

Beneficios, desventajas y proyecciones
de los autos eléctricos en Chile:

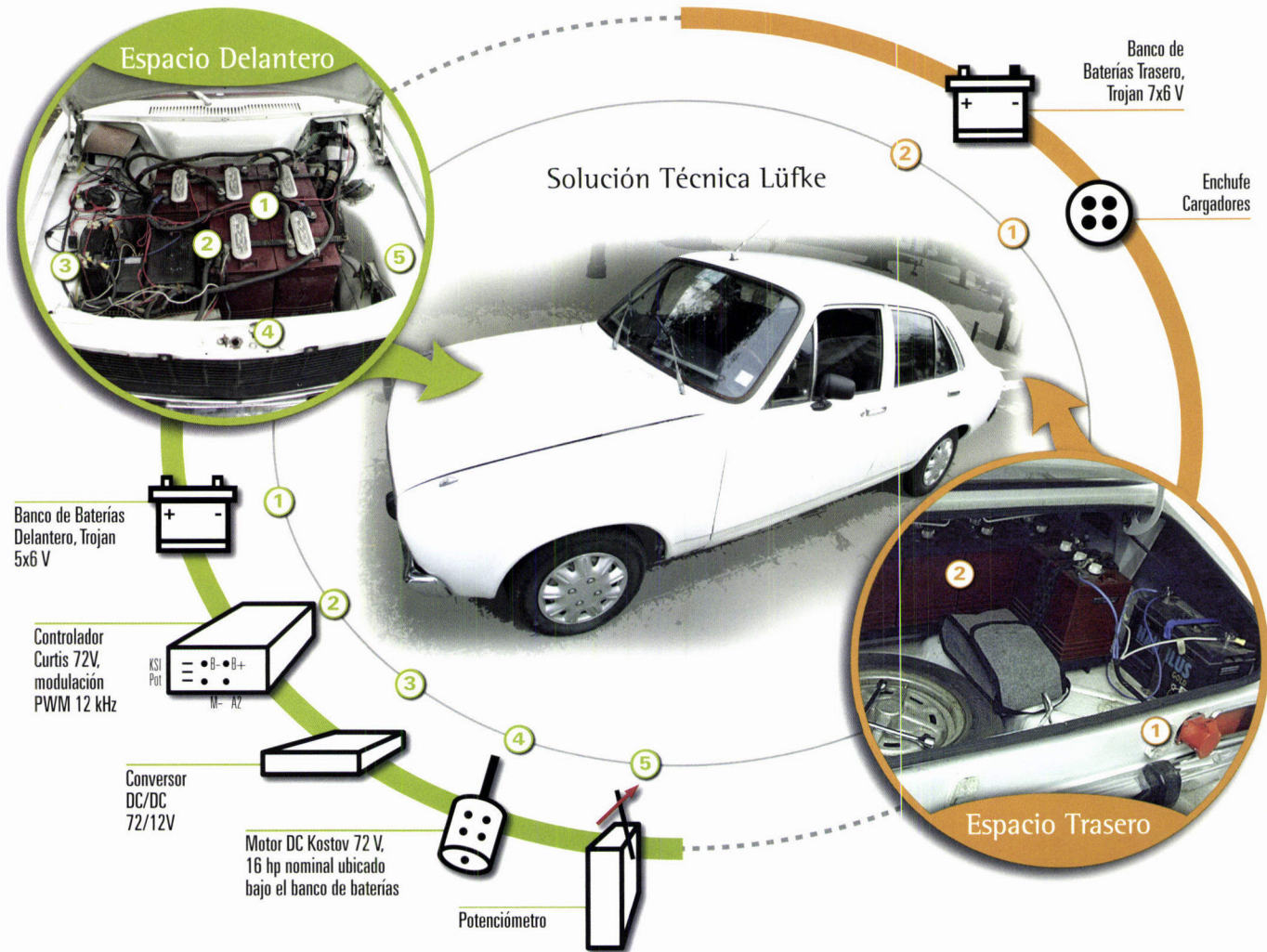
LA RENOVACIÓN ECOLÓGICA de un antiguo invento

El próximo año en Chile se venderán por primera vez y en forma masiva automóviles 100% eléctricos. La noticia ha causado gran expectación, sin embargo, estos vehículos no son novedad en el parque automotor nacional.

El primero de su tipo llegó a fines del siglo XIX y, actualmente, se registran casi medio millar de autos eléctricos inscritos.

Uno de ellos es el Lufke, un modelo reciclado y convertido por alumnos y académicos de la FCFM que llevan más de ocho años desarrollando esta transferencia tecnológica.

Lo que para muchos parecía un invento de una película futurista o de ciencia ficción, ya es una realidad para algunos chilenos que apostaron por un transporte más amigable con el medio ambiente: los vehículos eléctricos. La cada vez más costosa rutina de llenar el estanque con combustible está siendo cambiada por una carga eléctrica mediante un enchufe común de 220V. ¿Una gran novedad?, no. Los primeros autos que funcionaron con electricidad se crearon en el siglo XIX, pero su limitada autonomía producto de la incapacidad de almacenar energía fue su



principal desventaja para competir con los que utilizaban combustibles fósiles.

Hoy la historia es distinta. El escenario de escasez energética, el alto precio del petróleo, los elevados índices de contaminación y el desarrollo tecnológico, los presentan como una alternativa viable para personas que se movilizan en distancias cortas dentro de la ciudad.

Si bien todavía no son sustitutos de los autos convencionales, los llamados *city car* cien por ciento eléctricos son eficientes y libres

de emisiones de gases tóxicos. Precisamente estas cualidades llevaron a investigadores y estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile a repensar, desde el año 2000, los vehículos eléctricos, desarrollando nuevos prototipos y aplicando transferencias tecnológicas, con miras a proyectar futuros avances en esta materia.

INNOVANDO DESDE BEAUCHEF

Si bien en Chile los autos eléctricos no son masivos, sí existen experiencias exitosas.

Según datos proporcionados por el Registro Nacional de Vehículos Motorizados del Servicio de Registro Civil e Identificación, en Chile hay inscritos 499 autos eléctricos. Su principal uso se da en recintos cerrados para prestar servicios como medio de transporte en aeropuertos, clínicas, clubes de golf y centros comerciales. También es posible apreciar pequeños camiones repartidores que circulan por el centro de Santiago.

En Beauchef la situación es diferente. La motivación por realizar desarrollos locales es el principal motor de los académicos

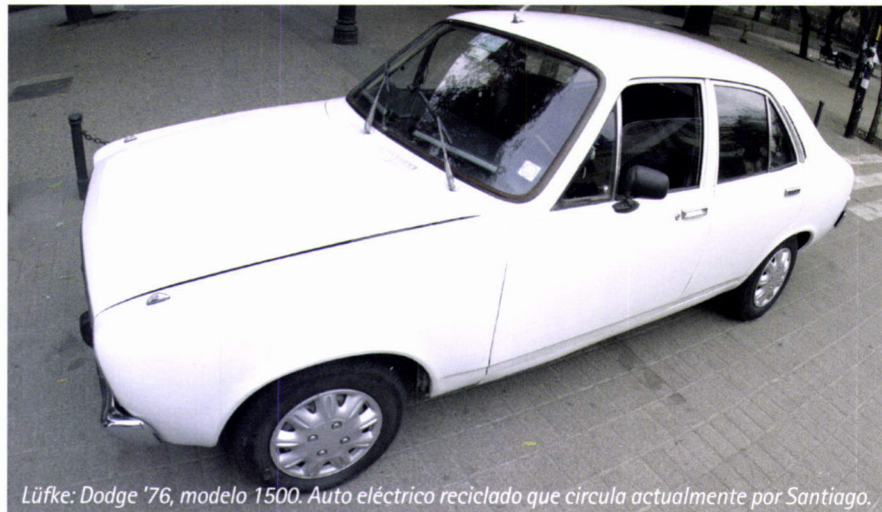
UNA MIRADA AL PASADO

Los autos eléctricos fueron los primeros automóviles que se crearon. En la década de 1830 el escocés Robert Anderson, inventó el primer vehículo eléctrico puro. Francia y Gran Bretaña fueron los primeros países que apoyaron el desarrollo generalizado de este tipo de autos.

En 1888 llegó a Buenos Aires un pequeño automóvil eléctrico accionado por cuatro baterías, el "Holzman", fabricado en Estados Unidos y trasladado hasta Argentina por el Doctor Eleazar Herrera Motta. El auto fue enviado a la provincia de La Rioja, donde después fue vendido a Agesi-lao Laprosa, quien a su vez lo vendió a un chileno y cuya venta quedó estipulada en un recibo: "He recibido del amigo Nicolás Erauzin la suma de 1.500 patacones por la venta de un carrito a fluido eléctrico que no ha traído más que disgustos, aclaración que hago, para no malquistarme con el amigo Erauzin en el día de mañana. Firmado, Agesi-lao Laprosa". Erauzin lo desarmó, y a lomo de mula hizo que cruzara la cordillera. Lo llevó a Coquimbo y lo vendió en la reducida suma de 330 escudos.

y estudiantes que han participado en los tres proyectos emprendidos en la FCFM: Lüfke, Fórmula-i y Eolian (ver fichas). "Aquí tenemos estudiantes brillantes, conscientes de que la diferenciación entre los países se basa en el desarrollo tecnológico. Por eso, la Facultad apoya ese círculo virtuoso en el que gente joven aporta sus creaciones al sistema, con la finalidad de mejorar nuestra competitividad y bienestar", señala el profesor

La escasez energética, el alto precio del petróleo, los elevados índices de contaminación y el desarrollo tecnológico, presentan a los autos eléctricos como una alternativa viable para quienes se movilizan en distancias cortas en la ciudad.



Lüfke: Dodge '76, modelo 1500. Auto eléctrico reciclado que circula actualmente por Santiago.

del Departamento de Ingeniería Eléctrica e impulsor de algunas de estas iniciativas, Rodrigo Palma Behnke.

CITY CAR: LA NUEVA MODA

Ya está en Chile el "City Car Reva". Presentado por Cam, filial del grupo Endesa, el pequeño automóvil cien por ciento eléctrico podría ingresar al parque automotor de nuestro país en 2009, pero antes debe ser homologado por el Ministerio de Transportes. Fabricado en India, tiene un rendimiento equivalente a 60 km/lt de un automóvil convencional y una autonomía de 80 km. Creado para desplazarse dentro de la ciudad, alcanza una velocidad máxima de 80 km/h y acelera de 0 a 40 km/h en 7 segundos. Su motor eléctrico es alimentado por baterías de 48 V y 200 Amp-hr y la carga se realiza con un enchufe común con cargador de 220V.

Desde hace cuatro años se comercializa en Inglaterra, Italia, Japón, España, Irlanda, Malta, Chipre, Noruega, Sri Lanka, e India,

con más de 2.500 unidades vendidas. En Chile su valor bordeará los \$6.500.000. Su tecnología limpia le ha permitido acceder a diversos beneficios, por ejemplo, en Londres no pagan tarificación vial para ingresar al centro y cuentan con cargas gratuitas.

Su competencia por ingresar al mercado chileno es US-1 Modelo C-ro de fabricación China. Importado por la empresa Rein Chile, este *city car* cien por ciento eléctrico alcanza una velocidad máxima de 75 km/h y su autonomía es de 100 km. El proceso de carga de la batería demora entre 8 y 10 horas y tendrá un valor aproximado de \$5.000.000. El primer embarque llegará a nuestro país en octubre de este año.

Sin embargo, estos modelos no son la única alternativa para quienes les entusiasma la idea de tener un auto eléctrico. El reciclaje y conversión de vehículos no catalíticos a eléctricos son una opción real que cuenta con un doble beneficio: sacar de circulación automóviles altamente contaminantes que, en vez de convertirse en chatarra, se reintegran al parque automotor como nuevos transportes con sello verde. Un proceso en el que la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas tiene mucho que aportar.

El Anteproyecto del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) de la Región Metropolitana presentado recientemente a la Intendencia de Santiago incorpora un programa de retiro de vehículos no catalíticos por sus altos niveles de emisión de gases tóxicos. Esta iniciativa es vista como una oportunidad por el académico del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Rodrigo Palma y los profesores del Departamento de Ingeniería Mecánica, Carlos Gherardelli y Mauricio Osses.

Fomentando la cultura del reciclaje, el grupo está planteando una estrategia de reinserción de estos vehículos al parque automotor, pero con un esquema de reconversión tipo Lűfke. "El rol que podría cumplir la Universidad de Chile es el de aportar con toda su experiencia para ir definiendo cuáles son las conversiones más adecuadas para los automóviles y la realidad de Santiago", señala Palma.

Este tipo de medidas, agrega, podría tener un impacto no sólo desde el punto de vista medioambiental al convertir mil o dos mil autos de combustión interna altamente contaminantes en eléctricos con sello verde, sino también desde el punto de vista económico, si las autoridades deciden incentivar el uso de tecnologías limpias a cambio, por ejemplo, de algunos beneficios tributarios o de estacionar gratuitamente en el centro de la ciudad.

DEBILIDADES

La principal desventaja de los autos eléctricos es la autonomía, ya que la tecnología más eficiente en el almacenamiento de energía aún tiene costos muy altos. "Si la idea es crear un sustituto y no una alternativa al auto convencional, el gran problema es el precio porque se utiliza tecnología de alta eficiencia en los motores, convertidores y

FICHAS

LA RENOVACIÓN ECOLÓGICA de un antiguo invento



LŪFKE

Desde hace cuatro años circula por las calles de Santiago un Dodge '76, argentino, color blanco modelo 1500. A diferencia del resto de los automóviles de su época, éste transita con sello verde debido a que fue sometido a una conversión desde un motor de combustión interna a uno eléctrico. Lűfke -rayo en mapudungún- surgió en el año 2000 como un proyecto docente del curso "Electrónica de Potencia" de Ingeniería Eléctrica. ¿El objetivo?, que los alumnos crearan un auto eléctrico de bajo costo que pudiera ser utilizado para el traslado dentro de Santiago. Para lograrlo, se compró un viejo automóvil al que le extrajeron el motor a combustión para montar las baterías de plomo ácido y el nuevo motor eléctrico. Mientras que el mecanismo de suspensión, dirección, cambios, frenos y acelerador se mantuvieron. "El Lűfke trata de rescatar la idea del reciclaje de autos. Con un presupuesto cercano a los dos millones y medio, está circulando sin contaminación móvil y con una autonomía de 36 km.", indica el profesor Palma, su dueño. Este "city car" que alcanza una velocidad máxima de 80 km/h y una velocidad cruceo de 50 km/h, logrando el 100% de su carga a las ocho horas de conexión eléctrica.

Desde que comenzó a re-circular de manera permanente por Santiago el 2004, luego de pasar con éxito el proceso de homologación, el Lűfke también ha contribuido a mitigar la contaminación ambiental al no emitir las 3,5 toneladas de CO2 que anualmente aporta un auto convencional que recorre 36 km diarios. Estimación que sólo contempla las emisiones móviles, es decir, mientras el automóvil está circulando.



FŌRMULA-I

Innovadores, entusiastas y comprometidos con el desarrollo local, estudiantes de ingeniería de la FCFM de la Universidad de Chile y de la Pontificia Universidad Católica, organizaron en 2001 las carreras de Fórmula-i. Estas buscan generar y potenciar la innovación e ingenio de los alumnos a través de un concurso de diseño y construcción de vehículos eléctricos. Desde sus inicios, se han desarrollado más de 40 prototipos. Anualmente cada propuesta se somete al juicio de un jurado integrado por autoridades universitarias y profesionales. Los seleccionados reciben financiamiento para construir el automóvil en tres meses y participar en el "Gran Premio Fórmula-i".



EOLIAN

Atraídos por un nuevo desafío, un grupo de beauchefianos que habían participado exitosamente en la Fórmula-i emprendieron un ambicioso proyecto: Eolian. En el año 2007 desarrollaron este deportivo que obtiene su fuente de energía del sol a través de paneles fotovoltaicos y de un acumulador de Litio-polímero. Su motor eléctrico síncronico de imanes permanentes le permite alcanzar una velocidad máxima de 100 km/h y una velocidad cruceo de 50 km/h. Su autonomía de 400 km. fue crucial en su buen desempeño en el World Solar Challenge en Australia en octubre del año pasado.

baterías, que permiten una autonomía de 400 km.", explica Palma.

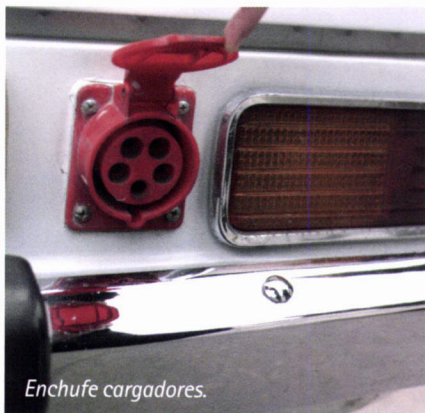
La segunda desventaja -agrega- está relacionada con la velocidad de carga. "Para algunos es una incomodidad el que tenga que estar varias horas cargándose. Por ejemplo, si queda en *panne* se debe remolcar y tenerlo en un proceso de carga que dura horas. La carga completa del Lufke, por ejemplo, es de ocho horas y el 70% de cuatro", indica el académico.

Otra problema identificado por el investigador es la vida útil de las baterías, las que deben ser cambiadas cada tres años con un valor cercano a los \$800.000.

COMPETITIVIDAD

Los autos eléctricos no son un reemplazo de los vehículos convencionales, pero sí una real alternativa en el segmento de los *city car*. La preocupación por el cuidado del medio ambiente es su principal aliada, por eso muchos países le han otorgado beneficios tributarios.

Las continuas alzas del precio del petróleo versus su eficiencia en el rendimiento, le otorgan otra ventaja. "Por ejemplo, haciendo las conversiones el Lufke -que es grande y muy pesado- rinde 25 km/lt y el Reva



Enchufe cargadores.

FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

A diferencia de un motor de combustión interna diseñado para funcionar quemando combustible como la gasolina, el vehículo eléctrico se moviliza gracias a motores eléctricos que pueden ser alimentados con diferentes fuentes de energía eléctrica:

- Energía almacenada a bordo con sistemas recargables como la energía química en las baterías; energía eléctrica almacenada en súper-condensadores; almacenamiento de energía cinética, con volante de inercia sin fuerza de rozamiento.
- Alimentación externa durante todo el recorrido del vehículo como es el caso del Metro y de los antiguos trolebús.
- Fuentes que permiten la generación eléctrica a bordo del vehículo durante el desplazamiento como la energía solar generada con placas fotovoltaicas.

que es mucho más liviano, alrededor de 60 km/lt. Los dos casos están en el rango de ultra eficientes respecto de los autos convencionales que rinden entre 10 y 12 km/lt en ciudad", asegura Palma.

Para el académico de la FCFM, el público objetivo de los autos eléctricos en nuestro país son los jóvenes. "Les soluciona el problema de la movilización, les da independencia y está controlado el tema de la velocidad", afirma.

El escenario futuro de los autos eléctricos depende del desarrollo tecnológico que experimenten los procesos de velocidad de carga y almacenamiento. Mientras las baterías son capaces de acumular mucha energía, pero lentas en los ciclos de carga; los condensadores no tienen esa capacidad

acumulativa, pero son muy rápidos en las cargas. En este contexto, la aparición y continuo perfeccionamiento de los súper-condensadores- tecnología intermedia entre las baterías y los condensadores- es crucial para el desarrollo de los autos eléctricos. "Si en los próximos años se produce un avance importante en los súper-condensadores o en las baterías eso podría potenciar más a los vehículos eléctricos. En ese contexto, Chile- que cuenta con una gran reserva de Litio- podría emprender una acción estratégica porque la tecnología de Litio aplicada al desarrollo de baterías es una de las más eficientes en este mercado", precisa Rodrigo Palma.

POLÍTICAS PÚBLICAS

El 24 de marzo de este año se promulgó en Chile la Ley 20.259 que bonifica en el monto de los permisos de circulación a los vehículos híbridos inscritos en el Registro de Vehículos Motorizados entre el 1° de marzo de 2008 y el 31 de marzo de 2010. Si bien para algunos constituye un avance, para otros debe ser sólo el primer paso. En agosto recién pasado, el senador Antonio Horvath presentó una moción que impulsa una "patente verde" para estimular el uso de vehículos eléctricos, híbridos o de baja contaminación. La iniciativa que está siendo analizada por la Comisión de Medio Ambiente del Senado, propone entregar a este tipo de vehículos una patente de color verde, por la cual se certifica que cumple con las normas mínimas de emisión, las que serán verificadas anualmente después de cuatro años. Además, estos vehículos podrían circular sin restricciones por las zonas saturadas con pre emergencia o emergencia ambiental. **i**

Texto: Ana María Sáez C.