

## ESTEQUIOMETRIA EN EL CÁLCULO DE CONTAMINANTES POR HIDROCARBUROS

**Ruth Álvarez Feregrino**

*CECyT N°2 “Miguel Bernard”*

*Instituto Politécnico Nacional*

[ralvarezf@ipn.mx](mailto:ralvarezf@ipn.mx)

**Luisa José Tapia**

*CECyT N°2 “Miguel Bernard”*

*Instituto Politécnico Nacional*

[luisa\\_jt@yahoo.com.mx](mailto:luisa_jt@yahoo.com.mx)

**Margarita C. Crisóstomo Reyes**

*CECyT N°8 “Narciso Bassols”*

*Instituto Politécnico Nacional*

[mcrisostomo@ipn.mx](mailto:mcrisostomo@ipn.mx)

### Abstract

*The proposed teaching-learning strategy arises with the objective of having students from NMS acquire and develop both general and specific competences as indicated within the course of Chemistry 2, which proposes that the student establishes quantitative criteria derived from balancing chemical equations in order to represent a chemical change in their everyday environment. Furthermore, it also proposes the maximization of the efficiency of a chemical reaction using stoichiometric principles in industrial processes with a view towards the protection of the environment. From an everyday and relevant situation towards caring for the environment in Mexico City, students address the problem of air pollution caused by emissions of carbon monoxide and carbon dioxide produced from fossil fuels used in engines of cars. Also applied are the principles of stoichiometry in order to calculate the quantities of pollutants, which will lead them towards research and reflection regarding the importance of reducing said polluting emissions.*

*Key words: Stoichiometry, chemical reaction, hydrocarbons, pollution*

*Palabras clave: Estequiometria, reacción química, hidrocarburos, contaminación.*

En el estudio de la Química para los alumnos del NMS, el tema de estequiometria resulta un tanto complejo dada la aparente dificultad de desarrollar el aprendizaje en un

contexto que a los estudiantes se les presente de forma práctica y aplicativa en su vida cotidiana.

En este trabajo se propone una estrategia de enseñanza aprendizaje del tema de Estequiometría dándole la aplicación a una situación cotidiana de gran relevancia en la actualidad como lo es la contaminación ambiental producida por las emisiones de los automóviles que emplean hidrocarburos como combustible.

La estrategia a trabajar busca plantear una propuesta de enseñanza – aprendizaje como apoyo al docente que resulte tan útil y didáctica que promueva en los alumnos la adquisición de competencias propias de los temas de balanceo de ecuaciones químicas y estequiometría: *“Establece relaciones estequiométricas de las sustancias que participan en una reacción química a partir de sus fórmulas, en los procesos industriales con visión al cuidado del medio ambiente”*; aplicando todo ello a una problemática de nuestro entorno, nos referimos a la situación y el contexto que actualmente prevalece en la CDMEX en términos ambientales. Este aprendizaje partirá de la investigación y planteamiento de la reacción de combustión que se lleva a cabo en el motor de un automóvil que funciona con gasolina, el desarrollo y análisis de los cálculos estequiométricos pretenden llevar al alumno a la reflexión del uso de los hidrocarburos con visión al cuidado del medio ambiente.

La creciente contaminación atmosférica en México tiene una alta correlación con el consumo de combustibles fósiles. Zonas urbanas como la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara presentan un elevado consumo de estos energéticos por sector económico y por unidad de superficie, el cual se vincula con el incremento de emisiones al aire. (Colin C, 2000).

En el pasado mes de febrero de 2016, se activó en menos de una semana y por dos

ocasiones la precontingencia ambiental debido a la mala calidad del aire (Tabla 1. Índice de calidad del aire), al respecto investigadores de la UNAM señalaron como causas probables de dicha situación, entre varias, a los cambios de Reglamento de tránsito y al programa “Hoy no circula”; en su defensa, el jefe de gobierno de la CDMEX Miguel Ángel Mancera argumentó que dichos cambios estuvieron respaldados por el Premio Nobel, Mario Molina.

Al respecto el Dr. Mario Molina establece lo siguiente: la fuente que más contribuye a la contaminación en la ZMVM es el transporte; los vehículos particulares generan la mayor parte de los precursores de ozono y son la segunda fuente de emisión de partículas finas, sólo después del transporte pesado a diesel. En el Valle de México se tiene una flota cercana a los 5 millones de vehículos, que ha crecido en la última década a una tasa promedio anual de 3.8%. Este crecimiento se explica, entre otras razones, por la expansión irracional de la mancha urbana, un sistema de transporte público insuficiente y deficiente, y un modelo de movilidad que privilegia y subsidia el transporte privado. La creciente congestión vehicular es un factor que cada vez pesa más en la mala calidad del aire del Valle de México. Además, genera un deterioro significativo en la calidad de vida y la productividad de los ciudadanos, y reduce la competitividad de la ciudad. (Molina M, 2016)

La problemática de la situación fue que en menos de una semana los índices de contaminación se dispararon a tal grado que en dos ocasiones se activó la fase de precontingencia ambiental por ozono provocada por los altos niveles de contaminación que no se dispersan de manera adecuada a la atmósfera.

**Tabla 1.** Índice de calidad del aire.

Interpretación de la calidad del aire	
Índice de la Calidad del aire	Condición
0-50	Buena
51-100	Regular
101-150	Mala
151-200	Muy mala
>200	Extremadamente Mala
M	Mantenimiento

### Marco teórico

El ozono  $O_3$  se encuentra en las capas más altas de la atmósfera, sirve como filtro solar protegiéndonos de las altas radiaciones UV procedentes del sol, pero a nivel del suelo es perjudicial para el ser humano, animales y plantas. Recordemos que la contaminación por ozono se forma en la atmósfera inferior de la Tierra, cerca del nivel del suelo, este ozono, llamado ozono malo (ozono troposférico), se forma como resultado de una reacción química, en presencia de la luz solar, entre los contaminantes emitidos por los automóviles, las plantas de energía, las calderas industriales, las refinerías, las plantas químicas y otras fuentes de emisiones. La contaminación ocurre durante los meses de verano cuando las condiciones del clima son propicias para formar el ozono al nivel del suelo: mucho sol y temperaturas altas.

La mayor parte del ozono en la tropósfera se produce cuando los óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), el monóxido de carbono (CO) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) reaccionan en la atmósfera, en presencia de luz solar. Las fuentes más importantes de precursores de ozono son las emisiones vehiculares, las emisiones industriales y los

solventes químicos. (Dirección de Monitoreo Atmosférico, abril 2016).

El ozono malo ambiental, se forma en altas concentraciones en la atmósfera de las grandes ciudades a través de reacciones fotoquímicas complejas; es el contaminante más persistente y el principal componente del smog fotoquímico. De hecho, no se produce directamente en la combustión de la gasolina, sino que algunos gases de emisión se encargan de generarlo en la atmósfera con ayuda de la luz solar.

Los compuestos gaseosos que contribuyen a la formación del ozono son los  $NO_x$ , COV dentro de los cuales están los hidrocarburos emitidos por los escapes de los automóviles, en el caso de COV por la evaporación de la gasolina, (Figura 1). Los  $NO_x$  son producidos en los procesos de combustión de un hidrocarburo nitrogenado que tenga la gasolina. Entre los componentes de la gasolina, dos grupos son los culpables de producir ozono: los COV y los  $NO_x$ .

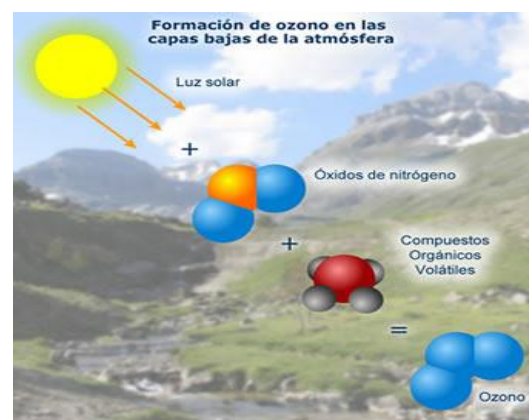


Figura 1. Formación de ozono troposférico

Se dice y se acepta que los automotores son la mayor fuente de contaminación

ambiental, generadores de CO, NO<sub>x</sub> COV, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>.

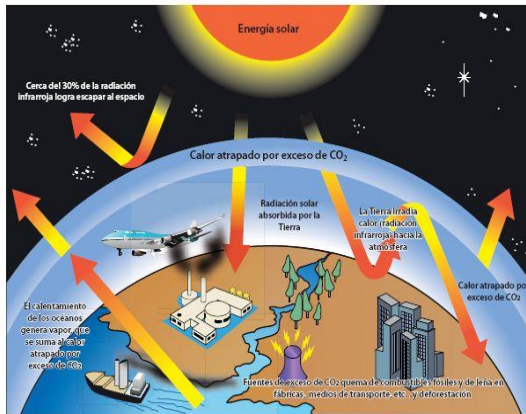


Figura 2. Efecto invernadero.<sup>i</sup>

La combustión es una reacción entre un comburente y un combustible, con desprendimiento de luz y calor.

Se denomina comburente al medio de reacción que permite que ocurra una combustión. En nuestro planeta, el comburente natural es el oxígeno (O<sub>2</sub>). Sin oxígeno no es posible una combustión.

### Planteamiento del problema

**Objetivo.** Esta estrategia busca que los alumnos apliquen la estequiometría en una reacción de combustión para determinar cantidades participantes de sustancias, tanto en una combustión completa como en una incompleta, análisis que los llevará a la reflexión sobre la importancia de la reducción en las emisiones de CO y CO<sub>2</sub> para disminuir el efecto de cambio climático.

Partiendo de las reacciones de combustión empleando como combustible gasolina, las cuales se llevan a cabo en los vehículos automotores, se procederá a realizar el

balanceo de dichas ecuaciones al igual que los cálculos estequiométricos que llevan a los alumnos a obtener la cantidad generada de CO y CO<sub>2</sub> lo cual les permitirá comprender la importancia de los cálculos cuantitativos en todo proceso químico y este en especial que los puede llevar a la reflexión del cuidado y preservación del medio ambiente.

### Metodología

El análisis del problema se les presenta a los estudiantes, indicando que el trabajo será realizado trabajando en equipo de 4 personas, los datos que se les proporciona son los siguientes:

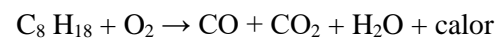
- Consumo promedio de combustible de un automóvil: 12 Km por 1 L en gasolina
- Densidad de la gasolina: 703 g/L
- Tanque de gasolina promedio 50 L
- Parque vehicular 5 millones de autos diarios

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos entre los que se encuentra el octano.

### Combustión completa



### Combustión incompleta



### Preguntas

A) Balancea las ecuaciones de la combustión completa e incompleta del octano;

B) Determina las cantidades estequiométricas de las sustancias que intervienen en cada reacción.

C) El tanque de gasolina de un automóvil tiene una capacidad de alrededor de 50 L. Calcula la masa de oxígeno que tiene que participar en la combustión de esa gasolina, para tener las condiciones óptimas de funcionamiento. Trabaja en unidades de masa, para ello realiza la conversión necesaria a partir de la densidad del octano.

Realiza los cálculos para las dos reacciones.

D) Determina la cantidad de sustancia (mol) de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  y  $\text{H}_2\text{O}$  que se obtiene de la combustión de 50 L de octano en cada reacción respectivamente.

E) Determina un promedio de toneladas de Monóxido de carbono  $\text{CO}$  y bióxido de carbono  $\text{CO}_2$  que se arrojan a la atmósfera por la vía vehicular considerando un trayecto promedio de 60 Km por día de cada auto.

## Resultados

Entendiendo que se trata en un punto de partida como una propuesta de estrategia enseñanza – aprendizaje, se espera que los equipos formados con los estudiantes trabajen colaborativamente partiendo de la lectura a manera de información del fundamento teórico de la problemática de contaminación atmosférica en la Ciudad de México, originada por las emisiones de los automóviles, realizado esto, iniciaran con el análisis de las reacciones químicas de combustión completa e incompleta del hidrocarburo octano, empleado como combustible (gasolina) en el balanceo de las ecuaciones analizando y tomando la decisión si eligen el método de tanteo o inspección o bien el método de redox; posteriormente se involucrarán en el empleo adecuado de unidades químicas como: masa, mol, volumen, para establecer las relaciones estequiométricas adecuadas y así realizar los cálculos estequiométricos necesarios, con

toda esta información cuantitativa los alumnos estarán en términos de analizar de forma crítica y reflexiva las consecuencias de un uso excesivo del combustible y/o los automóviles.

Esta estrategia se pretende aplicar a los alumnos que cursen el cuarto semestre de la unidad de aprendizaje Química II del nms haciendo un comparativo entre grupos, estrategias y resultados de aprendizaje esperado con su respectivo análisis.

## Conclusiones

Esta estrategia representa el planteamiento de una propuesta para abordar los temas en el estudio de la Química a nivel medio superior como son los temas de Balanceo de ecuaciones y Estequiometría, los cuales representan para los estudiantes algunos de los contenidos con un elevado índice de complejidad si no es que el más alto; situación que se ve reflejada en las estadísticas de aprovechamiento, las cuales muestran que en esos temas precisamente es donde más fallan, es decir donde se tiene el más alto índice de reprobación.

Con esta propuesta se pretende acercar al estudiante a un aprendizaje significativo dado que el contenido temático lo va a relacionar y aplicar totalmente en un contexto cotidiano, en su vida diaria y más aún en una situación de gran relevancia en la actualidad para México y para el mundo entero.

## Agradecimientos

Gracias al Instituto Politécnico Nacional.

## Referencias

Castillejos, A. (2009) Unidad 1. Estequiometría en reacciones completas. Disponible en: <http://es.slideshare.net/Deheosito/quimica->

general-ii-estequiometra-en-reacciones-completas

Cordero, P. (2014). Química general: problemas resueltos. Disponible en: <http://pedrocordero.eu5.org/UNED/QUIMICA-UNED-PONFERRADA/APUNTES/ESTEQUIOMETRIA/ESTEQUIOMETRIA%20RESUELTO S.pdf>

Muñoz C. Grau R. M. (2013). *Ingeniería química*. Madrid: Uned publicaciones.

(S/A) La contaminación del aire. (2015). Disponible <http://biogeotesttoni.blogspot.mx/2015/06/2-ctm-la-contaminacion-del-aire.html>

---

<sup>i</sup> Tomada de: <http://calentamientoglobal.net/ques-el-efecto-invernadero-resumen>: