**Título:** El estudio de las sustancias inorgánicas y su implicación en el medio ambiente.

**Temática a la que tributa el trabajo:** III Perfeccionamiento de la educación ambiental en el SNE

**Autores**: M. Sc. Hilda María Arencibia Arencibia; M. Sc. Justo Martínez Rodríguez; M. Sc. Avilio Antonio Martínez Seara

Dirección de correo electrónico: <a href="mailto:hildam71@nauta.cu">hilda.arencibia@upr.edu.cu</a> Entidad laboral de procedencia: UPR Hermanos Saíz Montes de Oca. Pinar del Río

#### Resumen

La preparación y desarrollo eficiente del proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, es esencial para que los ciudadanos puedan afrontar con éxito las exigencias sociales. En esta dirección, la Química Inorgánica alcanza significación a partir de su línea directriz el estudio de las sustancias, estableciendo la relación propiedades-aplicación-efectos que provocan al medio ambiente, dirigida a la creación de modos de actuación hacia el cuidado y protección del medio ambiente en la localidad. Como resultado de una de las tareas de investigación del proyecto "La contextualización del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Secundaria Básica y el Preuniversitario", en la Universidad de Pinar del Río, se elaboró una metodología para el tratamiento de la educación ambiental desde la disciplina Química Inorgánica. Esta se sustenta en marcos conceptuales renovados dentro de los cuales el enfoque CTSA (Ciencia Tecnología Sociedad Ambiente) ocupa un espacio a reconocer; en los fundamentos del enfoque histórico cultural de Vigostky como base del proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador; así como en la teoría de contexto desde una perspectiva dialécticomaterialista. La propuesta posibilita la articulación de la cognición y lo cotidiano como necesidad de que los contenidos resulten vivenciales, garantizando una coherente y efectiva relación entre el desarrollo del proceso de educación ambiental y el contexto químico local.

Palabras clave: proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, educación ambiental Abstract

The preparation and efficient development of the chemistry teaching-learning process is essential so that citizens can successfully face the social demands. In this direction, Inorganic Chemistry achieves significance, from its guideline the study of substances establishing the relationship between structure-properties-application-effects that they cause to the environment, aimed at creating modes of action towards care and protection of the environment in the locality. As a result of one of the research tasks of the project "The contextualization of the teaching-learning process in Basic Secondary and Pre-university", at the University of Pinar del Río, a methodology was developed for the treatment of environmental education from the Inorganic Chemistry discipline. This is

based on renewed conceptual frameworks within which the CTSA (Science Technology Society Environment) approach occupies a space to be recognized; in the foundations of Vigostky's cultural historical approach as the basis of the developer teaching-learning process; as well as in the theory context from a dialectical-materialist perspective. The proposal enables the articulation of cognition and everyday life, as a need for the contents to be experiential, guaranteeing a coherent and effective relationship between the development of the environmental education process and the local chemical context.

Key words: chemistry teaching-learning process, environmental education

#### Introducción

Si entendiéramos la vida, no alejada de las sustancias inorgánicas y estas como la causa fundamental de las transformaciones a que es sometido el Medio Ambiente, ante el irresponsable manejo del hombre sobre la naturaleza, entonces: encontraríamos explicación a las modificaciones de los parámetros que caracterizan el equilibrio natural y con ello su ruptura temporal o permanente; todo avalado por el uso y control indiscriminado de esas sustancias, que agrupadas según sus funciones químicas, suman cientos y cientos de ellas, todas con acciones diferentes sobre el medio, dado el nivel de actividad química y estabilidad de las mismas.

Por ende este trabajo, pretende que los alumnos justifiquen el riesgo que las sustancias inorgánicas ejercen sobre el medio ambiente, a través de una secuenciación de aprendizajes basada en el cumplimiento del principio Estructura-Propiedad-Aplicación, que garantice la asequibilidad y consolidación de los conocimientos, con la ayuda de datos periódicos y termodinámicos, al encontrar razón a la lógica de su aplicación y las consecuencias medio-ambientales, bajo la dirección del docente, pero con el concurso de las potencialidades de los alumnos, las que han de posibilitarle operar con el contenido, en oposición al tedio que ha existido tradicionalmente hacia él, por la carencia de motivaciones y competencias para tales fines.

De esta forma, sobre la base de ejemplos que caracterizan las diferentes funciones químicas, se pretende establecer una secuenciación de acciones, que sobre la experiencia acumulada, le permita a los estudiantes encaminarse a tal fin, metodológicamente hablando, les brinde la posibilidad de ordenar la lógica del pensamiento, ante un proceso de interacción de los contenidos y con ello la cientificidad con que se debe tratar esta temática en la Educación Media.

#### Desarrollo

Si el proceso de formación de la Tierra, como planeta rocoso, a partir del aglutinamiento del polvo cósmico, después de la gran explosión o Bing Bag; revela la existencia de gran cantidad de sustancias inorgánicas simples, las que ante la llegada del agua a la Tierra, encontraron el medio idóneo para formación de sustancias más complejas, tanto orgánicas como inorgánicas; aparecen las primeras formas de vida, las que pasan a

respiración aerobias con la presencias del dioxígeno y con ello la evolución, ante un medio hostil; hasta alcanzar un equilibrio que permitió la estabilidad del planeta, hoy violentado por el uso indiscriminado de los recursos naturales, su empleo, modificación y trasformación por el único ser racional que habita el sistema solar; el hombre.

Ello revela, no solo el papel en la formación del planeta que tienen las sustancias inorgánicas y orgánicas, sino: que la variación de su concentración, pueden llevar a la destrucción del mismo, y con él la vida de todo ser vivo.

De cómo se ordenan las sustancias simples es un hecho descubierto a finales del siglo XIX; no pasar por alto la magna ley en el desarrollo de la ciencia Química o Ley Periódica de los elementos químicos ante el aumento del número atómico y la estructura electrónica de los mismos, resulta tan irrebatible para la comprensión y clasificación de las sustancias simples y sus posibles compuestos, que sería imposible establecer alguna explicación de sus propiedades, su uso e influencia sobre el medio; si la obviáramos.

De la distribución electrónica y su comparación para diferentes elementos del sistema periódico y sus generalizaciones, el estudiante puede, encausado por el docente, enunciar sobre el pedestal de la estructura atómica, una regla general que basado en la comparación de los electrones de valencia y el número cuántico principal superior; encuentra diferentes aserciones en función de la cantidad de electrones en su último nivel y lo cual permitirá hacer la primera de las clasificaciones de los elementos, en metales y no metales.

Sanderson (citado por Martínez, 2003) plantea que todos los elementos son metales, si el número de electrones de su capa más externa no excede al número cuántico principal de dicha capa. Cuando se rebasa en una o dos unidades el valor de este número cuántico, el elemento puede mostrar algunas propiedades metálicas, mientras que si lo hace en más de dos unidades estamos en presencia de los no metales.

A tal conclusión arriban los estudiantes ante la comparación realizada de la distribución electrónica de diferentes elementos del sistema periódico, a la vez, que se les induce ante la observación, que todos los elementos representados, poseían vacantes en orbitales externos, exceptuando los elementos del grupo VIII, por ende la posibilidad de formación de enlaces covalentes, por compartimiento electrónico, resultaría interesante discutirla; pues tanto los metales como los no metales, tienen en general los requisitos necesarios para la formación de ese enlace entre sus átomos, es decir: electrones externos desapareados y vacantes en orbitales.

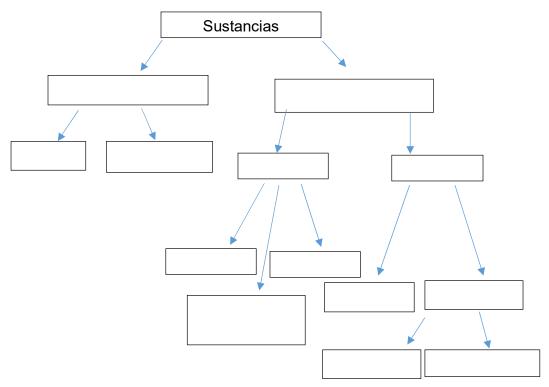
Para los elementos metálicos, en general, el número total de vacantes supera con mucho el número de electrones desapareados, condición necesaria para garantizar la existencia del enlace metálico. La posibilidad de existencia de moléculas diatómicas es efímera, si tenemos en cuenta que para el estado sólido donde el sistema se hace estable, se origina un sólido cristalino, en el cual los átomos del elemento pasan a estar en íntimo contacto, superando la cantidad contigua de átomos permitidos por la covalencia ordinaria.

El estado metálico se caracteriza por empaquetamientos compactos, en el que las fuerzas de atracción interatómicas, a pesar de la deficiencia de electrones, son de tal magnitud, que supera las originadas por el enlace covalente y determinan: su dureza,

resistencia y los altos puntos de fusión y ebullición. A este tipo de interacción interatómica se denomina enlace metálico.

Mientras que en los elementos no metálicos, no existen exceso de orbitales vacantes respecto a la cantidad de electrones; forman moléculas diatómicas y son generalmente gases, por lo que las propiedades como: la temperatura de fusión y ebullición son bajas. Por otra parte, nos induce a pensar que puede existir ante la variación de la electronegatividad, propiedad periódica, a la existencia de otro tipo de enlace, el iónico, entre elementos muy electronegativos y muy electropositivos, que al parecer existe una transferencia electrónica, y que caracteriza a la unión de los elementos del extremo de la tabla. Y de esta forma las posibles combinaciones de los elementos originan diferentes sustancias, las que se agrupan en grupos, cuya función química viene dada por la siguiente clasificación.

#### Clasificación de las sustancias



El desarrollo de la vida moderna, la satisfacción siempre creciente de las necesidades del hombre ha hecho que la Química esté directamente relacionada con la contaminación ambiental, que cada día hace la vida del Planeta más comprometida para las generaciones actuales y futuras.

La actuación desmedida y descontrolada del hombre desde su inicio, ha conllevado a la humanidad a un estado de destrucción casi total de sus bienes naturales. Esta actuación ha provocado un rompimiento del equilibrio del medio ambiente y el surgimiento de los problemas ambientales. Esta situación exige un cambio de la actitud

del hombre, por lo que los conocimientos, actitudes, motivaciones y compromisos con respecto a esta, puede ser adquiridos mediante una buena instrumentación de la educación ambiental y un conocimiento adecuado, de cómo las sustancias químicas y su mal, manejo permite transformar la realidad natural, mitigar y resolver los problemas ambientales existentes en la actualidad, es el fin, mediante la aplicación de acciones favorecedoras de su entorno.

Así, se pueden establecer nexos para proceder en tan importante tarea, los estudiantes de las carreras pedagógicas realizan su práctica laboral concentrada y sistemática en sus territorios, lo cual permitirá que los conocimientos adquiridos en las diferentes disciplinas sean trasladados hasta las diferentes localidades, logrando así una extensión del conocimiento de cómo se usan las sustancias debido a sus propiedades y aplicaciones, pero además que implicaciones provocan en el medo ambiente y así poder contribuir a su cuidado y conservación.

Engels (citado por Estrada, 2002) en su obra "Dialéctica de la naturaleza" señala: El hombre conoce la realidad porque la transforma y la transforma con su práctica para satisfacer determinada necesidad...los objetos tienen determinado valor en correspondencia con las necesidades materiales o espirituales que objetivamente deben satisfacer, es decir el criterio fundamental y el punto de partida determinante del valor del conocimiento, es la transformación del mundo.

CASTILLO (citado por Estrada, 2002) plantea que Para que el estudio de la química no se reduzca a la asimilación de los conocimientos sobre hechos aislados, es importante mostrar las relaciones de causa y efecto que existen entre los mismos, de ahí la importancia que tiene la revelación de dichas relaciones entre la estructura de las sustancias y sus propiedades, entre las propiedades de las sustancias, su localización en la naturaleza y sus aplicaciones.

Que los estudiantes se vean obligados a trabajar sistemáticamente con los datos cuantitativos constituye un arma infalible en su accionar, presente y futuro, de todo aquel que se vincule con esta ciencia; rica en información, orientadora del saber científico, el uso, de las potencialidades que brinda, es por ende, otro de los logros alcanzados, al dotar desde la estructura, la utilización de los elementos en la sociedad.

Metodología para justificar el proceder general en el desarrollo del pensamiento lógico, para demonstrar el uso de las sustancias y su repercusión medioambiental.

- I. Elaborar y aplicar el diagnóstico inicial y sobre la base de sus resultados definir problemas y objetivos.
- II. Determinar el sistema de contenidos, que relacionados con la actividad a desarrollar, encuentre su incursionar en los datos que brinda la tabla periódica, para dar cumplimiento al principio estructura-propiedad-aplicación.

III El estudiante debe reconocer: a qué propiedades del elemento, físicas o químicas, se hace referencia en el trabajo independiente, comparar el valor numérico de las propiedades periódicas, con sus similares en otros elementos.

IV Tabular los datos que entorno a la justificación de la aplicación del elemento, dada la actividad, permita, establecer la comparación con otros elementos, analizar y tomar decisiones para arribar a conclusiones.

V Justificar a partir de las estructuras electrónicas, y el tipo de enlace entre los átomos de los mismos o diferentes elementos, permitan definir las propiedades, de la sustancia escogido, y con ello la aplicación.

VI Determinar el proceso evaluativo al tener en cuenta los procederes en la adquisición de la habilidad para justificar si el juicio al que arribó, guarda la lógica del pensamiento, del uso de la sustancia y su repercusión medioambiental.

A partir de esta metodología se elaboran diferentes actividades, donde el docente como facilitador, encauza a los estudiantes por un camino donde predomine la discusión y el razonamiento ante la tarea diseñada, y donde predominen los pasos descritos anteriormente.

- 1- A modo de ejemplo, una de las actividades a desarrollar por el alumno sería: la sustancia simple del elemento litio, se utiliza para la fabricación de baterías o acumuladores, para vehículos eléctricos. Justifique a partir de la ubicación en la tabla periódica del elemento, su estructura y propiedades, el uso que el texto describe, y explique la influencia que sobre el medio ambiente, tiene esta sustancia.
- a- Establezca la comparación entre la posibilidad de sustituir la sustancia simple del elemento litio por la sustancia simple del elemento sodio, discuta a su juicio el rendimiento de ambas baterías, al considerar cátodos iguales. Justifique a partir de la estructura y los datos que a continuación se brindan.

| DATOS DE LOS ELEMENTOS |                      |                          |      |                |                               |                                |                               |                               |
|------------------------|----------------------|--------------------------|------|----------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Elemento<br>s          | Estructu<br>ra       | # de<br>coordi<br>nación |      | RA<br>A°       | Densidad<br>g/cm <sup>3</sup> | Potencial<br>electrodos<br>. V |                               | Conductivid<br>ad.<br>Térmica |
| Li                     | есс                  | 8                        |      | 1,23           | 0,53                          | -3,04                          |                               | 0,17                          |
| Na                     | есс                  | 8                        |      | 1,57           | 0,97                          | -2,71                          |                               | 0,32                          |
| Elemento<br>s          | Estado de agregación |                          |      | adio<br>tómico | Electronegatividad            |                                | Energía de<br>enlace Kcal.mol |                               |
| F                      | g                    |                          | 0,72 |                | 4,0                           |                                | 37                            |                               |
| О                      | g                    |                          | 0,74 |                | 3,5                           |                                | 118,3                         |                               |
| CI                     | g                    |                          | 0,99 |                | 3,0                           |                                | 57,2                          |                               |
| N                      | g                    |                          | 0,   | ,75            | 3,0                           |                                | 225                           |                               |
| С                      | S                    |                          | 0,77 |                | 2,5                           |                                | 82,6                          |                               |

Conocido el tamaño del átomo, la estructura y el número de coordinación de estos, deberá determinar la dureza del elemento objeto de estudio frente al elemento sodio, ello le permitirá la representación de una imagen acerca de cuan distante se encuentran los átomos unos de otros y por ende justificar los valores de densidad y posibles temperaturas de fusión reportados. Pero lo más significante es el potencial de electrodo, el mayor de todos los elementos metálicos, proceso electroquímico.

De ahí que el átomo de litio sea muy pequeño y la estructura muy compacta, el potencial de electrodo muy alto, así como el calor de fusión y la energía de ionización primaria, lo que propicia que sea este elemento el descogido para la producción de baterías, pues la FEM es mayor, cuando se construye la batería

Implicaciones del litio para el Medio Ambiente: Muchas reacciones pueden causar fuego o explosión. Libera vapores (o gases) irritantes y tóxicos en un incendio. Explosión: Riesgo de incendio y explosión en contacto con sustancias combustibles y agua. Inhalación: Sensación de quemadura. Tos. Respiración trabajosa. Falta de aire. Dolor de garganta. Los síntomas pueden ser retrasados. Piel: Enrojecimiento. Quemaduras cutáneas. Dolor. Ampollas. Ojos: Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras severas y profundas. Ingestión: Calambres abdominales. Dolor abdominal. Sensación de quemadura. Náuseas. Shock o colapso. Vómitos. Debilidad. Vías de exposición: La sustancia puede ser absorbida por el cuerpo por inhalación de su aerosol y por ingestión. Riesgo de inhalación: La evaporación a 20°C es insignificante; sin embargo cuando se dispersa se puede alcanzar rápidamente una concentración peligrosa de partículas suspendidas en el aire. Efectos de la exposición a corto plazo cuando se aplica un potencial de electrodo superior al que necesita la batería para ser cargada, el calentamiento producido, puede provocar combustión violenta o explosión. La sustancia puede arder espontáneamente en contacto con el aire cuando se dispersa en finas partículas. Cuando se calienta se forman vapores tóxicos. Reacciona violentamente con el agua, formando gas hidrógeno altamente inflamable y vapores corrosivos de hidróxido de litio.

- 2- Justifique la gran reactividad de la sustancia simple diflúor y su uso en la protección de las caries dentales. Apóyese en los datos que aparecen en la tabla anterior.
- a- Justifique la debilidad del enlace covalente en la molécula y su alta reactividad. Compárelos con los elementos dicloro y dioxígeno.
- b- Explique por qué el dinitrógeno, posee un radio atómico menor que el dicloro ¿Qué implicaciones medioambientales posee el elemento que encabeza la tabla representada por los no metales?

La propiedad periódica más relevante de los elementos no metálicos, a parte de su tamaño, es la electronegatividad, ello justifica la gran afinidad por los electrones del enlace, evidenciando la existencia del enlace covalente, y por ende, la existencia de las moléculas diatómicas. Este proceso de interacción con los electrones de otros elementos, justifica su gran reactividad y que los mismos se encuentren formando compuestos en la naturaleza, siendo el caso extremo el Flúor. Se analizaran algunas de sus propiedades.

Debido al valor tan alto de electronegatividad, es el elemento más reactivo que existe, la existencia de la molécula diatómica, es muy efímera, producto a la debilidad del enlace, como consecuencia de la repulsión de los electrones no enlazantes, pues su capa de

electrones internos es más densa, de ahí que pueda justificarse que la energía del enlace sea la más pequeña.

El diflúor se combina directamente con todos los elementos excepto el dioxígeno y dinitrógeno y con los gases nobles de bajo peso atómico, con sustancias orgánicas e inorgánicas. Ese nivel tan alto de reactividad, es el que justifica las posibles reacciones que con los alimentos orgánicos tienen lugar en la boca y por ello contribuye a evitar las caries dentales, cuando la concentración no exceda a las 2ppm, si excede esta cantidad, entonces el esmalte de los dientes se deteriora y produce otros trastornos, contribuyendo al deterioro de la salud humana.

Así los derivados fluorados de los hidrocarburos como el freón  $CF_2Cl_2$ , son de gran utilidad como refrigerantes, pero su acción sobre el medio ambiente, es tal, que en la actualidad los seres vivos, están pagando con creces el deterioro de la capa de ozono, la acción de los rayos ultravioletas sobre la salud humana, aumenta la incidencia del cáncer de piel, afectaciones en la floración de las plantas, por citar algunos ejemplos. Ello debido a la gran reactividad y afinidad que presenta el diflúor por los átomos de oxígeno en el ozono que rompe el equilibrio con el dioxígeno.

De igual forma la reacción de un metal y un no metal, dan origen a una sal binaria, si partimos del criterio que esta ocurre, entre átomos del tercer elemento más electronegativo y el quinto de menor electronegatividad de los metales alcalinos, la sustancia compuesta formada es: el cloruro de sodio (NaCl) o sal de cocina, de estructura cristalina cúbica compacta y cuyos iones se encuentran en los nodos de un cubo regular.

3- Las aguas del mar, poseen una gran cantidad de sales disueltas, mayoritariamente de cloruro de sodio, que son arrastradas por las aguas de afluentes y ríos hacia este. Explique por qué las sales de potasio, son minoría frente a las de sodio en los océanos. Podría explicar cuáles son los daños que ocasiona el cloruro de sodio a la salud humana.

Todos los átomos de los elementos del grupo IA, cristalizan en el mismo sistema y definen las características del compuestos, así en la medida que descendemos por el grupo, al hacerse mayor el tamaño del átomo y repetirse la estructura cristalina en los demás elementos, entonces: podríamos plantear que la solubilidad del cloruro de potasio en agua, es mayor a la del cloruro de sodio y ante un arrastre de estas sustancias por las aguas de afluentes y ríos, donde son solubles, las plantas que se encuentran en el entorno donde ocurre el fenómeno, absorben el cloruro de potasio y no así el de sodio, este sigue camino al mar y he ahí, el porqué de la presencia en mayor escala del cloruro de sodio.

A la salud humana un exceso de la sal de cocina, provoca un aumento de la presión arterial, la sola presencia de esta puede provocar un infarto masivo, él que ha cobrado infinidad de vidas, por alteración de la concentración de dicha sal en el organismo, alteración del flujo de especies iónicas Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> a nivel celular.

De forma general hemos citado algunos ejemplos que corresponden a diferentes funciones químicas en que se agrupan las sustancias, en lo adelante esbozaremos dada las características más relevantes de las sustancias, y de forma general, el papel que juegan sobre el medio ambiente. Esbozar en forma de ejercicios debe ser una tarea

para los docentes del grado, donde muestren su creatividad. Así por ejemplo no debemos pasar por alto que:

Entre los principales agentes que contaminan nuestro planeta se encuentran los óxidos. Entre ellos el dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno. Sin embargo, un aumento del dióxido de carbono en la atmósfera de nuestro planeta es un peligro alarmante determinado por el llamado efecto invernadero.

El resultado de una elevada producción de dióxido de carbono, donde solo una pequeña parte de este dióxido de carbono es absorbido por la vegetación, de manera que los residuos gaseosos se acumulan en la atmósfera y pueden contribuir a incrementar el efecto invernadero. Efecto invernadero, término que se aplica al papel que desempeña la atmósfera en el calentamiento de la superficie terrestre. La atmósfera es prácticamente transparente a la radiación solar de onda corta, absorbida por la superficie de la Tierra. Gran parte de esta radiación se vuelve a emitir hacia el espacio exterior con una longitud de onda correspondiente a los rayos infrarrojos, pero es reflejada de vuelta por gases como el dióxido de carbono, el metano y el vapor de agua presentes en la atmósfera. Este efecto de calentamiento es la base de las teorías relacionadas con el calentamiento global, como consecuencia del uso de combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón; la destrucción de bosques tropicales por el método de cortar y quemar también ha sido un factor relevante que ha influido en el ciclo del carbono.

El monóxido de carbono se encuentra entre los gases de escape de los automóviles. Se produce en la combustión incompleta de los hidrocarburos y de otras sustancias que contienen carbono; cantidades pequeñas de este gas pueden provocar la muerte, ya que al ser respirado se combina químicamente con la hemoglobina de la sangre, interfiriendo en la adecuada transportación del dioxígeno, y por esto las células mueren.

El dióxido de azufre es uno de los contaminantes más dañinos del aire, su reacción con el agua atmosférica, produce el ácido correspondiente, causante de la destrucción de la vegetación en zonas industriales en las cuales se queman combustibles que tienen un alto contenido de impurezas de azufre o en las que es un producto del proceso.

Los óxidos de nitrógeno son una serie de gases compuestos por nitrógeno y oxígeno. Los óxidos de nitrógeno son usados en la producción de ácido nítrico, lacas, tinturas y otros productos químicos. Los óxidos de nitrógeno se usan en combustibles para cohetes, en la nitrificación de compuestos químicos orgánicos y en la manufactura de explosivos.

¿Qué les sucede a los óxidos de nitrógeno en el medio ambiente?

Los óxidos de nitrógeno son degradados rápidamente en la atmósfera al reaccionar con otras sustancias comúnmente presentes en el aire. La reacción del dióxido de nitrógeno con vapor de agua lleva a la formación de ácido nítrico, el principal constituyente de la lluvia ácida. El dióxido de nitrógeno reacciona con la luz solar, lo cual lleva a la formación de ozono y smog en el aire que respiramos. Los óxidos de nitrógeno no se acumulan en la cadena alimentaria. El monóxido de nitrógeno y el dióxido de nitrógeno están presentes en el humo de tabaco, por lo tanto, la gente que fuma o que inhala humo de tabaco de segunda mano puede estar expuesta a los óxidos de nitrógeno. ¿Cómo pueden afectar la salud humana los óxidos de nitrógeno? Los niveles bajos de

óxidos de nitrógeno en el aire pueden irritar los ojos, la nariz, la garganta, los pulmones, y posiblemente causar tos y una sensación de falta de aliento, cansancio y náusea.

La exposición a bajos niveles también puede producir acumulación de líquido en los pulmones 1 ó 2 días luego de la exposición. Respirar altos niveles de óxidos de nitrógeno puede rápidamente producir quemaduras, espasmos, dilatación de los tejidos en la garganta y las vías respiratorias superiores, así como la reducción de la oxigenación de los tejidos del cuerpo, y esto produce acumulación de líquido en los pulmones y la muerte. Si su piel o sus ojos entraran en contacto con altas concentraciones de monóxido de nitrógeno gaseoso o dióxido de nitrógeno probablemente sufriría quemaduras graves.

El problema de la lluvia ácida tuvo su origen en la Revolución Industrial, y no ha dejado de empeorar desde entonces. Hace tiempo que se reconoce la gravedad de sus efectos a escala local, como ejemplifican los periodos de smog ácido en áreas muy industrializadas, así como su gran capacidad destructiva en zonas alejadas de la fuente contaminante.

En las grandes zonas industriales existe en la atmósfera una gran cantidad de dióxido y trióxido de azufre y de dióxido de nitrógeno, que al ponerse en contacto con el agua de la atmósfera producen los ácidos correspondientes.

Estos ácidos son los responsables de las llamadas "lluvias ácidas" que pueden caer en zonas muy lejanas de donde se forman.

Las lluvias ácidas traen consigo consecuencias que hay que tener en cuenta. Queman las hojas de los árboles, hacen estéril los suelos de los bosques, deterioran monumentos, los cuales se ven sometidos a una ardua restauración; el pórtico de las Cariátides, Erecteion y también los palacios venecianos en Italia.

En tiempos remotos, el agua de lluvia era la más pura disponible, pero hoy contiene muchos contaminantes procedentes del aire. La lluvia ácida se produce cuando las emisiones industriales se combinan con la humedad atmosférica. Las nubes pueden llevar los contaminantes a grandes distancias, dañando bosques y lagos muy alejados de las fábricas en las que se originaron.

El smog es una mezcla de niebla con partículas de humo, formada cuando el grado de humedad en la atmósfera es alto y el aire está tan quieto que el humo se acumula cerca de su fuente. El smog reduce la visibilidad natural y, a menudo, irrita los ojos y el aparato respiratorio. El smog se produce con más frecuencia en ciudades con costa o cercanas a ella, por ejemplo en Los Ángeles o Tokio, donde constituye un problema muy grave, pero también en grandes urbes situadas en amplios valles, como la ciudad de México. El número de componentes indeseables del smog es considerable, y sus proporciones son muy variables. Incluyen ozono, dióxido de azufre, cianuro de hidrógeno, hidrocarburos y los productos derivados de estos últimos por oxidación parcial. El combustible obtenido por fraccionado de carbón y petróleo produce dióxido de azufre, que se oxida con el oxígeno atmosférico formando trióxido de azufre ( $SO_3$ ). Éste se hidrata, a su vez, con el vapor de agua de la atmósfera para formar ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ); de aquí su vinculación con las lluvias ácidas.

El llamado smog fotoquímico, que irrita las membranas sensibles y que daña las plantas, se forma cuando los óxidos de nitrógeno de la atmósfera experimentan reacciones con los hidrocarburos excitados por radiaciones ultravioletas y otras que provienen del Sol. El smog *r*odea el monumento de El Ángel en la ciudad de México, durante una inversión térmica. La contaminación del aire aumenta de forma drástica cuando una masa de aire fría queda atrapada bajo otra de aire más cálido. La ausencia de viento impide el escape de la contaminación cercana al suelo.

#### **Conclusiones**

Un accionar metodológico diseñado para garantizar el protagonismo del estudiante posee carácter científico, cuando el estudiante conoce el proceder, cuando integra el conocimiento de las ciencias afines y aplica el principio estructura —Propiedad-Aplicación en el uso de las sustancias y los efectos que estas provocan al medio ambiente, cuando logra transformar los conocimientos en convicciones, cuando hay conocimiento de causa —efecto, y reconoce la acción transformadora del hombre sobre el medio ambiente y contribuye a evitarlo, entonces podremos decir que se ha logrado el propósito de este trabajo.

#### Referencias bibliográficas

Estrada,F.(2002). La relación Estructura - Propiedades – aplicaciones (E-P-A) de las sustancias y el desarrollo del pensamiento causal en la química de Secundaria Básica. (tesis doctoral). ISP: José de la Luz y Caballero, Holguín, Cuba.

Martinez,J.(2003). Una propuesta de Enseñanza-aprendizaje al incursionar por el tema Metales a la luz del principio Estructura-Propiedad-Aplicación. (tesis de maestria) Universidad de la Habana, La Habana, Cuba.