

## Seminario de Química

### CALOR Y TEMPERATURA: UN PROBLEMA DE SIGNIFICADOS EN QUÍMICA<sup>®</sup>

Janelly Moreno Meneses<sup>®®</sup>

#### Introducción

Una de las manifestaciones fundamentales de la naturaleza es la energía que acompaña los cambios y transformaciones que en ella ocurren. Así, fenómenos tan diversos como la caída de una piedra, el movimiento de una bola de billar, la combustión del carbón o el crecimiento y reacciones de los mecanismos complejos de los seres vivos, todos comprenden alguna emisión y redistribución de la energía. La forma más común en que éste aparece y hacia la cual tienden las demás, el CALOR.

<sup>®</sup> Ponencia presentada en el Seminario de Química. Mayo 2000

<sup>®®</sup> Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.

#### EN ESTA EDICIÓN

* Calor y temperatura: Un problema de significados en Química.	1
* Poliaminas: Cadaverina y Putrescina	9
* La historia de la ciencia: Una herramienta para su enseñanza	12
* Referencia Bibliográfica	20
* Divulgación Científica	20

#### LA DIDÁCTICA METODOLÓGICA

En un número anterior hablamos comentado sobre la didáctica algorítmica. Opuesta a ella, como un programa de investigación<sup>®</sup>, se propone la didáctica no algorítmica o metodológica. Esta se formula en términos de ámbitos pedagógicos y didácticos para contrastar hipótesis o resolver problemas estrictamente didácticos.

¿Qué se significa con una didáctica metodológica? Hay que aclarar que no se reduce a la idea de método. Lo metodológico hace referencia al análisis de la estructura disciplinar de la que se trate, de sus posibilidades de formular y resolver problemas; posibilidades que emergen del objeto de saber y de investigación de la didáctica metodológica.

Y ¿cuál es ese objeto de saber y de investigación de los didactas que laboran dentro de la propuesta metodológica? Se ha propuesto que ese objeto sea un conjunto de interacciones que de manera problemática cuestionan las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas de la praxis de cada profesor en el colectivo aula. ¿Cómo construyen la enseñabilidad de los saberes objeto de enseñanza?

Amables colegas: Interrogantes de esta naturaleza y las consecuentes construcciones de respuestas admisibles, hacen del ejercicio docente una profesión. ¿Cuáles son los suyos?

<sup>®</sup> Galindo Badillo, R y Pérez Miranda, R. 1999



BOLETÍN No 39 MAYO 2000

## EQUIPO PEDAGÓGICO

**HUMBERTO RAMÍREZ LÓPEZ M. Sc.**  
Jefe del Departamento**PEDRO NEL ZAPATA MDQ**  
**ROYMAN PEREZ MIRANDA MDQ**  
**JULIA GRANADOS DE HERNANDEZ MI**  
**DORA TORRES SABOGAL MDQ**  
**WILFREDO VÁSQUEZ ROMERO MI**  
**LUIS ABEL RINCÓN MORA ME**Diseño: LARM  
Corrección: Iván Rincón Pabón  
Publicación: Falleres de la U.P.N.Universidad Pedagógica Nacional  
Santafé de Bogotá D.C.  
Calle 73 No 11-73 B-436

Junto a él, se produce energía mecánica en el movimiento de cualquier mecanismo; energía eléctrica cuando una corriente calienta un conductor o es capaz de realizar un trabajo mecánico o químico; energía radiante, la luz visible y la radiación en general; y finalmente la energía química en todas las sustancias, que se pone de manifiesto cuando aquellas realizan una transformación. Tan diferentes y diversas como a primera vista cabe suponerlas, están ligadas íntimamente entre sí, y bajo ciertas condiciones se efectúa una conversión de una en otra. El comportamiento del calor es sumamente predecible, por ejemplo si se coloca hielo en agua caliente, aquél se fundirá. El calor al igual que otras formas de energía se comporta como si obedeciera a ciertas "leyes" que rigen su comportamiento. La termodinámica como objeto de estudio, el calor como forma de energía.

Las leyes de la termodinámica datan de mediados del siglo XIX. La primera ley de la termodinámica es la "ley de la conservación de la energía" cuyo enunciado es que la energía no se crea ni se destruye sino que únicamente se

transforma. Toda forma de energía puede transformarse en calor pero cuando la energía calorífica se convierte en otra forma de la misma, nunca lo hace completamente sino que siempre se conserva una parte en forma de calor y las temperaturas tienden a igualarse. Esta es la segunda ley de la termodinámica.

Frecuentemente, el vocabulario de las ciencias experimentales se toma prestado del lenguaje cotidiano. Así, aunque el término de calor parece evidente para el sentido común, su significado tomó todo un proceso y desarrollo histórico que permite actualmente entender este fenómeno de una manera más práctica y conveniente en los fenómenos térmicos.

Antiguamente se creía que toda sustancia contenía un fluido llamado calórico, opinión expresada primeramente por José Black en 1750 (Efron, M 1971). De acuerdo con ello, se suponía que los cuerpos calientes se enfriaban, perdían parte de su calórico; al calentarse volvían a absorber el calórico. En otras palabras, el calor se absorbe o se emite cuando una sustancia cambia de un estado a otro sin que cambie la temperatura. A este fenómeno se le llamó calor latente. Con esta teoría se podían explicar cierto número de procesos caloríficos, como los recipientes donde hay intercambio de calor, comúnmente conocidos como calorímetros, pero hallaban dificultad para explicar otros fenómenos.

Aunque la teoría del calórico explicaba algunos fenómenos de la transferencia de calor, las pruebas experimentales presentadas por el físico británico Benjamín Thompson en 1789 y por el químico británico Humphry Davy en 1799 sugirieron que el calor, igual que el trabajo, corresponde a energía en tránsito (proceso de intercambio de energía). El conde de Rumford (Thompson), observó en la fábrica de armas de Munich, el proceso de construcción de los cañones mientras se perforaba una pieza cilíndrica de metal por medio de una broca, llegó a la conclusión que era imposible la existencia del "fluido calórico". Mientras se introducía el taladro a la superficie, el hueco producido por la broca, que arrancaba virutas del metal, se iba relleno con agua para evitar así un calentamiento excesivo de la pieza. Al producirse estas virutas, se liberaría el calórico que pasaría al agua calentándola.



Este proceso continuaría mientras las virutas se fueran desprendiendo y se terminaría cuando la broca estuviera ya desgastada. Sin embargo, Rumford estableció que cuando la broca estaba lisa y ya no arrancaba virutas, el agua sufría un calentamiento mucho mayor.

Es decir, que no solo seguía liberándose "Fluido calórico" de la broca, sino que además se liberaba en mayor cantidad. A partir de esto, el conde comenzó a realizar medidas del trabajo que hacía la broca (número de vueltas que daba por minuto) y del calentamiento que sufría el agua, entonces pensó que la cantidad de calor que recibía el agua habría demostrado efectivamente, que el calor procedía del trabajo. Afirmando que el calor no era algo que estaba almacenado en la broca. Este nuevo concepto, fue también confirmado por Sir Humphry Davy (1799) quien observó que si frotaba dos trozos de hielo iguales, se producía agua. Es decir, de nuevo, a partir de un trabajo (frotamiento) aparecía una producción de calor que hacía que el hielo se fundiera y hubiera producción de agua. De esta forma, la teoría del calórico se abandonó, y los científicos de la época empezaron a convencerse de que el calor y el trabajo eran dos realidades que tenían mucho que ver la una con la otra.

Entre 1840 y 1849, el físico británico James Prescott Joule (Serway, R 1996) verificó experimentalmente, en su estudio, la ley de la conservación de energía y la conversión de energía mecánica en energía térmica. Determinó la relación numérica entre la energía térmica y la mecánica, o el equivalente mecánico del calor. La unidad de energía denominada Julio se llama así en su honor y equivale a 1 vatio - seg.

El gran ingenio de Joule fructificó en muchos experimentos: calentó agua y mercurio, agitándolo con ruedas de paletas o haciendo entrar agua en tubos estrechos; comprimió aire y este se calentó. En todos los experimentos midió, por una parte, el trabajo que se realizaba (el giro de las paletas, la comprensión del agua y del aire) y, por otra, el calor que se comunicaba a los cuerpos afectados. En 1840, Julio Roberto Mayer, médico alemán, fue también el primero en establecer el principio de conservación de la energía, en especial en los fenómenos biológicos y en los sistemas físicos.

En 1847 Herman Von Helmholtz, en su etapa como cirujano militar, escribió su famosa obra "Sobre la conservación de la fuerza", en la que explicaba que el calor animal y la contracción muscular eran resultado de fuerzas físicas y químicas

### ¿QUÉ ES CALOR?

Efectivamente el calor y el trabajo son dos manifestaciones de una misma realidad; la energía, que se encuentra presente en todo el universo de dos formas: almacenada en los cuerpos o trasladándose de un cuerpo a otro.

La energía almacenada en los cuerpos recibe el nombre de energía interna, mientras que cuando sale de un cuerpo para trasladarse a otro se denomina energía en tránsito o energía térmica.

La materia se asume como compuesta por pequeñas partículas denominadas moléculas. Dichas partículas encierran dentro de sí una serie de tipos de energía como son: la energía nuclear, electromagnética, química, entre otras. El tipo de energía al que se le debe la explicación de que las moléculas están continuamente en movimiento y este es mayor cuanto mayor es la energía interna que tienen, se le considera como energía térmica, que está asociada fundamentalmente con la agitación de las moléculas para trasladarse de un cuerpo a otro. En otras palabras, la energía térmica es la parte de la energía interna que cambia cuando cambia la temperatura del sistema. Por tanto el calor, en efecto, es la energía de las moléculas en movimiento o de una manera más explícita, es una forma de energía presente en los átomos y moléculas de la materia al vibrar. Cuanto a mayor temperatura está un cuerpo, con más violencia vibran sus átomos y mayor es su contenido calorífico. El calor cede siempre la energía de los lugares "calientes a los fríos", por ejemplo, la energía de una bebida caliente pasa de ésta al aire más frío, de su alrededor. El comportamiento de la energía térmica se explica por el hecho de que el calor es la manifestación externa del movimiento de las partículas de la materia (átomos y moléculas).

Existe un ejemplo muy interesante que permite aclarar el significado de calor: Como se sabe, la lluvia es agua que pasa de las nubes al suelo. El agua que percola el suelo o se acumula en los



charcos después de la tempestad es agua resultado de la lluvia, pero tampoco es lluvia, es agua que baja de las nubes y solamente es lluvia mientras se mueve. Para que llueva es necesario que exista una desigualdad entre las alturas, una diferencia de "nivel" entre las nubes y el suelo. Si las nubes estuvieran a ras del suelo, se tendría la niebla, pero no lluvia. La lluvia no es algo que se tenga, es algo que fluye, algo dinámico. Solamente es lluvia mientras se desplaza desde las nubes al suelo a expensas de una diferencia de altura entre ambos. La lluvia, reitero, es agua que baja de las nubes al suelo y solamente es lluvia mientras se mueve.

Lo mismo sucede con el calor. El calor es una energía en tránsito, lo mismo que la lluvia no es algo que se tenga, o que los cuerpos posean que fluye de un lugar a otro, y ese flujo es posible gracias a una diferencia de "nivel térmico", a una diferencia de temperatura. Cuando entre dos cuerpos A y B existe un medio conductor, y A tiene mayor temperatura que B, fluye calor desde A hacia B. El calor aparece cuando un cuerpo cede energía a otro que se encuentra a menor temperatura, y existe mientras se mantiene ese desnivel de temperaturas. Lo mismo ocurre con las nubes que, por estar a mayor nivel que la tierra, hacen posible el flujo de la lluvia desde ellas hasta el suelo. Las nubes almacenan lluvia en potencia, del mismo modo que los cuerpos almacenan "calor en potencia" (energía interna). Sin embargo, lo que está en las nubes no es lluvia, del mismo modo que lo que "está" en los cuerpos no es calor. "La lluvia es un flujo de agua, el calor es un flujo de energía" (Casal de rey, M. 1975). Es decir, de acuerdo con el símil anterior, el calor sería la lluvia y diferencia de temperatura, el desnivel de altura. Una vez que los dos cuerpos han alcanzado una temperatura igual, ya no podemos hablar de calor, sólo de energía interna de cada uno de ellos. En conclusión un cuerpo no tiene calor, tiene energía interna. El calor existe solamente mientras ese cuerpo cede energía a otro que está a temperatura más baja.

### ¿QUÉ ES TEMPERATURA ?

La sensación de calor o frío al tocar una sustancia depende de su temperatura, de la capacidad de la sustancia para conducir el calor y de otros

factores. Aunque, si se procede con cuidado, es posible comparar las temperaturas relativas de dos sustancias mediante el tacto, pero es imposible evaluar la magnitud absoluta de las temperaturas a partir de reacciones subjetivas. Cuando se aporta calor a una sustancia, no sólo se eleva su temperatura con lo que proporciona una mayor sensación de calor, sino que se producen alteraciones en varias propiedades físicas que pueden medirse con precisión. En este orden de ideas se podría describir a la temperatura como la magnitud que mide la cantidad de energía debida a la agitación de las moléculas de un cuerpo.

La energía térmica depende también de la masa, por ejemplo, cuando se compara un alfiler al rojo vivo y un vaso de agua. El alfiler al rojo vivo tiene una temperatura muy alta (la agitación de las moléculas es muy grande), mientras que la temperatura del agua es baja. Al preguntarnos ¿cuál de los dos tiene más energía? La respuesta es el agua, porque tiene una masa muchísimo mayor (mayor cantidad de moléculas) que el alfiler, puesto que el producto de masa por temperatura en el caso del agua es mayor que en el del alfiler.

Cabe recordar que, el calor nunca puede estar contenido o almacenado en un cuerpo, porque el calor es el nombre que recibe la energía térmica cuando sale del cuerpo, cuando está viajando y, por tanto, nunca puede estar almacenado.

El calor es una forma de energía cuyo efecto más significativo es aumentar la temperatura de un cuerpo. Es decir, el calor es una energía que ha salido de un cuerpo y se ha introducido en otro, y este segundo cuerpo tendrá un aumento de temperatura como consecuencia de la energía adicional que ha recibido.

Así cualquier aparato de calefacción está desprendiendo "energía = calor", que sirve para calentar el aire de una habitación, de la misma manera al entrar desde la calle a la habitación recibiremos calor de ese aire. Por otro lado, el trabajo, por su parte es una energía que al salir de un cuerpo puede servir para aumentar la temperatura de otro cuerpo, y sobre todo para la realización de una actividad.



Anteriormente se habían mencionado los trabajos de Joule, pues éstos demostraron que cualquier cantidad de trabajo se puede transformar en calor, aclarando una vez más que cualquier forma de energía se podía transformar en otra. Efectivamente, todo tipo de energía (química, electromagnética, entre otras) se puede transformar en calor.

En consecuencia, se puede considerar una cantidad de energía total que reúne los diferentes tipos de energía y que siempre se conserva, es decir, que ni se crea ni se destruye, únicamente se transforma. Como anteriormente se había mencionado.

Ahora bien, aunque cualquier tipo de energía se transforma en calor, no ocurre lo mismo a la inversa. El calor se puede transformar en trabajo, pero no totalmente; hay una parte de calor que se desperdicia (no se destruye) pasando al medio ambiente y dispersándose en él. Lo mismo ocurre en cualquier transformación de energía en trabajo. Por ejemplo, en un automóvil se aprovecha la energía química de la combustión de la gasolina para realizar el trabajo del motor, pero una parte de energía química se transforma en calor. Por eso un auto, cuando recorre muchos kilómetros se calienta, y es necesario que el motor tenga un circuito de refrigeración para evitar un calentamiento grande que dañaría la máquina.

También debido a este motivo, ha surgido en nuestros días el problema del posible agotamiento de las fuentes de energía, de gran trascendencia mundial. Efectivamente, las fuentes de energía se agotan porque siempre hay una parte de se desperdicia en forma de calor y que no puede ser aprovechada.

La temperatura depende de la energía cinética media (o promedio) de las moléculas de una sustancia; según la teoría cinética la energía puede corresponder a movimientos rotacionales, vibraciones y traslaciones de las partículas de una sustancia. La temperatura, sin embargo, sólo depende del movimiento de traslación de las moléculas. En teoría, las moléculas de una sustancia no presentarían actividad traslacional alguna a la temperatura denominada cero absoluto.

El concepto de cero absoluto de temperatura surgió por vez primera en experimentos con gases; cuando se enfría un gas sin variar su volumen, su presión decrece con la temperatura. En este experimento no hay manera de operar más allá del punto de condensación del gas. Se puede tomar una gráfica de valores experimentales de presión frente a temperatura y extrapolar hasta presión nula. La temperatura a la cual la presión sería cero es el cero absoluto de temperatura.

Los átomos y moléculas de un objeto en el cero absoluto tendrían el menor movimiento posible. No estarían completamente en reposo, pero no podrían perder más energía de movimiento, con lo que no podrían transferirla a otro objeto.

### OPERACIONES CON TEMPERATURA

El termómetro más antiguo es nuestra piel que al tocar una sustancia puede experimentar la sensación de caliente

(transmisión de calor desde la sustancia a la piel) o la sensación de frío (paso de calor desde la piel a la sustancia) sin embargo, este termómetro es impreciso. Para poder medir la temperatura de una sustancia y que la medida fuera siempre precisa y no dependiera de lo experimentado antes en la piel, se requiere de instrumentos más fiables. Uno de los efectos del calor es la dilatación de los cuerpos: el aumento

de volumen que experimentan los cuerpos cuando reciben energía en forma de calor. Este fenómeno se debe a que las moléculas, al recibir energía, empiezan a agitarse más rápidamente y necesitan más espacio para moverse, por lo que el cuerpo aumenta su volumen. Este efecto se puede utilizar para medir la temperatura de un cuerpo, y fue Galileo el primero en construir un termómetro de este tipo. Boyle demostró, que la temperatura del cuerpo humano es constante y bastante mayor que la del medio ambiente. Pero la construcción de un termómetro graduado fue hecha por Gabriel Daniel Fahrenheit. Llenó con mercurio una ampolla que estaba en contacto con una mezcla de hielo y sal, que le proporcionó la temperatura

*En teoría, las moléculas de una sustancia no presentarían actividad traslacional alguna a la temperatura denominada cero absoluto.*



más baja que pudo conseguir, enseguida soldó un tubo capilar (del mismo diámetro que un cabello) y el nivel del mercurio lo señaló con una raya con el valor de  $0^{\circ}$ . Introdujo el termómetro en hielo que se estaba fundiendo y el nivel de mercurio subió hasta una altura a la que le dio el valor de  $32^{\circ}$ , y por último señaló con  $212^{\circ}$  la altura a la que ascendía el mercurio cuando introducía el termómetro en agua hirviendo.

Para medir las diferentes temperaturas el hombre se vio en la necesidad de elaborar diferentes termómetros que permitieran medir la cantidad de energía que tiene cualquier cuerpo. Por ejemplo, para determinar la temperatura del cuerpo humano se requiere de un termómetro clínico, debido a que este termómetro está graduado entre  $34,5^{\circ}\text{C}$  y  $43^{\circ}\text{C}$ , porque temperaturas por debajo o por encima de éstas, no las soporta el cuerpo humano, y se toman en cuenta estas temperaturas debido a que la temperatura del cuerpo humano está entre  $36,5$  y  $37^{\circ}\text{C}$ . Como también existen termómetros para medir temperaturas elevadas y su material no es precisamente el vidrio debido a que este no alcanza a soportar temperaturas superiores a  $600^{\circ}\text{C}$ . Para medir temperaturas altas se utilizan termómetros fabricados con tubos de cuarzo o vidrio especial y reciben el nombre de pirómetros, que son instrumentos ópticos o termoelectrónicos que llegan a medir temperaturas de  $4000^{\circ}\text{C}$ . También se utilizan pirómetros para medir temperaturas extremadamente bajas.

En la actualidad se emplean diferentes escalas de temperatura, entre ellas están: la escala Celsius —también conocida como escala centígrada—, la escala Fahrenheit, la escala Kelvin conocida como la escala termodinámica y la escala Rankine. En la escala Celsius, el punto de congelación del agua equivale a  $0^{\circ}\text{C}$ , y su punto de ebullición a  $100^{\circ}\text{C}$ . Esta escala se utiliza en todo el mundo, en particular en el trabajo científico. La escala Fahrenheit se emplea para medidas no científicas y en ella el punto de congelación del agua se define como  $32^{\circ}\text{F}$  y su punto de ebullición como  $212^{\circ}\text{F}$ . En la escala Kelvin, la escala termodinámica de temperaturas más empleada, el cero se define como el cero absoluto de temperatura, es decir,  $-273,15^{\circ}\text{C}$ .

Otra escala que emplea el cero absoluto como punto más bajo es la escala Rankine, en la que

cada grado de temperatura equivale a un grado en la escala Fahrenheit. En la escala Rankine, el punto de congelación del agua equivale a  $492^{\circ}\text{R}$ , y su punto de ebullición a  $672^{\circ}\text{R}$ .

En 1933, científicos de treinta y una naciones adoptaron una nueva escala internacional de temperaturas con puntos fijos de temperatura adicionales, basados en la escala Kelvin y en principios termodinámicos. La escala internacional emplea como patrón un termómetro de resistencia de platino (cable de platino) para temperaturas entre  $-190^{\circ}\text{C}$  y  $660^{\circ}\text{C}$ . Desde los  $660^{\circ}\text{C}$  hasta el punto de fusión del oro ( $1.063^{\circ}\text{C}$ ) se emplea un termopar patrón. Los termopares son dispositivos que miden la temperatura a partir de la tensión producida entre dos alambres de metales diferentes. Más allá del punto de fusión del oro las temperaturas se miden mediante el llamado pirómetro óptico, que se basa en la intensidad de la luz de una frecuencia determinada que emite un cuerpo caliente.

En 1954, un acuerdo internacional adoptó el punto triple del agua —es decir, el punto en que las tres fases del agua (vapor, líquido y sólido) están en equilibrio— como referencia para la temperatura de  $273,16\text{ K}$ . El punto triple puede determinarse con mayor precisión que el punto de congelación, por lo que supone un punto fijo más satisfactorio para la escala termodinámica.

## OPERACIONES CON CALOR

La cantidad de energía en forma de calor que puede pasar de un cuerpo a otro se mide en calorías. Una caloría es el calor que hay que comunicarle a un gramo de agua para que su temperatura aumente  $1^{\circ}\text{C}$ .

No obstante, la energía en general se mide en otras unidades: los julios, en honor a Joule, que, como hemos visto, determinó experimentalmente el equivalente mecánico del calor. Se denomina equivalente mecánico a la cantidad de energía mecánica equivalente a una unidad de calor expresado mejor en la relación:  $1\text{ caloría} = 4,186\text{ julios}$ . Cuando el calor se convierte en energía mecánica, como en un motor de combustión interna, la ley de conservación de la energía también es válida.



Sin embargo, siempre se pierde o disipa energía en forma de calor porque ningún motor tiene una eficiencia perfecta.

Cuando se suministra calor a una sustancia, se produce generalmente un aumento de temperatura, y sucede un cambio físico. Sin embargo, hay casos en que se suministra calor a un cuerpo y no existe tal elevación de temperatura. Por ejemplo, cuando se hierve agua en una caldera, su temperatura es la de la ebullición del agua, 100 °C, y así permanece hasta que el recipiente queda seco. La temperatura permanece constante, a pesar de que la caldera esta recibiendo calor continuamente. Este calor se está utilizando en convertir el agua líquida en vapor y recibe el nombre de calor latente. En otras palabras, el calor que se absorbe sin cambiar la temperatura de la caldera es el calor latente; este no se pierde, sino que se emplea en transformar el agua en vapor y se almacena como energía en el vapor.

Cuando el vapor se condensa para formar agua, esta energía vuelve a liberarse. Del mismo modo, si se calienta una mezcla de hielo y agua, su temperatura no cambia hasta que se funde todo el hielo. El calor latente absorbido se emplea para vencer las fuerzas que mantienen unidas las partículas de hielo, y se almacena como energía en el agua.

Por otra parte la cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado la temperatura de una unidad de masa de una sustancia se conoce como calor específico. Si el calentamiento se produce manteniendo constante el volumen de la sustancia o su presión, se habla de calor específico a volumen constante o a presión constante. En todas las sustancias, el primero siempre es menor o igual que el segundo. El calor específico del agua a 15 °C es de 4.185,5 julios por kilogramo y grado Celsius. En el caso del agua y de otras sustancias prácticamente incompresibles, no es necesario distinguir entre los calores específicos a volumen constante y presión constante ya que son aproximadamente iguales. Generalmente, los dos calores específicos de una sustancia dependen de la temperatura.

...hay casos en que se suministra calor a un cuerpo y no existe tal elevación de temperatura.

### Relación calor-temperatura-estado

La materia en su estado natural puede presentarse en cuatro formas que ordinariamente se denominan estados, sólido, líquido y gaseoso. Estos estados se distinguen en función de la amplitud con la que vibran los átomos que constituyen la materia. Dicha amplitud esta relacionada con la frecuencia de vibración, que a su vez se halla en razón directa con la temperatura.

El aumento de la vibración atómica repercute directamente sobre las moléculas que integran un cuerpo, cualquiera que sea su fase, y por consiguiente el incremento de la temperatura produce un incremento de las distancias intermoleculares. Todos estos movimientos deben ser compensados con un aporte de energía mecánica que tiene lugar en absorción de calor. Este calor acrecienta la energía interna de las moléculas y por consiguiente de los átomos, permitiendo realizar, además del trabajo las eventuales expansiones de volumen.

El aumento de temperatura de un sólido desencadena una serie de fenómenos físicos que repercuten en la forma externa del sólido. Estas alteraciones dan lugar a transiciones de un estado de agregación a otro que reciben el nombre de *cambios de estado que presentan interés desde el punto de vista físico*, así:

**Fusión:** paso del estado sólido al estado líquido.

**Solidificación:** paso de estado líquido a estado sólido.

**Vaporización:** paso de estado sólido a gaseoso. En esta caso se diferencian dos tipos, la evaporación y la ebullición.

**Licuefacción y condensación:** paso de estado gaseoso a líquido

**Sublimación:** paso de estado sólido a gaseoso y viceversa.

De otro lado, el calor se transfiere mediante convección, radiación o conducción. Aunque estos tres procesos pueden tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los



mecanismos predomine sobre los otros dos. Por ejemplo, el calor se transmite a través de la pared de una casa fundamentalmente por conducción, el agua de una olla situada sobre una estufa de gas se calienta en gran medida por convección, y la Tierra recibe calor del Sol casi exclusivamente por radiación.

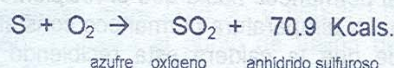
### Calor y reacciones químicas

La energía se conserva durante las reacciones químicas. En una reacción pueden considerarse dos fases diferenciadas: en primer lugar, los enlaces químicos de los reactivos se rompen, y luego se reordenan constituyendo nuevos enlaces. En esta operación se requiere cierta cantidad de energía, que será liberada si el enlace roto vuelve a formarse. Los enlaces químicos con alta energía se conocen como enlaces 'fuertes', pues precisan un esfuerzo mayor para romperse. Si en el producto se forman enlaces más fuertes que los que se rompen en el reactivo, se libera energía en forma de calor, constituyendo una reacción exotérmica. En caso contrario, la energía es absorbida y se produce una reacción endotérmica. Debido a que los enlaces fuertes se crean con más facilidad que los débiles, son más frecuentes las reacciones exotérmicas espontáneas; un ejemplo de ello es la combustión de los compuestos del carbono en el aire para producir CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, que tienen enlaces fuertes. Pero también se producen reacciones endotérmicas espontáneas, como la disolución de sal en agua.

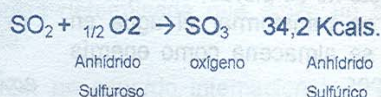
Las reacciones endotérmicas suelen estar asociadas a la disociación de las moléculas. Esto último puede medirse por el incremento de la entropía del sistema. El efecto que produce la tendencia a formar enlaces fuertes y la tendencia de los iones y moléculas a disociarse, se puede medir por el cambio en la energía libre del sistema. Todo cambio espontáneo a temperatura y presión constantes implica un incremento de la energía libre, acompañado de un aumento de la fuerza del enlace.

En las reacciones endotérmicas o exotérmicas se forman compuestos a partir de los elementos que lo constituyen. A la variación de calor que acompaña a este tipo de reacciones químicas se le llama calor de formación del compuesto. Este se define como la cantidad de calor que se libera o se absorbe cuando se forma una molécula gra-

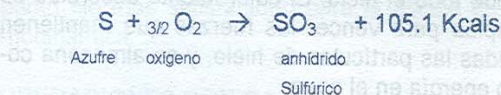
mo del compuesto, a partir de sus elementos. Los calores que en general van asociados a las reacciones químicas se llaman calores de reacción. Para determinar el valor teórico de los calores de formación de aquellos compuestos que se pueden obtener a partir de sus elementos, Germain Henri Hess halló que la cantidad total de calor absorbido o desprendido en la obtención de un compuesto es constante, independiente del número de etapas que se emplea para obtenerlo.



Por ejemplo el anhídrido sulfúrico se puede obtener en dos etapas a partir de sus elementos, azufre y oxígeno. En la primera se quema azufre en oxígeno y se obtiene anhídrido sulfuroso,



En la segunda reacción, el anhídrido sulfuroso se oxida pasando a anhídrido sulfúrico, en presencia de un catalizador, tal como platino depositado en una malla de asbesto.



Sumando estas dos ecuaciones se obtiene una tercera para la preparación tórica del anhídrido sulfúrico a partir de sus elementos.

Para que tenga lugar una determinada reacción, hay que mantener constante la temperatura durante el tiempo necesario. Para conseguir esto, se debe eliminar de la vasija de reacción el exceso de calor suministrado por una reacción exotérmica, mientras que el calor necesario para mantener una reacción endotérmica, ha de ser suministrado constantemente desde el exterior.

En fin, cabe resaltar la importancia de este término, calor, pues comúnmente es desarrollado en ámbitos científicos, tecnológicos y cotidianos; diariamente estamos en contacto con tostadores, hornos, lámparas y motores que se calientan,



cuando la corriente eléctrica los recorre. También se obtiene calor cuando se queman ciertas sustancias. Además de ser necesario para todo ser viviente, es una de las formas de energía más valiosas: cocina los alimentos, mueve los automóviles y tiene grandes aplicaciones en la industria.

Este término utilizado tan cotidianamente tiene una verdadera e importante connotación en todos los campos antes mencionados. Pues si nos fijamos anteriormente se dio una somera explicación de la importancia del calor en las reacciones químicas. Y aún todo trabajo que realizan los seres vivos se transforma en energía quedando una parte de este en calor.

**BIBLIOGRAFIA**

EFRON, M. El mundo del Calor Buenos Aires. Bell S.A.

CASALDERREY, M. I.; 1975. "Calor y temperatura. Aclaración de conceptos". En: Distintas motivaciones para aprender ciencias. La Presión, el calor y sus implicaciones. Madrid. Narcea S.A. Ediciones

CERVANTES A. 1981. Los conceptos de calor y temperatura: una revisión bibliográfica; En Enseñanza de las ciencias; 5 (1).

Enciclopedia Estudiantil física Tomo. 5. Madrid Programas Culturales. 1997

Enciclopedia El calor y La luz. Origen y Propiedades V. 10 Madrid Santillana 1984.

Enciclopedia El tesoro de la Tecnología Tomos: 2, 3, 5. Buenos Aires. Codex S. A. 1972

Fernández u. E. 1986 Reflexiones acerca del concepto de calor. En. Enseñanza de las Ciencias

MARON & PRUTON. 1988 Fundamentos de Físicoquímica México. Limusa.1998.

**SEMINARIO DE QUÍMICA**

**MIÉRCOLES**

**7-9 A. M.**

**AULA 401 B**

**Departamento de Química**

**UNIVERSIDA PEDAGOGICA NACIONAL**

**POLIAMINAS:  
CADAVERINA Y PUTRESCINA §**

Ana María Melo \*

Un cierto temor se provocó en días pasados en algunos televidentes, cuando se sugería con imágenes en los noticieros, cómo la CADAVERINA, substancia que se acumula por la descomposición de los cuerpos animales y vegetales (no exclusivamente), "podría" contaminar las fuentes de agua subterráneas cercanas a los cementerios. Se observaba también, cómo en instalaciones educativas, aledañas a dichos cementerios, utilizaban esa agua.

Inmediatamente surgieron un sin número de reacciones sobre el tema, inicialmente se plantea un problema de salud pública que se basa en el impacto terrorífico de la noticia, sin embargo, aparecen, también, artículos en los periódicos en donde se exponen otros puntos de vista más amables.

En este escrito asumo la segunda posición, no puedo negar que inicialmente la noticia me causó un poco de terror, sin embargo, después de ampliar la información sobre la temática y con la asesoría de un experto (Jesús Norato, biólogo y fisiólogo vegetal), esta ponencia cambió en forma radical.

¿Por qué estos nombres?, pues porque hacen alusión al sitio en donde se evidenciaron primeramente. Si hay que buscar responsables de la impresión que causan al escucharlos, serían los científicos, así, la primera vez que se habló de CADAVERINA, fue al ser identificada en unos cadáveres. A la PUTRESCINA se le dio el nombre porque se identificó inicialmente en algunos cuerpos en descomposición, que obviamente oían muy desagradablemente. La ESPERMINA y la ESPERMIDINA se identificaron en el líquido espermático del hombre.

Estas cuatro sustancias hacen parte, químicamente, del grupo de las poliaminas.

§ Ponencia presentada en el Seminarios de Química. Mayo 1999

\* Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.



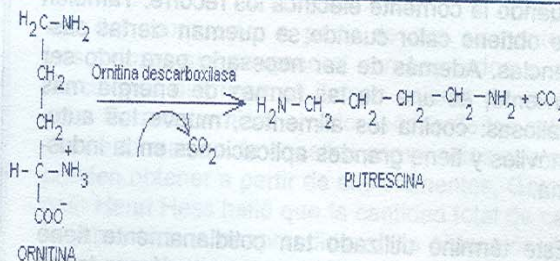
### Arginina

Su contenido en las células se halla frecuentemente en relación estequiométrica con el RNA. Sin embargo, el bacteriófago T-par y la mayor parte de las bacterias contienen poliaminas asociadas con el DNA. Se cree que las poliaminas desempeñan muchas funciones. En cierta medida pueden sustituir al  $K^+$  y al  $Mg^{+2}$  celular y pueden jugar un papel esencial de control en la síntesis de ácidos nucleicos y de las proteínas. Parece probable que la espermidina desempeñe un papel específico en la división celular. Las poliaminas pueden interactuar con los ácidos nucleicos duplo helicoidales estableciendo puentes entre la hebras, los grupos amino, carga positiva, experimentan la interacción de los fosfatos del esqueleto de los ácidos nucleicos. En un modelo (Tsuboi), la porción de tetrametileno de la poliamina se halla en la hendidura secundaria, actuando como puente entre los tres pares de bases y las porciones trimetileno (una en la espermidina y dos en la espermina) que establece el puente adyacente a los grupos fosfato de una hebra. Las poliaminas pueden estabilizar también al DNA superhelicoidal o plegado.

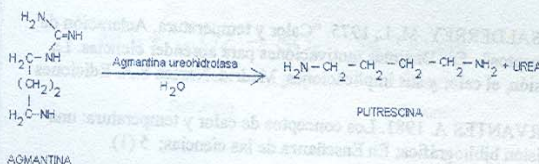
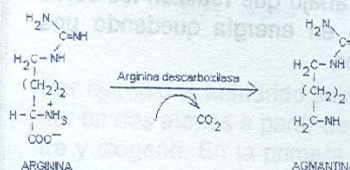
### PUTRESCINA Y CADAVERINA

Estas dos diaminas aparecen en la fermentación bacteriana de las proteínas y han sido desde hace mucho tiempo conocidas por su desagradable olor. La cadaverina se forma por descarboxilación de la lisina, la putrescina por descarboxilación de la ornitina.

Los estudios de las células bacterianas y sistemas de mamíferos indican que la biosíntesis de la poliamina es un de los más tempranos sucesos que tienen lugar durante la proliferación celular. De las poliaminas, la putrescina es de interés especial debido a sus efectos de promoción del crecimiento en células bacterianas y su acción estimuladora sobre la síntesis del RNA. En los mamíferos, la putrescina se produce por descarboxilación de la ornitina, bajo la acción de la ornitina descarboxilasa, la enzima limitante en la biosíntesis de la poliamina. Esta enzima tiene una de las velocidades de recambio más rápidas de las enzimas de los mamíferos, puede incrementarse la actividad por las hormonas que afectan al crecimiento, y se elevan en las células tumorales:



En E. Coli, la putrescina se forma a partir de la arginina:



AGMATINA

La espermidina se convierte en espermina por repetición de las últimas reacciones. La espermidina y espermina, formadas a partir de la putrescina, ejercen inhibición de retroalimentación sobre la actividad de la ornitina descarboxilasa.

En E. Coli, la síntesis de la putrescina tiene lugar a través de la medición de la ornitina descarboxilasa, como en las células de mamíferos, o por otra ruta en la cual la reacción inicial es la descarboxilación de la arginina, por la arginina descarboxilasa con formación de agmatina. Esta última es convertida en putrescina en una reacción catalizada por la agmatina ureohidrolasa. Cuando las células de E. Coli entran a la fase estacionaria de la curva de crecimiento, la mayor parte de la espermidina se convierte en glutatoniol espermidina, también puede producirse la acetilación de la espermidina.

### ESPERMINA Y ESPERMIDINA

Estas dos poliaminas son constituyentes generales de las células de mamíferos y en muchos tejidos se presentan en cantidades apreciables. No se conocen las funciones específicas de estas aminas, pero sus concentraciones como las del



crecimiento de muchos tejidos, por ejemplo, hígado en regeneración. La espermina y la esperminida son sintetizadas por muchos microorganismos aunque para otros son factores esenciales de crecimiento, por ejemplo, *Aspergillus nidulans* y *Hemophilus parainfluenzae*.

En general estas poliaminas sirven como agentes estabilizadores de la estructura de las membranas, por lo que en su ausencia los microorganismos, anteriormente mencionados muestran, en medio hipotónico, incremento de permeabilidad (estado de una solución cuya presión osmótica es inferior a otra con la que se compara, osmosis) con pérdida de los constituyentes celulares. Los protoplastos, (bacterias sin pared celular) de varias especies no pueden resistir un medio hipotónico en ausencia de los miembros de este grupo de compuestos. El hinchamiento de la mitocondria en varios medios se evita de manera similar. La espermidina se une fuertemente al DNA y puede servir para estabilizar el DNA doble.

La síntesis de la espermidina se ha observado en hígado y en próstata ventral y en *E. Coli*: La descarboxilación de la S - Adenosilmetionina por la s - Adenosilmetionina descarboxilasa es seguida por una reacción poco habitual, en la que la cadena carbonada de la metionina, que incluye el grupo amino, más que el grupo metilo como en las transmetilaciones, es transferido a la putrescina. La 5 - metiltioadenosina formada en la síntesis de la esperminida en la próstata es rápidamente degradada por una enzima que cataliza una ruptura fósforolítica originando adenina y 5 - metiltioribosa 1 - fosfato. La espermina es sintetizada por una repetición de la descarboxilación de la s - Adenosilmetionina y se transfiere a la espermidina formada en la primera transferencia, en una reacción catalizada por una aminopropil transferasa, que es distinta de la que cataliza la síntesis de la espermidina.

La espermina más compleja se encuentra, solamente en los eucariotas. Es interesante desde el punto de vista histórico que Anthony Von Leeuwenhoek observo en 1678, con uno de sus primeros microscopios, cristales del fosfato de espermina en el semen humano. Las funciones y el metabolismo ulterior de las poliaminas solo se ha comenzado a estudiar intensivamente en la actualidad. En *E. Coli*, el 1,4 - diaminobutano experimenta transaminación y se transforma en alfa aminobutiraldehido, que se cicla.

Las diamino—oxidasa de tejidos animales oxidan al 1,4 - diaminobutano con formación de los mismos productos. Una oxidasa que contiene cobre y se halla en el suero de buey, oxida la espermidina a monoaldehido y la espermina a dialdehido. Aunque estos últimos son materiales muy tóxicos se cree que pueden desempeñar un papel esencial en la regulación del metabolismo nuclear. La degradación oxidante de la espermina a espermidina y esta ultima a 1,4 - diaminobutano ocurre también en el organismo animal y se excreta una cantidad esencial en la orina

De acuerdo a lo anterior, la cadaverina y las demás poliaminas no son exclusivas de los cadáveres, esta sustancia se encuentra en el hombre, los animales y las plantas, seres vivos en donde es crucial para regular el crecimiento, sin estas hormonas, que las tenemos desde muy pequeños, creceríamos muy poco, tendríamos deficiencias según Jesús Norato biólogo y fisiólogo vegetal (Universidad Nacional, Facultad de Ciencias) quien es de los pocos expertos en hormonas vegetales en Latinoamérica que ha experimentado con éxito en los últimos 25 años en el crecimiento de plantas a partir de la aspersión o inyección de poliaminas a los vegetales.

La función específica de las poliaminas es regular la división celular, su multiplicación, en otras palabras son hormonas de crecimiento. En los animales y el hombre actúan como neurotransmisores en el cerebro y regulan la regeneración de nuevas vellosidades intestinales, entre otras funciones.

En las plantas la cadaverina y las otras poliaminas son cruciales porque ayudan cuando estas se someten a condiciones ambientales extremas, por ejemplo las heladas, sequías, altas o bajas temperaturas. Adicionalmente protegen a los frailejones del frío; cuando las plantas son sometidas a esta condiciones aparecen las poliaminas en la célula, protegiendo el vegetal para que no se muera.

Remontándose a la noticia de los pozos cercanos a los cementerios, irónicamente así como puede llegar la cadaverina y la putrescina, pueden hacerlo gran cantidad de sustancias como azúcares, aminoácidos, hierro, calcio, vitaminas que también se desprenden de los cadáveres después de un largo proceso bioquímico de putrefacción, solo que estos nombres no son tan



desagradables. Al morir el organismo, todos los compuestos de la vida se reincorporan al suelo a la atmósfera en diferentes formas minerales, lo cual se llama mineralización.

Las poliaminas (cadaverina etc) vendrían a ser, en últimas, originadas por parte de las proteínas cuando estas se descomponen parcialmente.

Los cadáveres del hombre y de los animales enriquecen mucho el suelo, porque tienen más nitrógeno que las plantas cuando mueren, las cuales aportan también mas carbono.

#### HASTA LA COMIDA

Debido a que la cadaverina hace presencia en todos los reinos de la naturaleza, es apenas lógico que estas se encuentren en los alimentos, como por ejemplo la carne, el pollo etc.

Sobre los temores frente a la salud en caso de tomar agua con algún nivel de cadaverina, se dice que el cuerpo humano tiene enzimas que destruyen las poliaminas para balancear la cantidad de hormonas que entran al cuerpo. Puede generar cáncer si fallan los mecanismos de control del cuerpo, lo cual es un caso muy extremo.

Por otro lado, a las fuentes de agua no llegaría mucha cadaverina porque parte de esta se va quedando en el suelo o por ejemplo, en algunas plantas donde se convierte en alcaloide (como el tabaco), el cual sirve con su desagradable olor para que los animales no se lo coman.

Sin embargo para evitarla en el agua, esta se puede hervir o filtrar, como lo hacen en el campo con una mezcla de carbón vegetal, arena y estropajo.

Entonces, el escándalo suscitado es generado más por la desinformación que se tiene sobre este grupo de poliaminas, ya que no son tan malas como lo indican sus nombres.

#### BIBLIOGRAFIA

SLOCUM, R, y FLORES, H. Biochemistry and physiology of poliamines in plants. CRC Press Boca Ratón Arbor London.

WHITE, A. Principios de bioquímica. Mc Graw Hill.

LOZANO, J. A. et. al. 1995. Bioquímica para las ciencias de la salud. México: Interamericana, Mc Graw Hill

## Investigación P.P.D.2.

### LA HISTORIA DE LA CIENCIA: UNA HERRAMIENTA PARA SU ENSEÑANZA<sup>o</sup>

Ángela María Martínez S.<sup>oo</sup>

#### Problema

La enseñanza de las ciencias se ha caracterizado por ser esencialmente reduccionista y se utilizan modelos aislados con el fin de dar respuesta a fenómenos de la naturaleza. Generalmente se centra en el estudio de conceptos, pero se deja en un segundo plano el contexto histórico que ha hecho posible que se den tales interpretaciones de la naturaleza.

La construcción de modelos explicativos en ciencias se le ha atribuido a personas consideradas genios, que por alguna razón están dotados de poderes especiales para escudriñar el interior de los fenómenos.

Los libros de texto y guías de trabajo empleados en la mayoría de los centros educativos del país siguen la misma tendencia en el momento de abordar las temáticas objeto de estudio en las asignaturas de ciencias: es deficiente el componente histórico en el interior de los contenidos presentados.

#### Marco conceptual

El marco conceptual que sustenta este proyecto de investigación está centrado en dos aspectos fundamentales: una visión epistemológica y una visión pedagógica y didáctica. Estas dos visiones no se contraponen entre sí; son complementarias.

<sup>o</sup> Informe parcial del proyecto de PPDQ III, desarrollado en el INEM "Francisco de Paula Santander" J.M. de Kennedy. en 1-2000

<sup>oo</sup> Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.



Se concibe la epistemología como una rama de la filosofía cuyo fin exclusivo es el de describir y analizar los problemas filosóficos que rodean la teoría del conocimiento. A este respecto, y dentro de los parámetros fijados para el trabajo, el estudio de la epistemología de las ciencias en un contexto escolar se encuentra presente durante el desarrollo de las temáticas que hacen parte del componente cognitivo del currículo, en especial relacionada con el tratamiento de problemas conceptuales, originados en las diversas interpretaciones de los fenómenos de la naturaleza. Tales problemas de interpretación, dan origen a un minucioso examen de todas las implicaciones socio-críticas que contribuyen a la configuración de un concepto más elaborado de "Ciencia" que el que habitualmente se tiene cuando se desconoce su "radiografía cultural".

Se reconoce la Pedagogía como el conjunto de reflexiones y transformaciones de la práctica educativa, reflexiones derivadas de experiencias, debates y permanentes intersecciones de la práctica pedagógica con otras disciplinas durante su quehacer. Igualmente, la Didáctica está determinada por diversos factores que contribuyen al desarrollo de la práctica escolar, entre los cuales están: estrategias de enseñanza, procedimientos de construcción del conocimiento, relaciones maestro-estudiante, tiempos de aprendizaje, ambiente y recursos. En consecuencia, la pedagogía y la didáctica están concebidas de la manera más amplia con el fin de dejar al descubierto un completo panorama de posibilidades para la enseñanza de las ciencias en lo que se refiere a este proyecto.

#### Objetivos

- ≈ Identificar en los estudiantes el valor que le atribuyen al papel de la historia de las ciencias en su enseñanza.
- ≈ Diseñar y aplicar un modelo de enseñanza que incluya actividades dirigidas al aprendizaje de la química con una visión histórica y conceptualmente organizada.
- ≈ Determinar el componente epistemológico de los libros de texto y de las guías utilizados en las clases de química.

#### Metodología

El marco metodológico de este proyecto incluye las actividades siguientes:

- Evaluación de la estructura de los contenidos incluidos dentro del currículo de Química, conforme con las demandas de la modalidad académica en la cual se inscribe esta disciplina.
- Identificación de ideas previas de estudiantes con respecto a los aportes científicos y tecnológicos a lo largo de la historia.
- Evaluación de los libros de texto y guías de trabajo empleados en la enseñanza de la Química, en lo que concierne a los componentes histórico y pedagógico de los contenidos.

#### Estrategias de implementación

El diagnóstico general (Realizado en la práctica docente II en II—99) muestra que los estudiantes, en su mayor parte, exhiben actitudes positivas frente a la implementación de actividades dirigidas a la utilización de la historia de la ciencia como parte fundamental de la metodología en el aprendizaje.

Para atender esta situación, se sugiere el desarrollo de actividades explícitas de tipo metodológico y actividades implícitas en el interior de otras metodologías, tales como:

- Realización de diagnóstico de ideas previas, antes de iniciar cualquier unidad temática, con el fin de identificar en los estudiantes algunas concepciones relacionadas con la estructura conceptual empleada por los científicos en el desarrollo de sus teorías.
- Motivar a los estudiantes para la creación de hábitos de lectura, mediante los cuales tengan la oportunidad de conocer el desarrollo histórico de modelos y teorías desde una perspectiva integradora de nuevos conceptos con aquellos vistos con anterioridad.
- Aplicar una prueba de tipo Likert al inicio del periodo académico, con el fin de determinar en los estudiantes algunas concepciones con respecto al trabajo científico.
- Elaboración de ensayos acerca de la unidad temática, con el fin de observar si los alumnos relacionan los conceptos y la perspectiva histórica que le es atribuida.



- Discusión en torno al empleo de experimentos para la comprobación de leyes y teorías, con el fin de darle un sentido más profundo a las prácticas de laboratorio, para cambiar la concepción de "receta".
- Utilización ocasional de libros de texto que incluyan datos históricos a manera de motivación para los alumnos, cuando hagan uso de dicho material.

**Instrumentos - Resultados -Análisis**

Con el fin de llevar a cabo la investigación ha si-

do necesario hacer uso de instrumentos que servirán de soporte para el análisis de situaciones particulares del aprendizaje de las ciencias. A continuación se presentan los instrumentos destinados para tal fin.

**1.- DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES EN LAS CLASES DE CIENCIAS.**

La utilización de este instrumento es variable, ya que permite al investigador expresar de manera amplia y objetiva lo que observa en clase, así como distribuir en la forma más completa los contenidos vistos y las metodologías empleadas.

TEMÁTICAS DESARROLLADAS	METODOLOGÍAS EMPLEADAS
1. Nomenclatura de compuestos inorgánicos (Óxidos, hidróxidos, oxácidos, hidrácidos, sales, hidruros) tres semanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Explicación de conceptos</li> <li>◊ Afianzamiento mediante ejercicios de aplicación</li> <li>◊ Repaso de temas relacionados</li> <li>◊ Asignación de trabajos de consulta</li> <li>◊ Evaluaciones escritas</li> </ul>
2. Forma polaridad de las moléculas dos semanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Lectura en grupo sobre el tema en cuestión</li> <li>◊ Explicación del concepto y repaso de temas relacionados</li> <li>◊ Ejercicios de afianzamiento. Evaluación del tema</li> </ul>
3. Balanceo de ecuaciones químicas tres semanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Explicación de conceptos fundamentales</li> <li>◊ Trabajo en grupo</li> <li>◊ Trabajo individual</li> <li>◊ Asignación de trabajos fuera del aula</li> <li>◊ Evaluación del tema</li> </ul>
4. Estequiometría cuatro semanas	<ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Consulta sobre conceptos básicos</li> <li>◊ Introducción a la Estequiometría</li> <li>◊ Ejercicios de aplicación</li> <li>◊ Lecturas relacionadas con el tema</li> <li>◊ Explicación de cálculos estequiométricos</li> <li>◊ Evaluación del tema</li> </ul>

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, la utilización de actividades en las que sea explícita la historia de las ciencias es muy escasa, sin embargo, en el interior de las clases de química, ocasionalmente se mencionaban algunos aspectos relacionados con hechos históricos, descubrimientos y anécdotas para ilustrar la explicación de los temas.

**2. - IDENTIFICACIÓN DE LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ESTUDIANTES CON RESPECTO A LOS APORTES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS A LO LARGO DE LA HISTORIA.**

El siguiente cuestionario se aplica a estudiantes de Química Industrial 10 - 4 (31) y a estudiantes de la modalidad de Ciencias y Matemáticas 10 -2 (35).

INEM "Francisco de Paula Santander"  
(Concepciones Científicas)

Nombre : \_\_\_\_\_  
 Modalidad : \_\_\_\_\_  
 Sección : \_\_\_\_\_



- 1.- ¿Cree que el proceso de aprendizaje que ha llevado en el colegio, llena sus expectativas? ¿Por qué?
- 2.- ¿Cree que es importante conocer datos históricos de los contenidos para el aprendizaje de los temas de Química? Explique su respuesta.
- 3.- ¿Le parece necesario que se incluyan datos históricos en los contenidos de Química para aprender la aplicabilidad de los mismos? ¿Por qué?
- 4.- ¿Se ha sentido motivado hacia temas científicos que a diario divulgan los medios de comunicación? ¿Cuál le ha llamado la atención?
- 5.- ¿Cómo se relacionan los temas vistos en la clase de Química con otras áreas?
- 6.- ¿Las actividades desarrolladas en la clase de Química se relacionan con situaciones de la vida diaria? Cite algunos ejemplos que conozca.
- 7.- ¿Cree que es fundamental conocer los nuevos avances científicos y tecnológicos? ¿Por qué?
- 8.- ¿Le parece importante conocer la evolución histórica de la teoría atómica? ¿Por qué?
- 9.- ¿Qué modelos atómicos conoce y cuál considera que explica más claramente la estructura de los átomos?
- 10.- ¿Cómo describe el trabajo de los científicos a lo largo de la historia? Si desempeñan un papel importante, indique cuál.
- 11.- ¿Considera que los descubrimientos y aportes científicos se han producido por casualidad? ¿Por qué?
- 12.- ¿Los conocimientos que se manejan en ciencias, y en especial en Química, son invenciones de los científicos o descubrimiento de los fenómenos que ocurren en la naturaleza?
- 13.- ¿Cree que el desarrollo de las ciencias ha sido por acumulación de conocimientos? ¿Por qué?
- 14.- ¿Cree que los conocimientos que aprende en la clase de Química se relacionan con el manejo de los procesos industriales?
- 15.- ¿Para qué le sirve a la sociedad el que existan personas encargadas del desarrollo científico?

El objetivo principal de la aplicación del anterior instrumento es el de hacer un diagnóstico acerca de lo que piensan los estudiantes con respecto al papel de la historia de la ciencia y las interaccio-

nes CTS en la enseñanza de la Química.

De los resultados obtenidos en el cuestionario anterior, se muestran los de las preguntas 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 y 13, ya que se refieren directamente a la información requerida.

No.	Sección 10 - 1	Sección 10 - 2
2	Si: 93.75% No: 6.25%	Si: 80% No: 20%
3	Si: 83.87% No: 16.12%	Si: 77.14% No: 22.85%
4	Si: 95% No: 5%	Si: 89.74% No: 10.25%
6	Composición de las sustancias 47.91% Medio ambiente 12.5% Alimentación 12.5% Medicina 10.41% Industria 16.67%	Composición de las sustancias 33.33% Medio ambiente 15.68% Alimentación 23.52% Medicina 11.76% Industria 15.68%
8	Si: 93.93% No: 6.06%	Si: 77.77% No: 22.22%
9	Más conocidos: Dalton, Rutherford, Thomson, Bóhr y Teoría Cuántica  Más aceptado: Teoría Cuántica	Más conocidos: Dalton, Rutherford, Thomson, Bóhr, Schrodinger, Leucipo y Demócrito y Teoría Cuántica.  Más aceptado: Teoría Cuántica y Bóhr
10	Positivo: 89.5% Poco productivo: 10.5%	Positivo: 100% Poco productivo: 0%
11	Si: 26% No: 74%	Si: 30% No: 70%
13	Si: 72.41% No: 27.51%	Si: 71.42% No: 28.47%

Solbes y Traver (1996), en su trabajo "La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química", presentan los resultados de una investigación efectuada mediante un diseño experimental, del cual se hace uso parcialmente para este proyecto, basado en cuestionarios aplicables a libros de texto y a estudiantes en particular.

A pesar de que la tendencia de los estudiantes de las dos modalidades es muy parecida, hay variaciones en la intensidad de la inclinación particular según los intereses generados. Así, por ejemplo, la diferencia más marcada se encuentra en la importancia y valoración que los alumnos le dan a la inclusión de elementos históricos en el aprendizaje de la química: los estudiantes de



química industrial se muestran más motivados por este aspecto que los alumnos de Matemáticas y Ciencias. Por otra parte, la divulgación de acontecimientos científicos (lo cual hace parte de la historia) es mayormente aceptada por los alumnos de la sección 10 - 4, lo anterior es un indicador de actitudes positivas frente a la actualidad científica y a la evolución de las ciencias como tales.

De todas maneras, considerando incluso las cifras más bajas registradas en cuanto a aceptación de la historia en el aprendizaje de la Química, es notable que los estudiantes son más re-

ceptivos cuando el aprendizaje de conceptos y teorías viene acompañado del contexto histórico que enmarca su aparición al interior de la comunidad científica.

**3. IDENTIFICACIÓN DE CONCEPCIONES SOBRE EL TRABAJO CIENTÍFICO.**

El siguiente cuestionario pretende recopilar información acerca de lo que piensan los estudiantes respecto a algunas afirmaciones que generalmente describen el trabajo científico y la enseñanza de la química. No existen respuestas correctas o incorrectas.

AFIRMACIÓN	% DE ACUERDO	% DUDOSO	% EN DESACUERDO
1. El trabajo de los físicos y de los químicos consiste en descubrir las leyes físicas ocultas en la naturaleza.	32.36	56.37	19.35
2. El método científico se puede esquematizar así: observación, experimentación, enunciación de leyes y teorías y su comprobación.	83.87	6.45	9.68
3. A menudo los descubrimientos científicos se han producido por casualidad o por azar.	25.80	38.71	35.49
4. Los conceptos y modelos científicos son fieles reflejos de la realidad.	45.16	38.71	16.13
5. El objetivo del trabajo científico es el establecimiento de relaciones matemáticas entre magnitudes físicas.	22.58	38.71	38.71
6. El concepto de fuerza y las leyes de la dinámica fueron establecidas por Newton en su forma actual (no han experimentado cambios desde que fueron establecidas inicialmente).	54.84	22.58	19.35
7. Los conceptos y magnitudes que se utilizan en física y química son descubrimientos de cosas que ya existían en la naturaleza, no invenciones de los científicos.	64.52	29.03	6.45
8. El desarrollo de las ciencias a lo largo de la historia ha sido un proceso acumulativo de mas y mas conocimientos.	19.35	9.68	67.74

Las preguntas Nos. 6 y 8, el 3.22% de los encuestados no las respondieron.

**Afirmación 1.**

Este porcentaje de estudiantes tiene una concepción netamente mesiánica de la ciencia porque cree que todas las respuestas a los interrogantes que plantea el hombre, las va a encontrar en la naturaleza. Sin embargo, es fundamental reconocer la importancia que se le concede a la investigación ya la comprensión de los fenómenos naturales.

El término "dudoso" le sugiere a los estudiantes una indecisión para definir su posición con respecto a la afirmación que se presenta. No obstante, son diversas las razones por las cuales no logran ponerse de acuerdo con alguno de los conceptos. De una parte, los estudiantes consideran que el trabajo de los científicos no sólo consiste en descubrir sino también en aplicar, investigar, dominar y utilizar racionalmente los conocimientos, mostrando así un papel más integral del trabajo científico. Por otro lado, no se está de acuerdo con las relaciones entre la física y la química, se observa una gran brecha entre estas



dos disciplinas y las formas de trabajar en cada una; a este respecto, es preocupante que el estudiante tenga una imagen sesgada acerca de la naturaleza y cómo se estudia, porque de este modo se desconoce la interdisciplinariedad inherente a todo tipo de disciplina.

Nuevamente se evidencia la gran separación entre la física y la química y sus implicaciones en el estudio de la naturaleza. De otro lado, cabe resaltar el carácter cotidiano de la física y la química, lo cual demuestra que los estudiantes no están matriculados exclusivamente con una forma operativa del trabajo científico sino que además reconocen las aplicaciones a la vida diaria.

#### Afirmación 2

Por lo general se tiene el concepto de que el método científico es una receta que hay que seguir al pie de la letra para que los científicos obtengan resultados válidos, de lo contrario se daría origen a deficiencias en el trabajo científico. En la justificación de las respuestas se encuentra que se reconocen las virtudes de este método, caracterizándolo como ordenado, sistemático, eficaz y completo, al igual que se justifica cada uno de los pasos en términos de lo que cada uno aporta. Esto es una clara muestra de lo que significa el trabajo científico para los estudiantes: no se considera la posibilidad de que el científico establezca su propia forma de trabajar sino que debe seguir unos lineamientos establecidos.

En los estudiantes la duda surge a partir del contenido y orden de los pasos del método científico. A pesar de ello, es evidente que se tiene la misma concepción del trabajo científico de quienes están totalmente de acuerdo.

Contrariamente a lo que pudiera pensarse de quienes están en desacuerdo con la afirmación, los estudiantes siguen pensando en la existencia de un método científico pero con algunas modificaciones.

#### Afirmación 3

En esta ocasión la duda es generalizada porque si bien se reconoce que algunos descubrimientos han sido producidos por casualidad, se considera que la mayoría es producto de investigación y estudio. Del mismo modo, los estudiantes atribuyen validez a los descubrimientos por azar ya

que también contribuyen al avance de la ciencia.

La importancia que se le atribuye a la investigación en el trabajo científico es generalizada en este porcentaje de estudiantes (en desacuerdo), pues ello le concede un carácter serio y progresivo a la ciencia.

#### Afirmación 4

Por lo general la ciencia se encuentra relacionada con lo que el hombre percibe de su realidad, de los fenómenos de la naturaleza y de lo que puede aplicar a la vida cotidiana. Sin embargo, se incluye muy tímidamente la íntima relación entre la ciencia y el contexto político en el cual se inscribe un descubrimiento o un avance, ya que esto determina en gran medida la posibilidad de avances o retrocesos en torno a un hecho científico particular.

A este respecto, los estudiantes consideran que es conveniente resaltar los fracasos y crisis de algunos científicos, que en su intento por justificar la realidad que les rodeaba, cayeron en inconsistencias conceptuales que aún reconocemos como hechos puntuales en la historia de la ciencia. Otra razón aceptable para estar dudosos, es que algunos estudiantes expresan su ignorancia en este campo, pues al no conocer en su totalidad cómo se dieron los hechos científicos que hoy conocemos, no puede darse una opinión concisa al respecto.

Aquí se expresa la otra cara de la moneda, pues se considera la existencia de modelos que sólo han sido creados para intentar explicar cosas que son difícilmente perceptibles por los sentidos, como es el caso de los modelos atómicos. Sin embargo, al estar en desacuerdo totalmente con la afirmación, los estudiantes están negando el conocimiento que puede derivarse de la realidad observable.

#### Afirmación 5

La matemática ha llegado a convertirse en una de las herramientas más importantes en el trabajo de los físicos y de los químicos, pues proporciona exactitud, precisión y validez al conocimiento científico, según los estudiantes.

El concepto de "dudoso" para esta afirmación se debe a que los estudiantes no solo consideran



las relaciones matemáticas como lo único válido en un trabajo científico, sino que también incluyen otras áreas que se relacionen y otras formas de trabajar, por ejemplo atribuyendo importancia a la investigación.

Quienes están en desacuerdo con la afirmación, difieren en cuanto a las razones por las cuales no lo están. Es así como algunos consideran que la investigación es importante en un trabajo científico pues lo que interesa no son las relaciones matemáticas a las cuales se llega como conclusión sino los procesos que llevaron a esas generalizaciones. De otra parte, hay quienes piensan que la matemática no tiene nada que ver con el trabajo de los científicos, es decir, que se desconoce la interdisciplinariedad del conocimiento.

**Afirmación 6**

Este porcentaje de estudiantes (de acuerdo), considera en su mayoría, que Newton, al igual que muchos científicos, han planteado teorías y leyes que aún se manejan sin sufrir modificaciones, que han sido conceptos emitidos sin error y sin posibles inconsistencias tanto epistemológicas como conceptuales. No se expresa la posibilidad de encontrar una ciencia capaz de cambiar con el pasar de los años y con la aparición de personajes y hechos de trascendencia.

Tímidamente se contempla la posibilidad de que el conocimiento se complemente con los aportes de otras personas, además de los cambios sustanciales en el manejo de conceptos y teorías.

Al igual que se acepta que Newton aportó a la construcción del conocimiento científico, se plantea que es posible encontrar errores e inconsistencias en lo que se ha descubierto. Ello muestra que en ciencia también existen deficiencias por crisis de tipo conceptual y según el contexto inherente, pues el conocimiento no se estanca sino que se complementa.

**4. INSTRUMENTO UTILIZADO PARA LA EVALUACIÓN DE LIBROS DE TEXTO.**

El cuestionario que a continuación aparece tuvo como objetivo evaluar la participación de la historia de la ciencia como herramienta metodológica para el aprendizaje de la Química. Cada respuesta tiene un valor, el cual aparece al frente de ca-

da opción; la suma de los puntajes de cada escogencia, dará una valoración final y será estimada en términos de lo que sugiere la puntuación propuesta.

No	CRITERIOS - PUNTAJES
1	Las biografías de científicos que aparecen son: a- Datos superficiales (1) b- Información detallada (2) c- No hay biografías (0)
2	El aspecto histórico de la química se evidencia como: a- Referencias marginales sobre hechos históricos (1) b- Anécdotas ocurridas sin trascendencia alguna (0) c- Elementos para la comprensión de las temáticas (2)
3	Los conceptos y teorías se desarrollan: a- Sin contextualizar su aparición (0) b- Dentro de un marco histórico definido (1) c- Señalando su evolución a través de la historia (2) d- Son observables b y c (2)
4	Los autores científicos son referidos: a- En citas textuales (2) b- Como dato curioso en las explicaciones (1) c- No se mencionan los autores (0)
5	La ciencia se presenta como: a- Obra solo de grandes genios (1) b- Obra colectiva de hombres y de mujeres (2)
6	El desarrollo de las temáticas se caracteriza por: a- Dar un enfoque formalista destacando el desarrollo matemático y la aplicación de fórmulas (1) b- Ofrecer una versión meramente epistemológica de la ciencia (1) c- Poseer distribución equitativa entre lo formal y lo epistemológico (2)
7	El desarrollo de la ciencia se presenta: a- Como una visión acumulativa (1) b- Destacando la aparición de grandes crisis de los paradigmas científicos ((2)
8	El trabajo de los estudiantes incluye: a- Solamente afianzamiento de los contenidos vistos en la clase (0) b- Actividades explícitas de uso de la historia (1) c- Las actividades a y b (2)

El mayor puntaje que se puede obtener es 16.

Intervalos para la evaluación de los libros de texto:

0 a 6. El desarrollo de la temática no ofrece orientación histórica alguna acerca de su evolución. Formalista en sus deducciones.



7 a 11. Presenta algún tipo de información histórica, pero solamente como datos superficiales.

12 a 16 La información histórica es empleada de manera analítica, además brinda elementos históricos como herramientas para afirmar el conocimiento adquirido.

La identificación de los libros de texto evaluados se omite por obvias razones.

Libros Criterio	1	2	3	4	5
1	2	1	2	2	0
2	2	2	2	0	0
3	2	2	2	0	0
4	2	1	1	1	0
5	2	2	1	1	1
6	2	2	2	1	1
7	2	2	2	1	1
8	2	2	0	0	0
<b>Total</b>	16	14	12	6	3

Se observa que tres de los cinco libros evaluados están dentro del puntaje más alto de la escala, estos incluyen aspectos históricos importantes para el aprendizaje de conceptos y teorías.

### Conclusiones

Al finalizar la elaboración de este avance no se había terminado el proceso de implementación de la estrategia y por consiguiente hace falta la última prueba que es análoga a la que fue analizada inicialmente, la diferencia es el momento de su aplicación; esta prueba hace parte del análisis finalmente expuesto, como producto de los efectos de la estrategia en el aprendizaje de la Química. Vale la pena recordar que ésta es una prueba diagnóstica de entrada-salida.

El maestro debe constituirse en un investigador en el interior del aula de clase, formulando hipótesis y diseñando instrumentos para la evaluación de ciertos aspectos de la enseñanza que hacen parte de su quehacer pedagógico. Tanto así que la población estudiantil y su conducta

frente a diversas situaciones se configuran como la problemática central de un proyecto de investigación.

La enseñanza de las ciencias se ha centrado particularmente en la formación de los estudiantes en torno a una disciplina científica, pero sin hacer énfasis en la reconstrucción de un pensamiento científico de tipo epistemológico, socio-crítico, holístico e históricamente estructurado.

La formación científica de estudiantes en el nivel medio de educación básica es un factor indispensable para la reelaboración de conceptos en su contexto original. Es por ello que la historia de la ciencia juega un papel importante en la promoción de actitudes positivas hacia el trabajo científico y hace comprensible el desarrollo de una temática particular.

Los estudiantes de grado once, modalidad Química Industrial del INEM Francisco de Paula Santander, presentan actitudes favorables hacia la inclusión de aspectos históricos durante el desarrollo de los contenidos propios de su modalidad.

En el diseño de una estrategia metodológica apropiada para la justificación de la importancia de la historia de la ciencia en la enseñanza de la Química, es conveniente tener en cuenta actividades que reflejen su carácter práctico y objetivo y no una imagen distorsionada de lo que a ello respecta.

### Bibliografía

- AUSUBEL, D., et al. 1995. *Psicología Educativa: Un Punto de Vista Cognitivo*. Ed. Trillas. México. Págs. 25-26, 452-453.
- CAICEDO, H. 1992. Viabilidad de una Línea de Investigación sobre la Enseñanza de las Ciencias. *Revista Colombiana de Educación*. No. 24. Bogotá. Págs. 91-98.
- EVERETH, K.G. y DELOACH, W.S. 1987. Who is teaching the History of Chemistry?. *Journal of Chemical Education*. No. 12. Vol. 64. Págs. 201-203.
- GALLEGO BADILLO, R. Y PÉREZ MIRANDA, R. 1994. Representaciones y conceptos científicos: formulación y desarrollo de un programa de investigación. Universidad Pedagógica Nacional. Santafé de Bogotá D.C.
- SOLBES, J y TRAVER, M. 1996. La Utilización de la Historia de las Ciencias en la Enseñanza de la Física y la Química. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 14. No. 1. Barcelona. Págs. 103-112.
- LAKATOS, I. 1974. *Historia de las ciencias y sus reconstrucciones racionales*. Ed. Tecnos. Madrid. Págs. 25, 30-33.



### Referencia Bibliográfica

**PENSAMIENTO, RESOLUCION DE PROBLEMAS Y COGNICION. (1986) MAYER, RICHARD E. (Paidós, Buenos Aires. 474 p.)**

Es un estudio que, desde una perspectiva histórica, señala los avances en estos últimos años sobre las teorías clásicas de resolución de problemas. Comienza la obra con un análisis del asociacionismo y la teoría de la Gestalt. Hace una introducción a los métodos de análisis y teorías actuales centrandó la atención en dos tipos específicos de problemas: inducción y deducción. Examina en detalle las mas recien-

tes teorías de la cognición humana y, por último, analiza múltiples aplicaciones de los conocimientos adquiridos a la psicología cognitiva, poniendo un especial énfasis en la aplicación de esos conocimientos a los problemas reales de la vida; hace resaltar, además, las diferencias que existen en la capacidad intelectual humana y muestra como solucionar los problemas de una forma creativa.

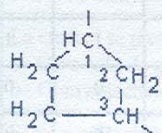
La obra referenciada es una importante fuente de consulta para los profesionales interesados en la inteligencia, la creatividad, la resolución de problemas, el análisis de la cognición, los modos de actuación y la estructura del conocimiento.

### Divulgación Científica

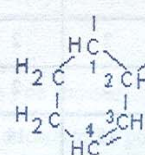
Continuación de la actualización de algunas reglas dadas por la I.U.P.A.C.

**HIDROCARBUROS MONOCÍCLICOS. REAGLA A-11 COMPUESTOS Y RADICALES NO SUSTITUÍDOS.**

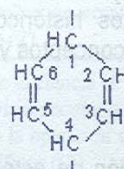
**11.6** Los radicales bivalentes que se forman por la eliminación de un átomo de hidrógeno de dos átomos de carbono diferentes, en el anillo, de hidrocarburos monocíclicos saturados y no saturados, se nombran reemplazando la terminación "ano", "eno", "dieno", "ino", etc del nombre del hidrocarburo por "ileno", "enileno", "dienileno", "inileno", etc. Las posiciones de los dobles y triples enlaces y los puntos de unión deben ser indicados. Los átomos de carbono que tienen las valencias libres, tendrán los menores números posibles.



1,3- CICLOPENTILENO

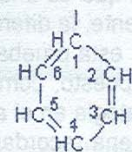


3-CICLOHEXEN-1,2-ILENO



2,3-CICLOHEXADIEN-1,4-ILENO

El siguiente nombre se retiene



FENILENO (P)

**ESPERE EL N.º 51 DE...**

**BOLETIN P. D. Q.**