atención primordial a la experiencia y a la experimentación en general. De esa escuela hacían parte el mismo Becher y Stahl.

Es evidente que el problema tanto de la constitución de los cuerpos como de sus transformaciones tiene implícito el objeto de conocimiento de la química: la substancias, su comportamiento, sus cambios y su composición.

Para abordar el problema de las transformaciones que presentaban los cuerpos Stahl, y sus colaboradores, realizaron un detenido estudio de dos fenómenos específicos a los cuales podían estar sometidos los cuerpos: la combustión y la calcinación (en el caso de los metales).

Según Stahl, "el flogisto" es el constituyente de todos los cuerpos, este sale de los cuerpos combustibles mientras se queman y sale también de los metales mientras estos se calcinan. El flogisto es acogido por el aire, el cual puede aceptarlo hasta un límite: la saturación. El aire flogistizado no puede mantener la combustión ni la respiración de los seres vivos; en cambio el aire desflogistizado es el más apto para la combustión. Los cuerpos que han perdido flogisto pueden recuperarlo por interacción con los cuerpos que los contienen; por ejemplo; el carbono y el hidrógeno.

Como se puede visualizar la construcción de una ciencia se fundamenta, como lo expresó Bachelard, en el objeto de estudio o de conocimiento, partiendo de problemas que se eligen, abordan y resuelven de acuerdo con el contexto cultural en que se desenvuelvan o desarrollen.

Ahora, para evidenciar cómo la ciencia se desa-

sustituciones de modelos de los que participan mutaciones del intelecto humano que corroboran que el desarrollo de las ciencias están sujetas a un progreso, dado que los estados posteriores se constituyen con base en los anteriores; implican una reorganización completa de estos, tal cual lo afirma la concepción de ciencia desde el enfoque histórico epistemológico Bachelardiano.

Los aportes que hace la teoría del flogisto a la comprensión posterior de los fenómenos químicos es importantísima, al menos en dos aspectos diferentes:

En primer lugar es la única explicación, experimental, de fenómenos que hasta entonces se habían considerado distintos: la calcinación y la combustión.

En segundo lugar, hace de la química una ciencia experimental que tiende a dejar de ser única (como lo era en la alquimia), pero es precisamente este aporte el que hace que la teoría del flogisto "desaparezca", dando surgimiento a la gran revolución de la química, con la teoría de la oxidación explicada y desarrollada por Lavoisier.

Lavoisier indagó acerca de las afirmaciones de la teoría del flogisto respecto a los fenómenos de calcinación y de combustión, especialmente a lo que se refería de que los cuerpos perdían el "flogisto" durante estos fenómenos. Gracias a experimentos realizados, pudo constatar que los metales aumentaban de masa al calcinarse, es decir, los metales aumentaban de masa al perder flogisto. Esto fue corroborado en sus trabajos experimentales al hacer combustir azufre, (con la colaboración de Priestley), y gracias al uso del instrumento que le permitía demostrarlo: la balanza.

Aunque el fenómeno del aumento de masa de los metales mientras combusten ya había sido visualizado por anteriores experimentadores, (tal es el caso de Hankewitz quien lo detectó al combustir fósforo), lo importante del trabajo de Lavoisier es que lo constató con instrumentos (la balanza) que le permitió exponerlo frente a una asamblea de científicos. En otras palabras, lo importante no solo era visualizarlo sino contrastarlo con lo que ya se había realizado hasta entonces, y someterlo a juicio. Esta es una primera aproximación de lo que se conoce como "trabajo científico".

¿Para qué sirve conocer la génesis y evolución de la química como ciencia?. Conocer la concepción de la química como ciencia desde la perspectiva histórico -epistemológica de Gastón Bachelard, por ejemplo, se puede deducir que su enseñanza ha de estar ligada, así como su aprendizaje, al desarrollo histórico de ésta.

La historia de las ciencias puede mostrar en detalle algunos de los momentos de transformación profunda de una ciencia e indicar cuáles fueron las relaciones sociales, económicas y políticas que entraron en juego, cuáles fueron las resistencias a la transformación y qué sectores trataron de impedir el cambio. Este análisis puede dar las herramientas conceptuales para que los estudiantes analicen la situación actual de la ciencia, su ideología dominante y los sectores que la controlan y se benefician con los resultados de la actividad científica.

La información disponible permite pensar que esta perspectiva no se trabaja en el aula de clase. Al respecto se puede afirmar: en primer lugar, la que tiene que ver con la formación de los docentes: La imagen de ciencia que se transmite a los profesores en la universidad, es la de una ciencia con unos contenidos ya elaborados, como una serie de leyes que se deducen lógicamente a partir de unos principios ya establecidos. Es este caso, el desarrollo en los planes de estudio universitarios de asignaturas de historia de las ciencias que dan oportunidad de examinar esa imagen de la ciencia con otro sentido, por ejemplo, como una construcción de conocimientos para resolver problemas.

En segundo lugar y como consecuencia de esta formación docente, podría deducirse que la enseñanza se encamina de forma similar. En la enseñanza de las ciencias (y en especial la enseñanza de la química), la utilización de recursos históricos es escasa, y se suele concretar en el uso explícito de algunos aspectos de la historia "interna" de la ciencia, como biografías, anécdotas o grandes inventos de la técnica y la historia de algunos conceptos o modelos solo en algunas temáticas específicas, como por ejemplo, el átomo y los modelos atómicos.

Sumado a esto, cuando se intenta utilizar la historia de las ciencias en el proceso de enseñanza -aprendizaje, se hace desde versiones que



podrían catalogarse como las más apropiadas, por ejemplo: se comienzan a explicar los temas con experimentos cruciales, sin tener en cuenta las situaciones problemáticas que originaron esas investigaciones y los cambios que permitieron producir nuevas teorías. Lo que se evidencia, por ejemplo, cuando se estudia a Lavoisier y sus trabajos con la balanza, se limitan, en la enseñanza tradicional, a presentarlo como "el padre de la química", por los experimentos realizados y por su aporte a la estructura de los principios de la química moderna; se deja de lado la referencia que valdría la pena hacer de la contribución de la teoría del flogisto a este proceso. Ello permitiría visualizar el desarrollo de la ciencia desde la perspectiva histórico -epistemológica, y que se explicó anteriormente. También ocurre cuando se muestra que la ciencia es obra básicamente de los grandes genios, de su talento innato (ayudado por la inspiración y el azar), olvidando su carácter histórico y colectivo, fruto del trabajo de muchos hombres.

A raíz de esto los estudiantes crean una visión de la ciencia tergiversada. Creen que la ciencia consiste en descubrir una realidad preexistente, a partir de la repetición de esquemas realizados anteriormente. Consideran la ciencia como descubrimiento y no como una construcción de conocimientos. Ignora el papel de los obstáculos en el desarrollo de la ciencia, y en particular, los que originaron la formulación de teorías fundamentales. Así la ciencia estaría constituida por teorías y fórmulas ya establecidas cuya aplicación mecánica permite resolver problemas, y eso es "hacer ciencia".

El problema es bastante complejo, se piensa que la práctica docente habitual debería modificarse en sus enfoques tradicionales hacia un tratamiento acorde con aquellos aspectos históricos que permitan mejorar o cambiar la imagen de la ciencia que tienen los alumnos y se les permita acercarse más al trabajo científico.

Para ello se propone una solución que, por lo menos, permitirá una primera aproximación a esta intención: la educación centrada en la resolución de problemas, un trabajo centrado en la resolución de problemas abiertos, conocer las ideas previas de los alumnos, así como explorar y estimular sus capacidades interpretativas, argumentativas y propositivas. Abordar un problema

abierto, además, permite remitirse a todo un contexto histórico-teórico-práctico en torno al mismo, de esta manera se rompe el esquema tradicional de la práctica pedagógica y didáctica enfocada con respecto a la historia. El papel del profesor, en este enfoque, será el de un incitador del proceso; permitirá que el estudiante se salga del esquema; será el mismo estudiante quien proponga sus respuestas que serán sometidas a la crítica del colectivo aula (conocimiento), simulando de esta manera un trabajo científico, el mismo que se ha venido realizando a través de la historia de la química como ciencia.

BIBLIOGRAFÍA

SOLBES, J. TRAVER, M. J. 1996 "Historia y epistemología de las ciencias". La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. Revista: "Enseñanza de las ciencias". Vol. 14. NQ 1. Págs. 103-111.

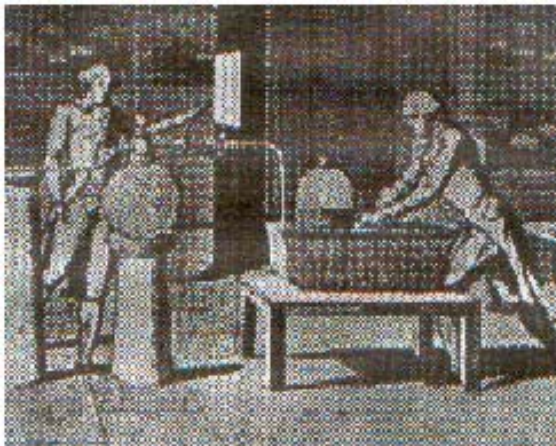
GAGLIARDI, R. GIORDAN, A 1986."La historia de las ciencias una herramienta para la enseñanza".Revista: "Enseñanza de las ciencias" Vol. 4. NQ 3 Págs.253-257.

Izquierdo, M. 1988 "La contribución de la teoría del flogisto a la estructuración actual de la ciencia química. Implicaciones didácticas". Revista: "Enseñanza de las ciencias" .Vol. 6 NQ 1. Págs.67-73.

LÓPEZ, E., COSTA, N. 1996. Modelo de enseñanza -aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas. Revista: "Enseñanza de las ciencias" .Vol. 14. NQ 1. Págs.45-57.

RODRIGUEZ, L. D., AYALA, M, M. 1996. La historia de las ciencias y la enseñanza de las ciencias .Revista: "Física y cultura". NQ 2. Págs.: 75-92.

TORAL, M, T. 1960 Historia de la química. Primera edición. Tomo II. "Desarrollo de la química desde el descubrimiento del oxígeno hasta mediados del siglo XIX" .Págs. 2-49. Ed. Hispano Americana. México



Seminario de Química

LOS PLÁSTICOS VERDES : LA SOLUCIÓN? [■]

Héctor Fabio Ruiz Ruiz [■]

El problema que se pretende tratar es el de la contaminación que genera la fabricación, utilización y desecho de los plásticos de origen petroquímico (polietileno, poliestireno y polipropileno) enfrentado a la fabricación utilización y desecho de los plásticos de origen vegetal.

Para nadie es un secreto que el desarrollo de la humanidad tiene unos costos altísimos para el planeta Tierra en términos de lo ambiental; se ve cómo desde el descubrimiento del fuego, pasando por la Revolución Industrial y llegando al descubrimiento del petróleo y sus utilidades, el hombre ha venido modificando las sustancias presentes en diferentes sistemas naturales; es así, como por ejemplo se ha incrementado la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera de 75 ppm, antes del descubrimiento del fuego, hasta 315 ppm en nuestros días. La situación es preocupante, ya que inicialmente puede verse como un problema que afecta las vías respiratorias de los animales, se incrementa en uno o tal vez en dos grados centígrados la temperatura promedio del planeta, y se convierte en un problema de subsistencia para nosotros, los animales de la Tierra.

Las soluciones a esta situación han sido abordadas desde distintas disciplinas (ecología, sociología, antropología) y como resultado se han propuesto campañas ambientalistas, conformación de movimientos ecológicos, campañas educativas y reeducativas y hasta legislaciones locales, nacionales y mundiales.

[■] Ponencia presentada en el Seminario de Química

[■] Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.

Sin embargo, el problema (que puede verse des-

de una perspectiva científica. ya que lo que se presenta son modificaciones en algunas sustancias y también en sus proporciones) sigue existiendo y peor aún incrementándose; por lo tanto pudiera abordarse desde una disciplina científica, como la química, ya que su objeto de estudio son las sustancias y lo que se estudia de ellas es su origen, composición, estructura y su transformación.

Los combustibles fósiles son, simultáneamente, fuente de energía y materia prima para la obtención de plásticos comunes, los que permiten la fabricación de artículos que van desde envases y botellas hasta ropa y piezas para automóvil. Sin embargo, esta situación no puede ser indefinida en el tiempo puesto que, por ejemplo, se calcula que las reservas mundiales de crudo se agotarán en unos 80 años, las de gas natural en 70 y las de carbón en 700 años. La disminución gradual de los recursos repercute sobre toda la economía mundial.

Lo anterior ha movido a científicos (ingenieros bioquímicos) a desarrollar métodos de obtención de plásticos a partir de vegetales. Estos plásticos serían doblemente "verdes" ya que se obtienen de un recurso renovable y podrían biodegradarse. Sin embargo, entre los productos de la biodegradación están el metano y el dióxido de carbono, gases de efecto invernadero, además, de todas maneras se necesitan combustibles fósiles para extraer el plástico de las plantas a precios no imaginados. Si los dos inconvenientes mencionados se superan y no se crean nuevas amenazas, los plásticos "verdes" tendrán éxito.

La producción de plásticos "verdes" está orientada a tres líneas de investigación:

- ◇ Producción de plástico en el interior de microorganismos.
- ◇ Conversión de azúcares vegetales en plástico.
- ◇ Cultivo de plástico en el maíz y otros vegetales.

En cuanto a la primera línea, existen dos posibilidades: proporcionar a los microorganismos azúcar vegetal (fructosa) desarrollándose un proceso glicolítico cuyo producto es el ácido láctico (C₃H₆O₂) el que en una segunda etapa (polimerización) constituirá cadenas de un



plástico, el PLA (polilactida) cuyas características son semejantes a las del Tereftalato de polietileno (PET), empleado en la fabricación de envases, principalmente para agua, jugos y la mayoría de gaseosas de tamaños familiares y la otra posibilidad consiste en proporcionar azúcar vegetal (fructosa) a un microorganismo, modificado genéticamente, (*Ralstonia Eutropha*) quién la convierte directamente en un plástico, el PHA (polihidroxialcanoato), este se acumula naturalmente dentro de la bacteria formando gránulos que pueden constituir hasta al 90% de la masa de una célula.

En cuanto a la tercera línea es necesario modificar genéticamente los cultivos, es decir, aislar los genes que le confieren a las bacterias la capacidad sintetizadora de plástico; de esta manera se solucionarían algunos problemas, principalmente de consumo de energía; problemas que tienen los procesos mencionados anteriormente, ya que no es necesaria ni la glicólisis del azúcar vegetal que hace que el maíz o el fruto del cual sea extraído pierda su caracterpística dulce; ni utilización de bacterias procesadoras del azúcar.

Entre los procesos, el más eficiente, tanto en el uso de materiales como en consumo de energía, es el de la elaboración del PLA (poliactida).

Las soluciones que se tomen dependerán de las prioridades establecidas; empobrecimiento de recursos fósiles, la emisión de gases invernadero, el aprovechamiento del suelo, la eliminación de residuos sólidos y el beneficio económico.

Sea cual fuere el proceso de fabricación del plástico, el consumo de energía y las emisiones constituyen la repercusión más notable en el entorno.

BIBLIOGRAFÍA

GERNGROSS, T. U , SALTER, S. C 2000. Plásticos de origen vegetal. En Investigación y Ciencia No.192

OROZCO B. C. 2000 LA ATMOSFERA. UNESCO. ora I Manual.

LETHE, W. 1981 La Química y la Protección del medio ambiente. Editorial Paraninfo. España.

Investigación P.P.D.2.

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Una estrategia para el desarrollo de las competencias científico tecnológica y comunicativa hermenéutica ^

Martha Judith Huertas Valencia ^^

Resumen



El proyecto está dirigido a la implementación de una estrategia metodológica, con la cual se genere un espacio propicio para que los estudiantes de la sección X -19 del área de ciencias de la modalidad de Industria Química, puedan lograr un mejor desempeño en lo que respecta a las competencias científico tecnológica y comunicativa hermenéutica, competencias que están inscritas en el Plan de estudios del colegio INEM "Francisco de Paula Santander". La estrategia central que se trabajará es la resolución de problemas.

Justificación

En los últimos años, se ha identificado que no es suficiente poseer conocimientos de un área específica, sino que es necesario que se vean reflejados en la práctica, en la producción del individuo.

La educación en ciencias debe conducir a la formación de ciudadanos que construyan sociedades competitivas, ya que las compañías y en general las sociedades del mundo actual, luchan y se preocupan por mantener un liderazgo, el cual podrán mantener en gran medida de acuerdo con el conocimiento científico y tecnológico que posean los individuos.

^ Proyecto de práctica Pedagógica y Didáctica III desarrollado en el colegio INEM "Francisco de Paula Santander" 2002

^^ Estudiante del Departamento de Química de la U. P. N.

Por lo tanto, es necesario que dentro del quehacer pedagógico se implementen estrategias en pro del desarrollo de individuos competentes, que desde su campo de formación, contribuyan al desarrollo, fortalecimiento, estabilidad y progreso de la sociedad.

Durante la práctica docente, se realiza una primera aproximación a este que hacer pedagógico, dentro del cual la investigación didáctica juega un papel importante en las transformaciones del proceso enseñanza - aprendizaje, ya que permite evaluar la eficiencia de las metodologías empleadas, transformarlas o implementar nuevas metodologías, que permitan un mejor desempeño de los estudiantes y constituyan un foco para su formación.

Marco Conceptual

Nociones de competencia

En la actualidad no existe una definición específica de lo que es una competencia en el campo de la educación, sin embargo varios autores han realizado su propia aproximación al mismo.

Vinent (1998) la define como un saber hacer en el ámbito de un contexto determinado. El profesor Daniel Bogoya propone la competencia como una actuación idónea que emerge en una tarea concreta, en un contexto con sentido.

Eduardo Gutiérrez trabaja el concepto de competencia, diferenciando las competencias comunicativas de las competencias en cada área del conocimiento, afirmando que la competencia básica y fundamental que atraviesa y soporta cualquier otro tipo de competencia que se pueda desarrollar en la escuela tiene que ver necesariamente con la competencia comunicativa.

Desde otra perspectiva, Gallego (1999) sostiene que "las competencias no son potencialidades o capacidades genéticamente determinadas que los alumnos puedan desarrollar si se les brinda la oportunidad para hacerlo. Por el contrario, son construcciones de cada cual de conformidad con los retos que se plantea y en relación con la pertenencia a un colectivo determinado. Como construcciones, son susceptibles de reconstrucciones, más no de desarrollo y perfeccionamiento".

Además, asigna a las competencias un carácter ético. En este sentido plantea que las competencias se ponen de manifiesto en realizaciones específicas y determinadas, por lo que no pueden ser formuladas y analizadas desde ninguna generalidad. Según las formas de significar y de actuar de los que llevan a cabo sus juicios valorativos, se puede atribuir su juicio a la actividad cognoscitiva por ser objeto de interpretación y tener un carácter actuacional.

Resolución de problemas

La resolución de problemas, se encuentra dentro de las habilidades de pensamiento que componen el razonamiento complejo, junto con la toma de decisiones., el pensamiento creativo y el pensamiento crítico. La habilidad para resolver problemas lleva a su vez a ser capaz de integrar los conocimientos o la información aprendida, para dar cumplimiento a una tarea; combinar diferentes procesos científicos en una estrategia coherente para terminarla con éxito y responder con eficiencia a las situaciones nuevas (Cárdenas, 1998).

Autores como Woods (1985), Perales Palacios (1993), Gil y colaboradores (1988), Krulik y Rudnik (1980), entre otros, coinciden en afirmar que un problema es una situación frente a la cual el individuo no ve o no conoce una solución evidente, por lo cual produce incertidumbre y además, una conducta tendiente a la búsqueda de una solución,

Por su parte Garret (1984—1987) y Frazer (1982), plantean que existen dos tipos de problemas; los que son aquellas situaciones, para las cuales no existe una solución o no se les conoce y son apenas comprensibles, dichos problemas son a los que se enfrentan los científicos y según Jessup (1998), no deben ser ubicados dentro de una disciplina específica, sino que deben tener un punto de vista interdisciplinar. Estos son los denominados "problemas verdaderos" (Garret) o "reales" (Frazer). Otros problemas son aquellos que potencialmente pueden ser resueltos dentro de un paradigma (Garret) o aquellos en los cuales, la persona que los plantea conoce la solución (Frazer), dichos problemas reciben el nombre de "rompecabezas" o "problemas artificiales".



El presente trabajo se basará en el punto de vista de Garret y Frazer y se centrará en el trabajo con problemas artificiales, los cuales se prestarán para iniciar y dar una orientación a los estudiantes en el trabajo de la resolución de problemas. Además, se emplearán como medio para el desarrollo de las competencias científico tecnológica y comunicativa hermenéutica.

Antecedentes

José Andrés Madrid Duque (2000): En su trabajo "La relación entre el proceso enseñanza aprendizaje y evaluación", analiza las características más relevantes de la evaluación realizada por el maestro, indaga sobre las teorías de aprendizaje con que éste se encuentra familiarizado y las relaciona con las respectivas pruebas e instrumentos de evaluación. En la metodología empleó test y encuestas dirigidos a los maestros y a los estudiantes. Encontró que los maestros han incorporado elementos fundamentales de las teorías cognitivas del aprendizaje, que existe un consenso entre profesores y estudiantes en que la evaluación no puede ser utilizada exclusivamente para valorar los conocimientos adquiridos por el alumno, sino que debe enfocarse a mejorar el proceso de enseñanza -aprendizaje, el proceso de evaluación se realiza de manera continua y diversa y puede ser utilizado como un instrumento más de aprendizaje, sin embargo no es muy común encontrar profesores que asuman esa responsabilidad, no se encontraron docentes que en las evaluaciones busquen el desarrollo de competencias y la educación integral del estudiante, aunque ellos piensan que si lo están haciendo, por último, observó una aparente relación entre la teoría de aprendizaje que predomina con la forma de evaluar.

Formulación y delimitación del problema

Durante la práctica docente II, realizada en el segundo semestre del año 2001, se realizó un diagnóstico del nivel de desempeño de los estudiantes de la sección XI -22, de la modalidad de Industria química, respecto a las competencias comunicativa hermenéutica y científico tecnológica-y se encontró que el 64% de los estudiantes se ubicaba en un nivel dos (ver anexo), de la competencia científico tecnológica, un 9% en el nivel uno y un 27% en el nivel tres.

En cuanto a la competencia comunicativa hermenéutica, los estudiantes interpretaban textos sencillos, pero el grado de interpretación disminuía en la medida en que era necesario aplicar los conocimientos propios de la disciplina.

Una observación que hace la mayoría de los maestros, es que los estudiantes no presentan un buen desempeño en la competencia comunicativa hermenéutica, con lo cual se ve obstaculizado el entendimiento y el aprendizaje de las diversas temáticas del contexto de cada disciplina, hecho que complica, de igual forma, el desarrollo de la competencia científico tecnológica.

El presente proyecto está centrado en las competencias antes mencionadas y pretende dar respuesta a: ¿Es efectiva la resolución de problemas como estrategia central para el desarrollo de las competencias científico tecnológica y comunicativa hermenéutica?

Objetivos

General

Emplear la resolución de problemas como estrategia central para el desarrollo de las competencias científico tecnológica y comunicativa hermenéutica de los estudiantes de la sección 10-19 de la modalidad de Industria Química.

Específicos

- Diagnosticar el nivel de desempeño que poseen los estudiantes, respecto a las competencias comunicativa hermenéutica y científico tecnológica, antes y después de implementar la estrategia de resolución de problemas.
- Evaluar la estrategia de resolución de problemas.

Metodología

Para dar respuesta al problema planteado, se tuvieron en cuenta los criterios establecidos previamente (ver anexo), se realizó un diagnóstico, se implementó la estrategia de resolución de problemas y el mismo instrumento se aplicó al final.

Diagnóstico

Competencia comunicativo hermenéutica: se aplicó una prueba de detección, con la cual y acorde con los criterios establecidos, se hizo la ubicación de los estudiantes en cada uno de los niveles.

Competencia científico tecnológica: de igual forma se aplicó una prueba de detección y se hizo la distribución en cada nivel.

Implementación de la estrategia

Se realizó la introducción a la metodología de resolución de problemas, con dos situaciones que no están ubicadas propiamente dentro del contexto de la química, tras lo cual se hizo la puesta en común de los pasos o etapas empleadas para la solución de las mismas, al igual que la relación con los pasos a seguir en la resolución de problemas dentro del contexto de la química y se entregó a cada estudiante un escrito de orientación para la resolución de problemas.

Posterior a la introducción se presentó a los estudiantes una situación del área de la química, con el fin de enfocar la metodología de trabajo en los temas que fuesen susceptibles de trabajar resolución de problemas.

Como apoyo para la comprensión de lectura necesaria en la resolución de problemas, se emplearon las noticias científicas que los estudiantes inicialmente presentaban en forma oral y luego en forma escrita; durante algunas sesiones de clase realizaron resúmenes de las mismas y luego, además del resumen escribían una opinión personal o comentario.

Prueba final

Tanto para la competencia comunicativa hermenéutica, como para la científico tecnológica, se empleó el instrumento para ubicar nuevamente a los estudiantes en los diferentes niveles propuestos para estas dos competencias.

Resultados y análisis

Para la determinación de los niveles de las competencias científico tecnológica y comunicativo hermenéutica, se tomaron en cuenta los criterios previamente establecidos. (ver anexo)

Tabla 1. Determinación niveles competencia comunicativo hermenéutica, número de estudiantes y porcentajes.

Niv	Inicial		Final	
	Est.	%	Est.	%
1	11	38	11	38
2	16	55	12	41
3	2	7	6	21

Como puede observarse, el 38% de los estudiantes en la detección inicial se encontraban en el nivel uno de desarrollo de competencia comunicativo hermenéutica, porcentaje que se mantuvo hasta la detección final. En el nivel dos, inicialmente se encontraba ubicado el 55% de los estudiantes y en la determinación final el 41 %, presentándose una disminución del 14% y generándose por tanto un aumento de la misma magnitud en el nivel 3; con este cambio se puede afirmar que se realizó un proceso que permitió a los estudiantes un avance en el desarrollo de su competencia comunicativo hermenéutica.

Tabla 2. Determinación niveles competencia científico tecnológica, número de estudiantes y porcentajes.

Niv	Inicial		Final	
	Est.	%	Est.	%
1	12	41	6	21
2	7	24	12	41
3	6	21	9	31
OTRO*	4	14	2	7

* Dentro de esta categoría se encuentra ubicado un promedio de estudiantes, que de acuerdo con las respuestas dadas, no cumplían con los parámetros establecidos o aquellos que no daban respuestas a algunas preguntas.

Al inicio del año escolar, el 41% de los estudiantes se encontraban en un nivel uno de desarrollo de la competencia científico tecnológica y en la prueba final el 21% presentándose así una



Disminución del 20% y por tanto un aumento del porcentaje de estudiantes en los niveles dos y tres de esta competencia. Es así como en el nivel dos se observa un incremento del 17% y en el nivel tres un incremento del 10%.

De igual forma, el porcentaje de estudiantes cuyas respuestas no cumplían con los parámetros establecidos o la ausencia de las mismas disminuyó en un 7%, con lo cual puede afirmarse que el proceso que se siguió con los estudiantes permitió que algunos de ellos desarrollaran niveles de competencia superiores, a los que se encontraban inicialmente.

Hay que tener en cuenta que por factor tiempo y en algunas ocasiones por el tema que se estaba trabajando, las condiciones no fueron óptimas para el planteamiento de situaciones problémicas en las que se tuvieran que ejecutar todas las etapas hasta la comprobación experimental. Sin embargo, las preguntas empleadas en la clase y en tipo de preguntas empleadas en las evaluaciones estaban enfocadas a la solución de pequeñas situaciones problémicas, en las que se involucraban algunas etapas de la resolución de problemas.

Conclusiones

- ⊕ Los estudiantes de la sección 19 de grado décimo, presentan un desempeño en la competencia comunicativa hermenéutica así: el 38% se encuentra ubicado en el nivel uno, el 41% en el nivel dos y el 21% en el nivel 3. Respecto a la competencia científico tecnológica, en el nivel uno se ubica el 21% de los estudiantes, en el nivel dos el 41%, en el nivel tres el 31% y el porcentaje restante, 7% no logra ubicarse en los niveles anteriores.
- ⊕ Aunque no fue posible trabajar situaciones problémicas que llevaran a los estudiantes hasta la etapa experimental, el proceso que se llevó a cabo propició condiciones favorables para que algunos estudiantes lograran un desarrollo o un mejor desempeño en las competencias comunicativa hermenéutica y científico tecnológica.
- ⊕ Para que la implementación de la resolución de problemas como estrategia metodológica,

central para el desarrollo de las competencias comunicativa hermenéutica y científico tecnológica, pueda llevarse a cabo en su totalidad, es decir que pueda hacerse la introducción y el desarrollo de varias situaciones problémicas, es necesario realizar un proceso prolongado, ya que en un periodo aproximado de tres meses no logra implementarse del todo la estrategia, además, parte de este tiempo se emplea en el diagnóstico y ubicación de los estudiantes en los diferentes niveles de estas competencias.

- ⊕ El diagnóstico inicial y la prueba final, durante el tiempo de instrucción con los diferentes grupos de estudiantes, son indispensables para evaluar si las estrategias metodológicas que se están empleando realmente están aportando o no al proceso de aprendizaje y en el caso específico, al mejor desempeño de los estudiantes en las diferentes competencias planteadas en el plan de estudios por la institución para así poder realizar los ajustes o cambios que sean necesarios.

BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. 1998. QuimCom: Química en la comunidad. 28 Ed. Addison Wesley Iberoamericana S.A México. Págs. 107-111.
- AVERBUJ, E. 1997. El orden de la química. En: Lecturas de Física y Química. Cedetrabajo. Bogotá. Págs. 80-85.
- BOGOY A, D. et al. 2000. Competencias y proyecto pedagógico. Ed. Unibiblos. Bogotá Págs. 7-16, 31-54.
- CÁRDENAS, F. 1998. Desarrollo y evaluación de los procesos de razonamiento complejo en ciencias. Ciencia y tecnología. Págs. 53
- Gil. D. et al. 1991. La enseñanza de las ciencias en educación secundaria. 18 Ed. Horsori. España. Págs. 41-54.
- JESSUP, M. 1998. Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales, Ciencia y Tecnología. 3, Págs. 41-51.
- LEANEY, HAIDY y HARRIS, J. 1997. Aprendizaje y cognición. Prentice Hall. España.
- IMAYER, Richard. 1986. Pensamiento, resolución de problemas y cognición. 18 Ed. Ediciones Fiados. Barcelona. Págs.15-105.
- OSBORNE, R. et al. 1995. El aprendizaje de las ciencias. Influencia de las "Ideas previas de los alumnos". 23 Ed. Narcea S.A. ediciones. Madrid. Págs. 90-112, 132.

EL TRABAJO EXPERIMENTAL: UNA REVISIÓN ³

Mónica Andrea Vera Jiménez
Deisy Edith Moreno García ³³

Resumen

Este proyecto de investigación pretende establecer si existen cambios conceptuales al fortalecer las bases teóricas a través de las prácticas de laboratorio y determinar la persistencia de las ideas previas de los estudiantes después del desarrollo de las clases de química.

Justificación

Con el objetivo de ir cada vez más allá de lo que a diario, en el quehacer docente, se puede observar y analizar en las clases de ciencias y en particular en la clase de química, se considera fundamental insistir en el trabajo práctico y en la interrelación que hay con todas y cada una de las variables que están inmersas en un aula de clase y en un laboratorio.

Marco Conceptual

Hace casi trescientos años que John Locke propuso la necesidad que los estudiantes realizaran trabajo práctico en su educación, y a finales del siglo XIX ya formaba parte integral del currículo de ciencias en Inglaterra y Estados Unidos (Gee Clackson, 1992). Desde entonces se ha mantenido una fe inamovible en la tradición que asume la gran importancia del trabajo práctico para la enseñanza de las ciencias.

No obstante, esta creencia, en la utilidad del trabajo práctico, también ha sufrido críticas. En 1982 se recogen testimonios: *Hace unos pocos años se urgía a los profesores a adoptar los métodos de laboratorio para ilustrar los libros de texto; ahora parece al menos tan necesario urgirlos a utilizar el libro de texto para hacer inteligible el caótico trabajo de laboratorio.* (Moyer, 1976).

³ Proyecto de Práctica Pedagógica y Didáctica desarrollado en el colegio Antonia Santos.

³³ Estudiantes del Departamento de Química de la U. P. N.

En los años sesenta, proyectos en Estados Unidos como Ciencias Currículum Study (BSCS), Chemical Education Material Study (CHEM Study), así como los cursos Nuffield de Biología, física y química en Inglaterra, realizaron una fuerte promoción de un estilo de enseñanza que suponía que el trabajo práctico realizado por los alumnos les conduciría a los fundamentos conceptuales, ocupando el profesor un papel de apoyo y guía para que los alumnos descubriesen los nuevos conceptos. Desde entonces, los profesores han considerado el trabajo práctico como una estrategia educativa útil para conseguir casi cualquier objetivo educativo planteado; sin embargo, con frecuencia los profesores son incapaces de manifestar claramente el papel y los objetivos que se esperan de él. Además, se puede decir que las investigaciones que se han dedicado a comprobar su eficiencia, en su mayoría, concluyen que los alumnos han obtenido poco beneficio del trabajo práctico realizado (Clackson y Wright, 1992).

Si bien, para muchos, la educación científica se queda incompleta sin haber obtenido alguna experiencia en el laboratorio, no es menos cierto que el trabajo práctico no es una panacea universal en la enseñanza de las ciencias para conseguir cualquier objetivo educativo.

Desde un punto de vista constructivista, un papel atractivo para las prácticas sería su capacidad de promover el cambio conceptual, que las experiencias en el laboratorio proporcionarían a los alumnos la oportunidad de cambiar sus creencias superficiales por enfoques científicos sobre los fenómenos naturales. Esto no parece sencillo, y tanto la práctica docente como algunos resultados de investigación proporcionan evidencias convincentes de que las ideas previas persisten incluso cuando son enfrentadas a la experiencia directa que las contradice (Driver, 1985). Mientras que profesores e investigadores proponen como objetivos principales el descubrir las leyes a través de la experiencia, la frecuencia en informes experimentales y en la confección de un diario de laboratorio, o el de motivación para mantener el interés en el estudio de ciencias, la visión de los estudiantes acerca del papel que cumple el trabajo práctico en su instrucción es bastante diferente. Los objetivos del trabajo práctico son el aprendizaje de técnicas experimentales y el refuerzo de las clases teóricas.



Las ideas previas han sido un suceso importante en el desarrollo de la enseñanza de la ciencia, por varias razones. En primer, lugar porque han proporcionado conocimiento acerca de las concepciones con las que los estudiantes enfrentan el aprendizaje de los conocimientos científicos, en segundo, porque han puesto de manifiesto que dicho aprendizaje lleva implícito un problema de construcción y transformación conceptual y, en tercer lugar, porque han ubicado al sujeto que aprende en el eje del proceso enseñanza-aprendizaje, es decir, como elemento central.

Formulación del problema

Los profesores de ciencias le dan un alto grado de importancia a las prácticas de laboratorio, tomando éstas como una estrategia educativa útil para reforzar la teoría abordada en el aula de clase y promover un cambio conceptual, convencidos de que estas añaden una dimensión especial a la enseñanza de las ciencias que irían más allá de lo que se puede obtener escuchando las explicaciones de un profesor .

Se proponen los siguientes interrogantes de investigación: ¿El trabajo práctico y, en particular, la actividad de laboratorio constituye un hecho diferencial propio de la enseñanza de las ciencias?

¿Es posible proporcionar una razón sólida para justificar el cambio conceptual que se espera en la realización del trabajo práctico en la enseñanza de la química en los estudiantes?

Objetivo

Determinar si las prácticas de laboratorio de química fortalecen el trabajo teórico realizado en el aula de clase.

Metodología

- × Con el fin de poder indagar las ideas previas que los estudiantes manejan con respecto a los conceptos de densidad, cambios físicos y químicos y métodos de separación de mezclas, con los cuales es posible realizar un trabajo práctico, se diseñó, un instrumento que

fue aplicado a los estudiantes objeto de la investigación. La información se recogió en forma individual para poder hacer seguimiento de casos específicos.

- × Realización de una práctica de laboratorio para determinar densidades de líquidos y sólidos regulares e irregulares. En el curso 1002 fue orientada en su totalidad por el profesor practicante utilizando una guía. En el curso 1003 fue la realizaron en forma autónoma, es decir, se expuso la teoría del tema y luego se pidió a los estudiantes preparar un preinforme de laboratorio con todo lo necesario para realizar el trabajo práctico.
- × Segunda práctica de laboratorio, sobre cambios físicos y químicos y métodos de separación de mezclas; se optó por el uso de guía de laboratorio. Su análisis se hizo en el momento de evaluar los informes de dicha práctica.
- × Como forma de corroborar el cambio conceptual que se espera en los estudiantes de los cursos mencionados, se aplicará un instrumento que consiste en afirmaciones a las cuales los alumnos deberán contestar si están de acuerdo o no. En este instrumento se incluyen conceptos y vocabulario científico, ya que obedece al avance teórico y práctico del que ellos han hecho parte.

Resultados y análisis

En primera medida se presentarán los resultados que se obtuvieron en la aplicación del instrumento sobre ideas previas. Al revisar los resultados que se obtuvieron con la primera aplicación se observa que, los alumnos del grado 1002, en general tienen nociones claras con respecto al concepto de densidad y al comportamiento de las sustancias cuando se mezclan, sin embargo solamente 2 de 27 estudiantes consideran que al mezclar aceite y agua, esta se ubica debajo. Los alumnos del grado 1003 poseen ideas claras y correctas sobre los conceptos anteriores.

En el tema de cambios físicos y químicos, curso 1002, se manifiesta la idea que el agua al cambiar de estado cambia algo es su estructura y relacionan el cambio físico con cambio de color.

En el grupo 1003 también se manifiesta la relación del cambio de color con cambio físico.

En cuanto a la separación de mezclas, en ambos grupos, se manifiesta que no hay conocimiento claro sobre las características de sus componentes y por tanto hay mucha dificultad sobre los métodos de separación.

En la parte experimental, en la determinación de densidades, en el grupo 1002 se realiza lo que está en la guía pero se manifiesta la falta de consulta previa y en muchos casos ni siquiera la lectura de la guía. En el curso 1003, en donde elaboraron un preinforme, los resultados son positivos: conocían lo que tenían que realizar, elaboraron los procedimientos a seguir y listaron los reactivos y materiales a utilizar.

En una segunda práctica de laboratorio sobre cambios físicos y químicos y separación de mezclas se optó por incluir el instrumento dentro de la guía lo cual haría que se realizara sin presiones de tiempo.

En esta etapa de la investigación ya se contaba con el antecedente teórico propuesto en clase, la realización de trabajos dentro del aula que garantizaban, en cierta medida, que se fueran produciendo algunos cambios conceptuales respecto de la temática. Los resultados muestran que un poco más de la mitad de los alumnos reconocen el tipo de cambio que se produce, sin embargo, al clasificar algunos procesos, no tratados teórica ni experimentalmente, los resultados son bastante pobres. En cuanto a la relación del trabajo científico con la cotidianidad de los estudiantes, se muestra que estos no comprenden y, por lo tanto, no pueden explicar fenómenos sencillos de la naturaleza.

Por último, en la aplicación del instrumento que contenía afirmaciones con sentido y vocabulario químico, en el grupo 1002, se presenta mejoría en la calidad y cantidad de respuestas correctas, sin embargo, todavía hay alumnos que persisten en sus ideas y creencias. Esto último se manifiesta en la concepción sobre cambios físicos y químicos a pesar de la instrucción teórica y experimental. Sobre separación de mezclas el cambio de los estudiantes es significativo.

En el grupo 1003 los resultados presentan una tendencia similar a los obtenidos en el grupo 1002.

Conclusiones

- * Las prácticas de laboratorio fortalecen el trabajo teórico que se desarrolla en el aula de clase, sin embargo, existe todavía una insistente permanencia de las ideas previas de los estudiantes.
- * Es necesario que cada uno de los participantes de un trabajo práctico (estudiantes y profesor) esté informado y preparado para asistir al laboratorio, por tanto, es indispensable que se realice un trabajo anterior a la experiencia con el fin de resolver dudas, proponer objetivos y procedimientos.
- * Para trabajar a la par la teoría y la experimentación se requiere un diseño y planeación consecuente con los objetivos y propuestas del currículo, es decir, hace falta mucho más tiempo dentro del periodo escolar para poder realizar en mejor forma la enseñanza de la química.
- * Las ideas previas de los estudiantes están muy marcadas por su entorno, por lo que no consiguen relacionar las clases de química con su cotidianidad.
- * Finalmente el desarrollo de un trabajo experimental requiere de preparación, correlación y sobre todo de unas buenas bases teóricas para que, por medio de ellas, puedan explicarse los resultados que se presentan al experimentar utilizando un vocabulario científico coherente y un nivel de interpretación, argumentación y proposición acorde con las necesidades y exigencias actuales de nuestra sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

- BARBERA, O, VALDES, P. 1996 El Trabajo Práctico en la Enseñanza de las Ciencias: Una Revisión. En Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 14 No.3, Noviembre de . Págs. 365-379.
- GEE, B. , CLACKSON, S.G. (1992) The origin of practical work in the English school science curriculum. School Science Review, 73 (265), Págs. 79-83.
- CLACKSON, S.G. y WRIGHT, D.K. (1992) An appraisal of practical work in science education. School Science Review, 74 (266), Págs. 39-42.



HOFSTEIN, A, LUNETTA, V. N. (1982) El rol del laboratorio en la enseñanza de las ciencias. *Review of Educational Research*, 52, Págs. 201-217.

IGELSRUD, D. LEONARD, W.H. (1988) What research says about biology laboratory instruction. *The American Biology Teacher*, 50, Págs. 303-306.

KYLE, Jr. (1979) Assessing and analyzing the performance of students in college science laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 16, Págs. 545-551.

POSNER, G. STRIKE, K. (1982) Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change, *Science Education*, 66 (2), Págs. 489-508.

POZO, J. A. Las ideas de los alumnos sobre la Ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva, *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), Págs. 83-94.

Legislación Educativa

POLÍTICAS Y REFORMAS EDUCATIVAS

Debido probablemente al cambio de modelo económico y al ajuste y adaptación a la nueva constitución, la comunidad educativa viene afrontando un cambio en las políticas y las reformas sectoriales, durante los últimos años

Se sancionaron las leyes, 60 de 1993 (descentralización administrativa y financiera) y la 115 de 1994 o Ley General de Educación cuyos resultados pueden resumirse, así: Cada nivel del estado asume funciones administrativas; la administración y dirección de la educación es colegiala (juntas de educación); la financiación de la educación queda a cargo de recursos del presupuesto Nacional y no de los municipios; se descongela la nómina del personal docente y queda prohibida la vinculación de maestros por contratación temporal; todos los educadores de Colombia, estarán sujetos al Estatuto Docente; se crea la autonomía escolar; se elimina progresivamente la doble jornada; se definen parámetros para la formación de educadores y se crean sistemas de evaluación, acreditación e información.

En el 2001, se aprobó el acto legislativo 01, que reforma los artículos 288,347,356 y 357 de la Constitución Nacional y que sirvió de base para futuras reformas educativas plasmadas en la ley 715 de 2001, en la resolución 144 de 2001 y los

decretos -ley 1278 y 1283,230 y 734 de 2002, reglamentarios de la ley 715.

La ley 715 sancionada el 21 de Diciembre de 2001 y con periodo de transición de dos años, reglamentó la conformación del Sistema General de Participaciones, es decir, los recursos que la nación transfiere a las entidades territoriales, para la financiación de los servicios educativos, de salud y de propósito general (agua potable y saneamiento básico por población atendida y por atender). Estableció las competencias de la Nación, entidades territoriales, distritos y municipios certificados y no certificados (menos de 100000 habitantes). Definió las instituciones educativas y asignó funciones a rectores o directores de ellas. Creó los Fondos de Servicios Educativos en sustitución de los Fondos Docentes y los reglamentó en cuanto a procedimientos de contratación y manejo presupuestal. Definió algunas disposiciones en educación como: traslados, contratación, bonificaciones para docentes pensionados que se retiren voluntariamente, plantas de personal, procedimientos para la inspección, supervisión y vigilancia y finalmente esta ley concedió facultades extraordinarias al presidente para organizar un sistema de inspección, vigilancia y control para la educación preescolar, básica y media (Decreto 1283 de Junio 19 de 2002) y para expedir un nuevo régimen de carrera docente y administrativa para docentes, directivos docentes y administrativos, que se llamará Estatuto de Profesionalización Docente (Decreto 1278 de Junio 19 de 2002). Y últimamente se legisla sobre la jornada escolar y jornada laboral de docentes y directivos docentes. (Decreto 1850 de Agosto 13 de 2002)

Este esbozo general es la invitación para conocer estas normas y las anteriores estatutarias, base para un análisis crítico y comparativo y en defensa de la educación pública, la carrera docente y los derechos laborales y prestacionales de los educadores.

ESPERE EL No. 39 DE . . .