



## El Boro Emula a los Descubrimientos Industriales de Hace un Siglo

### Boron Mimics Century-Old Industrial Breakthrough

Holger Braunschweig<sup>1</sup>, Theresa Dellermann<sup>1</sup>, Rian D. Dewhurst<sup>1</sup>, William C. Ewing<sup>1</sup>, Kai Hammond<sup>1</sup>, J. Oscar C. Jimenez-Halla<sup>1,2</sup>, Thomas Kramer<sup>1</sup>, Ivo Krummenacher<sup>1</sup>, Jan Mies<sup>1</sup>, Ashwini K. Phukan<sup>1,3</sup> & Alfredo Vargas<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Institut für Anorganische Chemie, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany

<sup>2</sup> Department of Chemistry (DCNE), Universidad de Guanajuato, Noria Alta s/n 36050, Guanajuato, Mexico

<sup>3</sup> Department of Chemical Sciences, Tezpur University, Napaam 784028, Assam, India

<sup>4</sup> Department of Chemistry, School of Life Sciences, University of Sussex, Brighton BN1 9QJ, Sussex, UK

### Abstract

At the beginning of the automobile industry fuel source was coal, so a group of industrial chemicals developed processes aimed to obtaining liquid fuels from coal, boron could emulate some metals used in those technologies, in order to develop new fuel technologies.

### Resumen

Al inicio de la industria automotriz el combustible existente era carbón así que un grupo de químicos industriales desarrollaron procesos orientados a obtener combustibles líquidos del carbón, el boro emularía algunos metales usados en aquellas tecnologías. Para el desarrollo de una nueva tecnología de combustibles.

### Introducción

¿Alguna vez has usado combustible sólido en tu carro? ¿Qué tan lejos llegarías con tu carro si le pusieras carbón en vez de gasolina? Estas preguntas probablemente te parezcan ridículas, y de hecho, podrías reírte por pensarlas absurdas. Sin embargo, hace un siglo esto era un problema muy serio para aquellos países que no tenían reservas de petróleo.

A principios del siglo 20, la era de los motores de combustión interna estaba comenzando y la producción de carros estaba comenzando a bajar. Pero si tú vivías en Europa, ¿Qué usarías como combustible? La gasolina líquida venía de países a miles de kilómetros lejos, y además no se podía usar carbón en esa nueva clase de motor. La imposibilidad de usar combustibles sólidos en motores era un problema agobiante, particularmente en países sin depósitos petrolíferos domésticos como Alemania. Sin embargo, Alemania tenía tres cosas

que juntaron para resolver éste problema: varios químicos industriales muy talentosos, una cantidad enorme de carbón, y un intenso deseo por hacer combustible líquido de ese carbón domésticamente.

### Volviendo el carbón un combustible para motores

Anteriormente, los químicos habían desarrollado una forma de convertir el carbón en gas hecho de hidrógeno y monóxido de carbono calentándolo con agua. En 1925, Franz Fischer y Hans Tropsch, trabajando en el Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung, descubrieron que calentando esta mezcla de gases con un catalizador metálico éstos se transformaban en hidrocarburos, similar a la gasolina que hoy en día se usa en los carros en todo el mundo. Este método, ahora conocido como proceso Fischer-Tropsch, se esperaba que reemplazara al petróleo



crudo como fuente de combustible líquido para motores en muchos países. Sin embargo, al mismo tiempo, grandes depósitos de petróleo se descubrieron alrededor del mundo, haciendo que el precio del petróleo bajara y que el proceso Fischer-Tropsch para producir combustible para motores fuera económicamente inviable desde entonces. El proceso Fischer-Tropsch nunca colmó completamente las expectativas a su promesa y ahora es únicamente usado industrialmente en una limitada escala.

### El CO hace una conexión crucial

Los hidrocarburos contienen cadenas de átomos de carbono y el proceso Fischer-Tropsch las crea usando átomos metálicos para entrelazar los átomos de carbono del monóxido de carbono (CO). Sabiendo esto, hacemos notar que pocos metales pueden hacer esto y sin ir más lejos, *sólo* los metales pueden hacerlo. Sin embargo, un nuevo descubrimiento en el grupo de investigación del **Prof. Dr. Holger Braunschweig** de la Universidad de Würzburg ha mostrado que los metales no son los únicos capaces de acoplar moléculas de monóxido de carbono.

### El Boro juega al casamentero

El año pasado, el grupo de Braunschweig publicó la síntesis de una molécula nunca antes vista que contenía un enlace triple boro-boro. Desde un inicio le quedó claro a **Jan Mies**, el estudiante de doctorado que hizo el compuesto, que éste era altamente inestable y reaccionaba con casi cualquier cosa que se encontrara en el camino. Fue su deseo de “ver lo que la molécula podía hacer” lo que condujo a Mies, junto con la estudiante de Maestría **Theresa Dellermann**, el técnico **Kai Hammond** y el investigador

postdoc **Dr. William Ewing**, a agregarle monóxido de carbono al compuesto. Lo que encontraron fue impresionante: la molécula enlaza primero un CO como si estuviera imitando a un grupo de átomos metálicos, y después incorpora tres moléculas más de CO convirtiéndolos en una cadena plana con los átomos de boro siendo parte de la misma. Las investigaciones electroquímicas del **Dr. Ivo Krummenacher**, así como los cálculos teóricos del equipo internacional de químicos computacionales: el **Dr. Oscar Jimenez-Halla** (Universidad de Guanajuato, México), el **Dr. Alfredo Vargas** (Universidad de Sussex, UK) y el **Dr. Ashwini Phukan** (Universidad de Tezpur, India), le permitieron al grupo entender por completo cómo y por qué la reacción funcionaba.

### Un futuro para el Boro como emulador de metales

La reacción descubierta por el grupo de Braunschweig no va a revolucionar a la industria en ningún momento. Sin embargo, el principio de conectar átomos de carbono del CO usando reactivos no metálicos podría abrir las puertas a un uso más extenso del CO como bloque constructor de un solo carbono para construir moléculas interesantes. Aunque lo que es más prometedor de todo esto es la observación de que los compuestos de Boro del grupo de Braunschweig puedan realizar reacciones antes pensadas únicamente del dominio de los metales – increíble considerando que (en contraste a la mayoría de los metales) el Boro es un elemento simple y chiquito con sólo cinco electrones. Si el Boro puede actuar como un metal, ¿qué otros procesos tradicionalmente hechos sólo por metales puede facilitar también? Encontrar más ejemplos de



éste comportamiento emulador de metales del Boro es ahora una prioridad

en la investigación del grupo de Braunschweig.

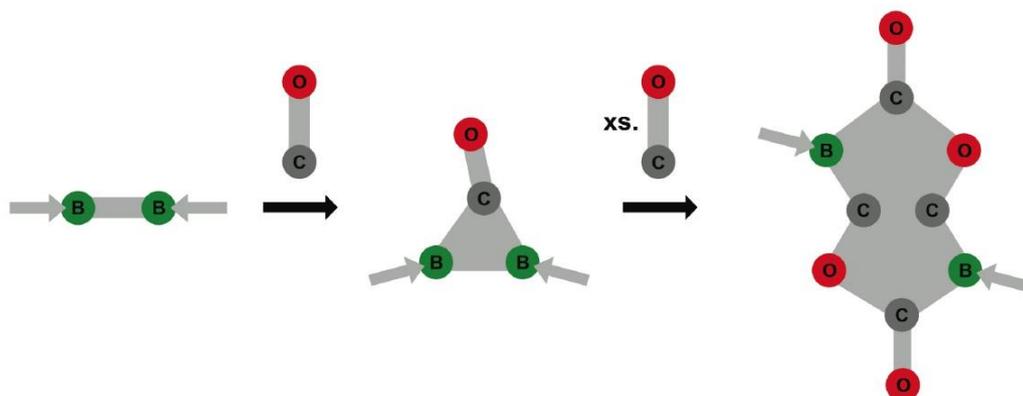


Fig 1.- Esquema de reacciones del boro con el CO

## Referencias

**Metal-free binding and coupling of carbon monoxide at a boron–boron triple bond.** *Holger Braunschweig, Theresa Dellermann, Rian D. Dewhurst, William C. Ewing, Kai Hammond, J. Oscar C. Jimenez-Halla, Thomas Kramer, Ivo Krummenacher, Jan Mies, Ashwini K. Phukan y Alfredo Vargas. Nature Chemistry advanced online publication DOI: 10.1038/NCHEM.1778*