

# VEHÍCULO PROPULSADO POR MOTORES COHETE DE AZÚCAR

Jean Ruiz, Ángelo Alomoto, Elián Cuñez, Natali Vilatuña, Gabriel Picuasi, Cristian Moncayo.

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.

Ingeniería Mecatrónica, Ciencias Exactas.

[jpruiz2, amalomoto, efcunez, nevilatuna, ygpicuasi, crmoncayo]@espe.edu.ec

## Resumen Gráfico



## Resumen:

Este trabajo es una guía para usar la química de una manera divertida haciendo un cohete simple, educativo, pero tomando las precauciones necesarias. La regla que se empleó en el proyecto, respaldada por el poder de la química, es la reacción Redox, la cual representa que mientras que un material obtiene oxidación, otro obtiene reducción. Podemos hacer cosas asombrosas donde hay nitrato de potasio y azúcar (glucosa), convirtiéndolo en un combustible para cohetes. Por supuesto, el objetivo es aprender cómo trabaja la química en los fenómenos como la reacción, oxidación, reducción, entropía y entalpía. También apreciar efectos físicos como la aceleración, velocidad y la aerodinámica.

*Palabras clave: Reacción Redox, cohete, nitrato de azúcar y potasio, entalpía, química.*

## Abstract

This work is a guide to using chemistry in a fun way by making a simple, educational rocket, but taking the necessary precautions. The rule that was used in the project, backed by the power of chemistry, is the Redox reaction, which represents that while one material gets oxidation, another gets reduction. We can do amazing things where there is potassium nitrate and sugar (glucose), making it a rocket fuel. Of course, the objective is to learn how chemistry works in phenomena such as reaction, oxidation, reduction, entropy and enthalpy. Also appreciate physical effects such as acceleration, speed and aerodynamics.

*Keywords: redox reaction, rocket car, sugar and potassium nitrate, enthalpy, chemistry.*

## 1.0 INTRODUCCIÓN

Una reacción termoquímica, es aquella reacción exotérmica (libera energía) o endotérmica (absorbe energía) producida por algún agente al que es

expuesto un compuesto; partiendo de eso podemos decir que las combustiones generadas entre un compuesto con el calor llegan a liberar grandes cantidades de energía que en la mayoría de los casos es aprovechada por el hombre como: para mover algún mecanismo o generar electricidad; haciendo uso de una combustión entre azúcar más nitrato de potasio con calor, que generará cierta combustión a gran presión capaz de mover un vehículo, por ende en el presente trabajo explicaremos cual fue el proceso y diseño de un móvil generado a combustión además de medir su rendimiento [1].

## **2.0 INVESTIGACIÓN**

Durante esta primera fase se buscó la manera de propulsar con eficiencia un vehículo experimental de 1 y 1.2 kg, de esta manera se llegó a la conclusión de que un motor de cohete amateur podría tener la fuerza necesaria para realizar el trabajo.

Es así que tras recolectar información de diversas fuentes se logró esquematizar la construcción del cohete, que funcionaría bajo los siguientes conceptos químicos explicados brevemente.

### **2.1 Motor Cohete**

Un Motor cohete es un motor de reacción que aprovecha la energía generada por la presión de la combustión de un propelente en su interior, de esta manera transforma energía química en energía mecánica útil.

### **2.2 El propelente sólido**

Los propulsores sólidos están constituidos por sistemas químicos complejos integrados por múltiples componentes. En los motores de propelente sólido, el propelente está contenido dentro de la cámara de combustión o carcasa. La carga de propelente sólido es conocida como grano y contienen todos los elementos químicos necesarios para una combustión completa, sin necesidad de la presencia de oxígeno atmosférico. Una vez ignitado, se quema suavemente a una velocidad predeterminada en todas las superficies internas expuestas del grano[2].

### 2.3 Presión interna

Los gases calientes producidos en la combustión escapan a alta presión a través de un agujero que se encuentra a lo largo del tubo, este pequeño provoca que los gases se aceleren convirtiendo la energía térmica en energía mecánica. El empuje proviene de las presiones desbalanceadas generadas por el cambio de sólido a gaseoso del propelente.

### 2.4 Combustión del propelente

La combustión es una reacción química exotérmica, esta energía es aprovechada para crear un fuerte impulso que genere movimiento, esto debido a la alta presión de la combustión.

Para este caso, se usará una mezcla que contiene 65% de y 35% de (Azúcar de mesa), cuya ecuación de combustión se muestra a continuación:

**Tabla 1.** Simbología y estado de compuestos

Compuesto	Estado
Glucosa	Sólido
Nitrato de potasio	Sólido
Dióxido de carbono	Gas
Monóxido de carbono	Gas
Vapor	Gas
Hidrogeno	Gas
Nitrógeno	Gas
Carbonato de Potasio	Líquido
Hidróxido de potasio	Líquido

Sin embargo, para que este proceso comience se necesita una fuente de calor externa llamada "ignitor" el cual será dado por la combustión de incienso.

### 3.0 ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO

Para elaborar el prototipo se necesitó: Nitrato de potasio [3], azúcar, 30m de alambre de hierro, taladro, martillo, broca de concreto 8mm, arena molida, poste de madera (reciclado), llantas de 5cm y 4cm de diámetro, taco de madera (para creación del auto), láminas de hierro (refuerzo del carro), dos

guías de 5cm y 2cm de altura, gubias, formones, broca de paleta de media pulgada, pintura en aerosol, tornillos, macillas, lijas 220 y 100, gramera, tubos de aluminio x3, piloto de juguete, incienso de menta. Para la sección electrónica se utilizó: AutoCAD, tarjeta Arduino y sensor de calor.

### 3.1 Proceso de montaje del motor termoquímico

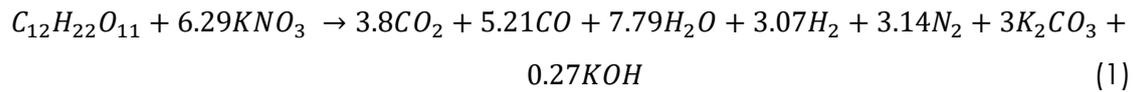
Para la realización del motor termoquímico [4,5] se necesita una reacción redox inmersa en la combustión de nitrato de potasio más glucosa, no obstante, para este punto podríamos anexar que la obtención de nitrato de potasio de forma industrial es dada a un proceso de extracción de hidróxido de potasio muy común en los desiertos de Chile con el ácido nítrico, y tal unión generará este compuesto más agua.

En el caso de la fructuosa a este compuesto se lo conoce también como azúcar y en esta investigación es la que usamos diariamente para endulzar los comestibles (sintética).

Vale señalar que inhalar la combustión de grandes cantidades de nitrato de potasio puede dificultar la salud de los riñones e incluso ser mortal para la persona que es expuesta a este, pero para eso se tomarán ciertas medidas de seguridad, tales como mascarillas que tienen la propiedad de minimizar la cantidad de nitrato que podría ser inhalado.

Una vez establecida la reacción se procedió a licuar en seco 65% (58,4415g) de nitrato de potasio -al 90% de pureza- y 35% (31,4685g) de azúcar, hasta el punto de dejarlo como una masa homogénea sin grumos capaz de ser compactada en un tubo circular de aluminio de 24 gramos de masa, 1 mm de espesor, de 12,7 cm de largo y 2,5 cm de diámetro, una vez hecho eso, en el tubo se dividió su estructura en tres partes de las cuales dos son aislantes hechos del producto molido de la arena de gato comercial en medidas 15g superiores y 15g inferiores y en su núcleo 65g de nitrato de potasio.

La ecuación de la reacción es:



## 4.0 PRUEBAS Y RESULTADOS

### 4.1 Prototipos- Limitaciones-Errores de diseño-Accidentes

En el transcurso del proyecto pudimos realizar hasta dos prototipos del vehículo los cuales tenían muchas fallas en peso y aerodinámica que se debían a raíz de la mala distribución de pesos que generaba un mal equilibrio y por consecuente tendía a volcarse, además su estructura resultaba un poco frágil hasta el punto de hacer que el vehículo se terminara de inutilizar.

### 4.2 Modelo final-Errores solucionados-Fiabilidad-Accidentes

Por otro lado, el modelo final de vehículo resulto parcialmente a favor nuestro a raíz de que el diseño fue más trabajado tanto físico como virtualmente de la siguiente forma: modelo base (inspirado en vehículos de carreras). Corregimos el error de la fuerza del viento, además de la mejor distribución de espacio que evitará a futuro que el vehículo empiece a girar en círculos en vez de ir en una línea semirrecta.

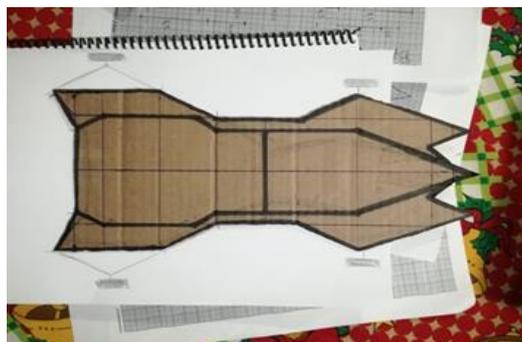
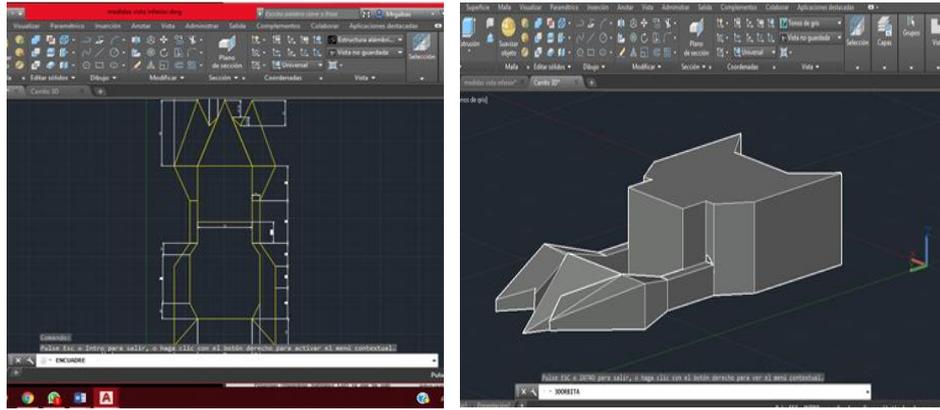


Figura 1. Modelo vehículo

Se creó una base digital que resulta el modelo físico casero que se hizo, además más adelante esta base formaría pieza fundamental para la creación 3D del vehículo.



**Figura 2.** Modelo CAD en 2 y 3 dimensiones

Una vez planteado eso se le implantó víselas y sólidos de revolución, al acabar el gráfico se procedió al planteamiento en la creación del carro en madera, que, para resumir, se usó una leña gruesa de madera -laurel blanco- y más adelante se graficaría el boceto lineal en la madera para su proceso de tallado.



**Figura 3.** Carcasa del vehículo

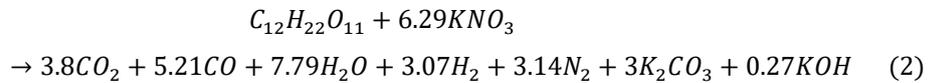
El vehículo a raíz de diversas fallas con el motor debido al humedecimiento de la azúcar terminó con ciertas roturas que fueron reparadas con hierro soldado como también que recibió choques directo que conllevaron a su desgaste en la parte delantera, empero, todo fue debidamente arreglado y dado a su difícil control recto se usó un arnés de alambre que le guie para poder mantener su camino.

### 4.3 Cálculos y Resultados obtenidos

Los cálculos y resultados obtenidos se detallan a continuación:

- Tiempo de combustión: 5 segundos.

- Autonomía: 30 metros.
- Calor máximo liberado: 769°C
- Entalpia:



En donde:

$$C_{12}H_{22}O_{11} = -221.8 \frac{KJ}{mol}$$

$$KNO_3 = -492.7 \frac{KJ}{mol}$$

$$CO_2 = -393.5 \frac{KJ}{mol}$$

$$CO = -110.5 \frac{KJ}{mol}$$

$$H_2O = -241.8 \frac{KJ}{mol}$$

$$K_2CO_3 = -1150.18 \frac{KJ}{mol}$$

$$KOH = -482.4 \frac{KJ}{mol}$$

$$H^{\circ}f = \sum H^{\circ}f_{PRODUCTOS} - \sum H^{\circ}f_{REACTIVOS} \quad (3)$$

Reemplazando datos se tiene:

$$H^{\circ}f = [(3.8)(-395.5) + 5.21(-110.5) + 7.79(-241.8) + 3(-1150.18) + 0.27(-482.4)]$$

$$- [-221.8 + 6.29(-492.7)] \frac{KJ}{mol}$$

$$H^{\circ}f = (-7535.415 - (-3320.883)) \frac{KJ}{mol}$$

$$H^{\circ}f = -4214 \frac{KJ}{mol}$$

## 5.0 CONCLUSIONES

- El carro presenta una excelente aerodinámica, no obstante, la fuerza de empuje que genera el motor es lo suficientemente grande como para hacer que el vehículo pierda el control de su distribución en el espacio, además, su velocidad llega a ser tan alta que, en una autonomía de 13,9m tuvo 6,92m/s.
- En base a los resultados obtenidos y justificados en este artículo se concluye que la reacción de combustión de la mezcla realizada libera una gran cantidad de energía en forma de calor que es aprovechada gracias a la presión en el interior del motor. Sin embargo, esta presión puede llegar a ser lo suficientemente alta como para provocar una explosión que puede desembocar en daños graves a la integridad de los operadores, así como del vehículo y sus alrededores.
- Por tanto, se concluye que los motores deben elaborarse de la manera más exacta posible tomando las precauciones pertinentes.
- La ejecución debe realizarse en espacios abiertos y utilizar equipo de protección adecuado, ya que el vehículo adquiere una alta velocidad.

## REFERENCIAS

- [1] Reacción exotérmica. Disponible en <https://concepto.de/reaccion-exotermica/>.
- [2] Gómez Martínez, F. A., & Leiva Aldana, H. Y. (2015). Análisis del rendimiento del propelente sólido tipo amateur mediante ballistic evaluation motor (bem) y selección de la tobera más adecuada para su uso en el cohete sonda libertador i. Bogotá D.C.: Fundación Universitaria Los Libertadores.
- [3] M., I. G. (1 de Mayo de 1999). Intraneta. Obtenido de Nitrato de potasio: <http://intranetua.uantof.cl/salitre/Nitrato%20K.pdf>
- [4] Arrillo, D. F. (2009). *Diseño y construcción de un motor para un cohete que pueda generar un empuje de 700 N y que en el vuelo propulsado e inercial alcance 500m de altura*. Bogotá D.C.: Universidad de San Buenaventura.
- [5] Nakka, R. (2016). *Teoría sobre motores cohete de propelente sólido*. California: Univeridad Estatal de California.



**Ruiz Espinoza Jean Pierre** realizó sus estudios primarios en la Unidad Educativa “Nuestra Señora del Rosario” y años más tarde se graduó en esta bajo el título de bachiller en ciencias, actualmente sigue la carrera de Ingeniería en mecatrónica en la Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE en la extensión Latacunga.



**Alomoto Villalta Ángel Mauricio** realizó sus estudios primarios en la escuela fiscal “5 de junio” y años más tarde se graduó bajo el título de bachiller en ciencias en el Colegio Militar N° 10 “Abdón Calderón”, actualmente cursa la carrera de ingeniería en Mecatrónica en la Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga.



**Cuñez Olalla Elian Fernando** realizó sus estudios primarios en la escuela fiscal “Enna Betty García”, su secundaria en el Colegio Nacional “5 de junio”, graduándose con el título de bachiller internacional y general en ciencias, actualmente estudia en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE de Latacunga cursando la carrera de ingeniería en Mecatrónica.



**Picuasi Carlosama Yonathan Gabriel** realizó sus primeros estudios en la escuela Fiscal Mixta “Luz y Vida”, además cursó la secundaria en el Instituto Tecnológico Superior Central Técnico con el título de bachiller técnico en electrónica de consumo, actualmente estudia en la Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE en Latacunga siguiendo la carrera de ingeniería en Mecatrónica.



**Vilatuña Cachumba Natali Estefanía** sus estudios de básica se realizan en la Escuela Fiscal Mixta Gabriel Noroña, cursa la secundaria en el Colegio Nacional “General Píntag”, actualmente sigue la carrera de ingeniería en Mecatrónica en la Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE en Latacunga.



**Cristian Roberto Moncayo Espín** recibió su título de Ingeniero en Biotecnología de la Universidad de las Fuerzas Armadas y se ha destacado como Magister en Biología de la Conservación. Trabajo como tutor de este proyecto y actualmente es docente tiempo completo del Departamento de Ciencias Exactas además de Coordinador del área de Química.