

# ¡Conductores, Enciendan sus Motores (Eléctricos)!

Por Michael Tinneland

Los científicos no son particularmente conocidos por su sentido del humor o por su alegría, así que fue una sorpresa cuando un participante en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en Río de Janeiro, Brasil, decidió divertirse un poco. Él condujo su coche 100% eléctrico a una estación de servicio de gasolina local y pidió que le llenaran el tanque. Una alianza de los fabricantes de automóviles eléctricos suministro el vehículo para transportar a los delegados de la reunión a varios sitios.

Los asistentes de la estación de gasolina estaban totalmente confundidos por la falta de una apertura para poder añadir la gasolina. Cuando abrieron la tapa redonda en la parte delantera del coche, todo lo que encontraron eran terminales. Cuando miraron bajo el capó esto les dejó rascándose la cabeza. Lo que ellos no sabían es que podrían haber estado observando el coche del futuro.

Los sistemas mecánicos bajo el capó no parecen tan diferentes como el de una versión de tamaño similar con motor de gasolina. Pero lo que faltaba era notable: no hay pistones, cigüeñal, ni válvulas, ni una transmisión de velocidad variable. Esto significa que habrá muy pocas visitas al garaje local para el mantenimiento, tales como cambios de aceite, ajustes de las válvulas, o reemplazos de la cadena de distribución. De hecho, la rotación de los neumáticos es el elemento principal en la mayoría de las listas de mantenimiento programado. Dado que los frenos son parte del sistema de recuperación de energía de los coches eléctricos, estos tienden a trabajar mucho más tiempo que los frenos del coche de gasolina convencional, tal vez con una duración de 100 mil millas!

## Coches enchufables

Mi esposa y yo compramos un coche eléctrico en noviembre de 2011. Nueve meses más tarde, habíamos registrado cerca de 3,000 millas. Tuvimos suerte porque Oregón, el estado en que vivimos, es uno de los nueve estados que recibe apoyo por el despliegue de los vehículos eléctricos. Esto nos permitió obtener un subsidio para una instalación de un cargador en el hogar de 220 voltios. También permitió a nuestra ciudad instalar 34 estaciones de carga y hay casi 150 estaciones en nuestra área metropolitana. El mes pasado el costo total de electricidad para cargar mi coche en casa fue de \$ 5. Se estima que los coches pueden ir de 70 a 100 millas con menos de \$2 de carga— el costo actual de un medio galón de gasolina.

El Nissan Leaf y otros coches eléctricos - que funcionan con electricidad sólo están—diseñados principalmente para ser coches de la ciudad, es decir, para conducir cortos trayectos, recados locales y viajes por la ciudad. Viajes de más de 50 millas de una vía son un problema para nosotros. Comenzamos a mostrar lo que llama “rango de ansiedad.” Quedarse sin gasolina en un coche convencional no es divertido, pero una llamada a los proveedores de servicios en carretera puede resultar en una recarga rápida y nuevamente estás en tu camino.



Si nuestra batería se agota, no hay una solución rápida para nosotros. Aunque se están desarrollando unidades móviles de carga rápida, hoy nuestra única alternativa es tener nuestro coche remolcado hasta la casa.

Por suerte, el coche es muy inteligente, y hace todo lo posible para ayudar a evitar que esto suceda. Ordenadores a bordo nos dejan saber el estado de la carga de las baterías y qué distancia del viaje nos queda. Si hay una estación de carga conveniente cerca de nuestro destino, siempre se puede conectar por un tiempo antes de regresar a casa. Lo bueno de esto es que estas estaciones de carga son gratis (por ahora), aunque algunas cobran una tarifa de estacionamiento. La navegación a bordo nos ayuda a encontrar estos puntos de recarga.

## Los primeros coches eléctricos

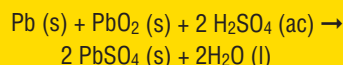
No está claro quién inventó el primer coche eléctrico. Los registros muestran que hay un número de los primeros inventores que hicieron los vehículos de trabajo. Ya en 1828, el húngaro inventor Ányos Jedlik, creó un motor eléctrico simple y lo instaló en un modelo de coche pequeño. En 1834, un herrero de Vermont llamado Thomas Davenport inventó un motor eléctrico de corriente directa (DC) y lo usó para alimentar un coche modelo en miniatura que corría alrededor de una pista electrificada.

Pero la producción de los coches eléctricos convencionales no sucedió hasta la década de 1890. Para entonces, la tecnología para la producción de baterías recargables había progresado hasta el punto donde los coches no tenían que operar en pistas eléctricas. A principios del siglo 20 hubo una media docena de fabricantes, incluyendo la Compañía Edison y Studebaker.

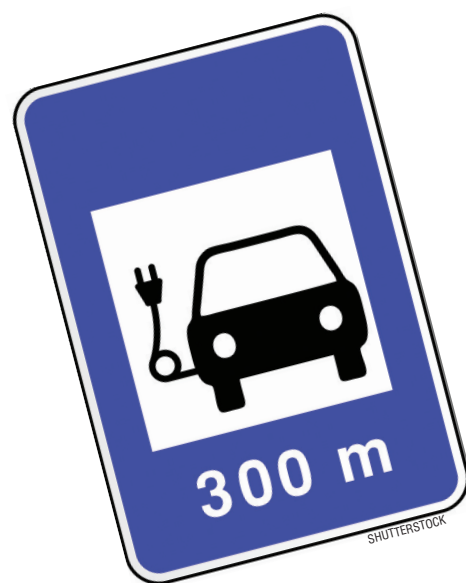
Pero entonces, como ahora, los coches estaban limitados por su rango de conducción y a la falta de infraestructura para cargar las baterías. A medida que se construyeron mejores autopistas, los viajeros exigieron autos con mayor rango. La producción en masa redujo el costo y mejoró la calidad de los vehículos de gasolina. Por la década de 1930, los coches eléctricos estaban casi extintos.

La batería típica utilizada en los coches iniciales fue la batería de plomo-ácido, es el tipo que todavía utilizamos hoy para el arranque de motores de automóviles de gasolina. Cuando la batería está en el modo de descarga-que

proporciona electricidad a un dispositivo-se produce la siguiente reacción:



Esta reacción es una combinación de dos reacciones: una reacción de oxidación que se produce en la placa de plomo de la batería y una reacción de reducción que se produce en la placa de óxido de plomo de la batería (Fig. 1). En la placa de plomo, plomo elemental se oxida a sulfato de plomo (II), lo que significa que el plomo va desde un número de oxidación de 0 a +2, el resultado de perder dos electrones. Estos electrones se liberan a un circuito en el que prestan el poder para hacer funcionar el motor.

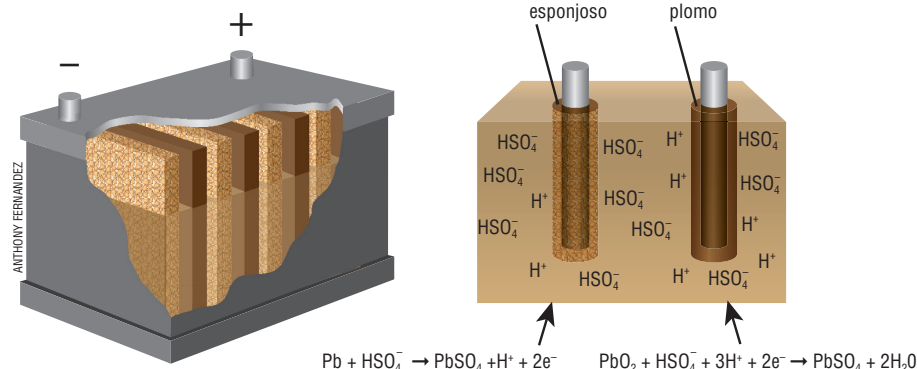


**La reacción de la placa de plomo:**  $\text{Pb (s)} + \text{HSO}_4^-(\text{ac}) \rightarrow \text{PbSO}_4 \text{ (s)} + \text{H}^+(\text{ac}) + 2 \text{e}^-$



A pesar de que las estaciones de servicio de gasolina se quedaron sin gasolina después de una tormenta de la Costa Este, Tom Moloughney no tuvo ningún problema cargando su vehículo eléctrico en Montclair, N.J.

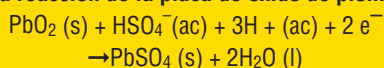
Los coches eléctricos son cada vez más populares en todo el mundo. Los conductores sólo los conectan a una toma eléctrica en la acera, y pronto, están listos para partir!



**Figura 1.** Una batería de plomo-ácido se utiliza comúnmente en los automóviles. Esta contiene dos placas-una de plomo, y la otra de óxido de plomo-que están separadas por el ácido sulfúrico. La reacción de la placa de plomo con ácido sulfúrico (oxidación) genera electrones que generan electricidad. Los electrones son luego involucrados en una reacción entre la placa de óxido de plomo y el ácido sulfúrico (reducción).

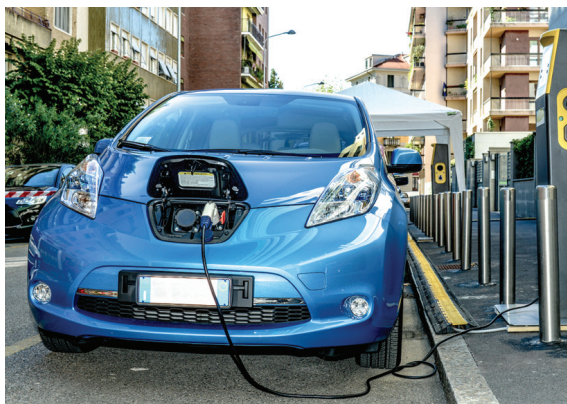
El circuito se completa cuando los electrones viajan a la placa de óxido de plomo, donde la reducción se lleva a cabo. En esta reacción, óxido de plomo (IV) se reduce a sulfato de plomo (II). En el óxido de plomo (IV), el plomo, tiene un estado de oxidación +4. En el sulfato de plomo (II) es +2. Esto ocurre porque la reacción añade dos electrones al plomo, reduciéndolo de +4 a +2.

### La reacción de la placa de óxido de plomo:



Entonces, ¿cómo es que conseguimos recargar una batería? Si bombeamos electrones en el sistema desde una fuente exterior de electricidad, podemos revertir ambas reacciones anteriores. Una batería se carga cuando la corriente fluye de nuevo en ella, restaurando la diferencia química entre las placas. Esto ocurre cuando se conduce sin accesorios, y el alternador de corriente pone de nuevo corriente en la batería, es decir, la corriente causa la oxidación de plomo (II) a plomo (IV) y la posterior liberación de dos electrones.

Al menos, esto es lo que sucede cuando las baterías son nuevas. Con el tiempo, los

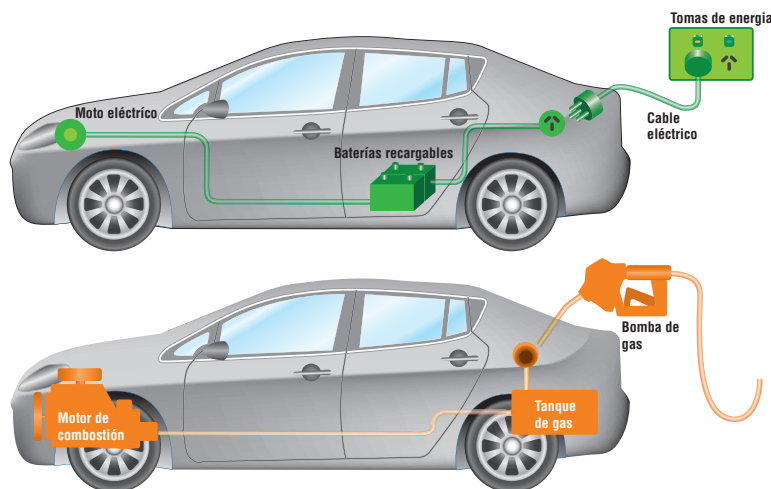


The Nissan Leaf is a five-door hatchback electric car manufactured by Nissan.

iones de sulfato tienden a formar cristales insolubles en la superficie de los electrodos que no permiten que las reacciones reversas se produzcan, y las baterías de plomo-ácido ya no se cargan.

## ¿Cómo funciona el Nissan Leaf?

Las baterías de plomo son demasiado pesadas para alimentar los coches eléctricos



La diferencia entre un coche eléctrico y un coche con motor de gasolina se encuentra en el interior del coche. Un coche eléctrico tiene una batería en lugar de un tanque de gas (derecha) y un motor eléctrico (izquierda) en lugar de un motor de combustión. Además, un coche eléctrico necesita ser recargado en una estación de carga en lugar de ser llenado en una estación de gasolina.

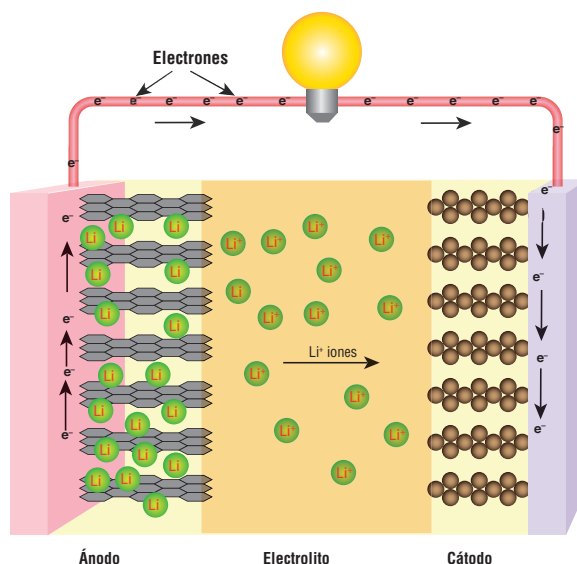


Figura 2. Una batería de iones de litio contiene un ánodo de grafito (izquierda), un cátodo de litio (derecha), y una sustancia líquida llamada electrolito. La batería produce electricidad cuando los átomos de litio en el ánodo donan sus electrones (a través del circuito externo) al óxido de cobalto (esferas de color marrón) en el cátodo.

de hoy en día. La batería más avanzada para los coches eléctricos modernos es el tipo que se encuentra en el Nissan Leaf. Se trata de un paquete de baterías de ion-litio. Las baterías de litio se propusieron por primera vez en la década de los 1970s, y se desarrollaron en los años 1980s y 1990s hasta la tecnología en uso hoy en día.

La química básica en uso es la misma que en la batería de plomo-ácido, pero con diferentes jugadores y diferente rendimiento.

Las baterías de ion-litio consisten de tres componentes principales: un electrodo posi-

tivo, un electrodo negativo y una solución electrolítica. El electrodo positivo, o cátodo, se hace de un tipo de capas de óxido de litio, tales como óxido de litio y cobalto (LiCoO<sub>2</sub>). El electrodo negativo, o ánodo, está hecho de grafito—una forma de carbono puro. El electrolito es una solución no acuosa de sal de litio. Una membrana permeable, llamada el separador, juega un papel crítico entre los electrodos positivo y negativo. Esta separación de carga es lo que permite que la batería genere electricidad utilizable. De lo contrario, haría un cortocircuito y podría explotar.

Cuando la batería se utiliza para encender un coche (modo de descarga),

los iones de litio se mueven fuera del ánodo de grafito y atraviesan el electrolito hacia el cátodo. En el proceso, átomos de litio que se intercalan en el grafito se oxidan en el ánodo, lo que deja electrones libres detrás que pueden viajar a través de un circuito eléctrico.

Pero ¿por qué es todo esto una mejora sobre la batería de plomo-ácido? Por una sola razón, es mucho más liviana. El plomo es una de los metales comunes más densos, mientras que el litio es uno de los más livianos. Los electrodos de litio y de carbono son muy ligeros en peso en estas baterías.



Otra razón es que el litio es un metal mucho más reactivo que el plomo. Esto proporciona una alta densidad de carga en las baterías de iones de litio. Por ejemplo, una batería típica de iones de litio puede almacenar 150 vatios-hora por cada 1 kilogramo de batería. En comparación, una batería de plomo-ácido sólo empaca 25 vatios-hora por kilogramo. Otra forma de verlo es pensar que se necesitarían 6 kilogramos de baterías de plomo-ácido para igualar a 1 kilogramo de baterías de iones de litio.

Además, las baterías de iones de litio retienen su carga mucho mejor que otros tipos, perdiendo sólo el 2% mensual. Pueden ser cargadas y descargadas miles de veces y no tienen "efecto memoria", que significa que usted no tiene que descargarlas por completo antes de volver a cargarlas.

Los principales inconvenientes para el coche eléctrico parecen ser el rango, lo que limita el uso de estos coches a distancias rela-

tivamente pequeñas, su alto precio, y el hecho de que la mayoría de la electricidad en los Estados Unidos es generada por la quema del carbón, lo que conduce a los contaminantes ambientales, tales como dióxido de carbono.

Pero la gama de coches eléctricos va a mejorar con el tiempo. El híbrido enchufable Chevrolet Volt combina un motor eléctrico con una fuente de energía de la gasolina, lo que elimina los problemas de rangos. Además, las baterías de iones de litio con mejor eficiencia se encuentran en evaluación en muchos laboratorios de todo el mundo. Los mejores resultados han demostrado que este tipo de baterías podría permanecer cargada durante un máximo de 300 millas, en los vehículos nuevos, como el Tesla, Modelo S. Si se alcanza ese rango, o mejor, y si el costo de los vehículos eléctricos se reduce en un futuro, parece como si el coche eléctrico podría recuperar la popularidad que perdió hace un siglo. *CM*

#### REFERENCIAS SELECCIONADAS

Ventajas y consideraciones de la electricidad como combustible para vehículos, Departamento de Energía de EE.UU., Combustible Economy. gov, [http://www.afdc.energy.gov/fuels/electricity\\_benefits.html](http://www.afdc.energy.gov/fuels/electricity_benefits.html) [accedido noviembre 2012]

Powell, D. Batería vieja consigue un cambio de imagen de alta tecnología, Science News, 28 de julio de 2012: [http://www.sciencenews.org/view/generic/id/341802/description/Old\\_battery\\_gets\\_a\\_high-tech\\_makeover](http://www.sciencenews.org/view/generic/id/341802/description/Old_battery_gets_a_high-tech_makeover) [accedido noviembre 2012].

---

*Michael Tinnensand* es un escritor científico y consultor de la educación que vive en Portland, Oregón. Su último artículo *ChemMatters*, "La gran revelación: ¿Qué hay detrás de las etiquetas de nutrición?", apareció en la edición de diciembre de 2012.

**"Comparte la diversión y únete a un club de la Sociedad Americana de Química para estudiantes de secundaria"**



*ChemClub es un programa gratuito de la Sociedad Americana de Química*

Para obtener más información, visite el sitio Web ChemClub: <http://www.acs.org/chemclub> y la página de Facebook ChemClub: <https://www.facebook.com/acschemclubs>.



AMERICAN CHEMICAL SOCIETY