

DISEÑO AUTOMOTRIZ PARA LOGÍSTICA URBANA

CAR DESIGN FOR URBAN LOGISTIC

Rosemberg Espinel-Forero¹ 

RESUMEN

Este artículo está basado en un proyecto que consiste en el diseño de un vehículo eléctrico para reparto logístico de última milla, el cual aborda dos problemáticas, la alta contaminación del aire generada por fuentes móviles, La segunda, es la congestión vehicular que se presenta en Bogotá, especialmente la causada por los automotores durante la operación de reparto logístico. Como respuesta, se plantea el diseño de un vehículo eléctrico compacto con carrocería en CFRP, para realizar reparto logístico de última milla, sin emisión de partículas contaminantes y sin impactar negativamente la movilidad de la ciudad; y con ello, evaluar la capacidad local para desarrollar vehículos industrialmente. La metodología inicia con la conceptualización del vehículo; luego, se realiza una fase de exploración de la forma del producto, a través de la generación de representaciones gráficas bidimensionales de las propuestas; con base en ellas, se inicia la fase de diseño asistido por computador (CAD) del vehículo, y en paralelo se desarrolla una fase de modelado con Clay, la cual es la primera aproximación del ser humano con el objeto real. Ambas fases, se retroalimentan mutuamente para llegar a la síntesis del diseño del vehículo, y aportan la información suficiente para su manufactura.

Palabras clave: diseño automotriz, CFRP, diseño de carrocerías en compuestos, vehículo eléctrico, logística urbana.

JEL: R410; L620; L650

ABSTRACT

This paper presents a design project of an electric vehicle for the last-mile logistic delivery. It addresses two problems: one, the high air-pollution generated by mobile sources, and two, the traffic jams in Bogotá, especially those caused by motor vehicles doing logistic delivery. The design of a CFRP-bodywork compact electric vehicle that does the last-mile logistic delivery with no emission of pollutant particles and no adverse effect on the city mobility is a proposed response, which would permit assessing the local capability to develop such vehicles at an industrial scale. The methodology starts with the vehicle conceptualization, followed by an exploratory stage on the product shape by generating bi-dimensional graphic representations of the proposals. The computer-aided design (CAD) of the vehicle proceeds based on them, and simultaneously, a modeling stage with Clay is conducted, which is the first approach of the human being to the real object; these stages feedback each other to synthesize the vehicle design and provide enough information for manufacturing.

Keywords: car design, CFRP, composite car body, electric vehicle, urban logistic.

¹ Diseñador Industrial y Automotriz. investigador SENNOVA - Centro de Tecnologías del Transporte, SENA Regional Distrito Capital. Correo: respinelf@sena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7253-9983>

INTRODUCCIÓN

En una ciudad como Bogotá, la contaminación del aire genera serios problemas de salud en los ciudadanos que se ven expuestos a ella. Según el Departamento Nacional de Planeación, en 2015 aproximadamente 8000 personas perdieron la vida en Colombia por causas relacionadas a la contaminación del aire y se reportaron 51 millones de morbilidades con síntomas respiratorios. Cabe resaltar que, todas estas muertes pudieron ser evitadas. Para atender esta problemática, el país destinó, cerca del 1,5% del PIB (Departamento Nacional de Planeación – DNP, 2018). En muchos casos esta contaminación proviene de fuentes móviles como los vehículos y especialmente de los vehículos destinados al transporte de carga y reparto logístico. Según, el documento POLÍTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE, el DNP afirma que, “En Colombia más del 78% de las emisiones de partículas provienen de las fuentes móviles, principalmente de camiones, buses y motos” (DNP, 2018); Y según cifras de la secretaria distrital de ambiente, los vehículos dedicados al transporte de carga apenas representan el 3% del parque automotor de la ciudad, sin embargo son responsables de aportar el 40% de las emisiones de PM10 (SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE, 2019). De manera que, modificando las características y la fuente energética de un número reducido de vehículos, se podría mejorar ampliamente la calidad del aire de la ciudad.

Por otra parte, según INRIX, Bogotá en 2018 tuvo el tercer peor tráfico del planeta, con 272 horas perdidas por ciudadano en promedio en medio de la gestión vial (INRIX, 2018). Sin duda, el reparto logístico en vía afecta negativamente la movilidad de la ciudad, para mitigar este efecto, la secretaria distrital de

movilidad está trabajando en un programa llamado RED de LOGISTICA URBANA, en el cual, plantean una serie de propuestas para generar un reparto logístico más organizado y eficiente, y afectar negativamente lo menos posible el tráfico de la ciudad. Al tiempo, el Centro de Tecnologías del Transporte del Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, en su estudio de Prospección de la Formación en el Sector Transporte Terrestre de Carga, Bogotá-Región, 2025, identifica 28 tecnologías específicas emergentes o TEE, que tienen alta probabilidad de ser masificadas en Colombia en el corto y mediano plazo en el sector automotor, y que además tienen una alta relación con las problemáticas anteriormente descritas. Con base en estas TEE, se definen nueve líneas de investigación, entre las cuales se destaca, los materiales compuestos de altas prestaciones mecánicas, basados en una matriz de resina epóxica y refuerzos de fibras sintéticas de carbono y vidrio conocidas como CFRP y GFRP respectivamente. Así como la línea de investigación sobre Vehículos Eléctricos e Híbridos. En este proyecto se plantea una sinergia entre estas dos líneas de investigación, de tal manera que, la eficiencia energética que aporta el uso de un material liviano en la fabricación de la carrocería del vehículo, haga viable el uso de vehículos eléctricos en actividades pesadas como el transporte de carga y pasajeros (Castro Mendoza et al., 2016).

Con base en todo lo anterior, el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación - SENNOVA, del Centro de Tecnologías del transporte, a través de su línea 82, plantea un proyecto de desarrollo tecnológico, que plantea una solución que permita realizar un reparto logístico en la ciudad, sin contaminar el aire y sin impactar negativamente la movilidad de esta. Adicionalmente, durante su ejecución, este

proyecto permite a la comunidad formativa del Centro de Tecnologías del Transporte, apropiarse de tecnologías determinantes en la industria, antes de que lleguen de manera masiva al país, lo que permite dar respuesta oportuna a las necesidades del Sector productivo nacional.

Por otra parte, toda esta tendencia del mercado, en cuanto al cambio del paradigma de energía utilizada para mover los vehículos, abre espacios, crea oportunidades de participación en un mercado dominado tradicionalmente por grandes compañías de la industria automotriz; esto significa que, los actores dominantes del mercado de los vehículos movidos por combustibles fósiles no necesariamente serán los mismo que dominen el mercado de los vehículos movidos por energías limpias y renovables. Tanto es así que, hoy la compañía automotriz más valiosa en Wall Street, era totalmente desconocida hace 10 años; me refiero por supuesto a TESLA, esta compañía nació desarrollando vehículos eléctricos, hoy tiene más valor que cualquier otra industria automotriz como Toyota o Ford, inclusive alcanza un mayor valor que coca cola o Disney según Forbes (Forbes, 2020). Esto marca una nueva realidad, en la cual, las compañías que logran entender más rápido las nuevas necesidades del mercado y desarrollan productos que los resuelvan, tendrán mayor valor en el mercado.

En el caso de Colombia, que siempre ha adolecido de una industria automotriz propia que desarrolle vehículos que resuelvan sus necesidades particulares de movilidad y que, al tiempo, capitalice todo lo que este mercado de vehículos puede aportar a la productividad nacional, esta podría ser su gran oportunidad. Si bien se puede pensar que el comercio de vehículo aporta a la productividad de la nación, hay que analizar las cifras para entender, lo que adicionalmente podría aportar.

En Colombia en 2019 fueron vendidas 270.168 unidades entre vehículos particulares, camperos y camionetas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, 2020), el 72.8% de estas unidades, entraron al país completamente armados o CBU (Completely Built Up); el 26% entraron al país completamente desarmados o CKD (Completely Knock Down); solo el 1.2% fueron fabricados en Colombia (Asociación Nacional de Movilidad Sostenible – ANDEMOS, 2020). Es decir, en el país hay un mercado importante de comercio de automotores. Pero, en un alto porcentaje (72.8%), los vehículos llegan listos para entrega al comprador, lo cual, evita que el sector productivo nacional participe en los demás eslabones de la cadena de valor del vehículo, que se encuentran en todo el proceso que arroja como resultado ese vehículo en la vitrina listo para entrega.

Con esta realidad, el sector productivo nacional únicamente participa en el eslabón de mantenimiento de estos vehículos comercializados; en un porcentaje menor, se participa en el eslabón de ensamble (26%) y hasta el año pasado, se participó en el eslabón de fabricación, en un porcentaje realmente menor (1.2%). Sin embargo, de existir una industria nacional propia, el sector productivo nacional podría participar en todos los eslabones de la cadena de valor del vehículo, como el diseño, manufactura, ensamble, de un porcentaje mucho mayor del mercado nacional y regional. Con lo cual se podría capitalizar la productividad de los vehículos que se consumen en el país, en una industria propia que apalanque el desarrollo tecnológico, industrial, económico y social del país.

Así, lo ha entendido el Centro de Tecnologías del Transporte en su Plan Tecnológico 2030, en el cual publican que, el diseño de vehículos es una estrategia para

ampliar las posibilidades laborales de sus aprendices (SENA, 2020). Por supuesto el reto es grande, los inconvenientes a resolver son múltiples, el desarrollo tecnológico del país y el escaso acceso a capitales de inversión que apalancen este tipo de iniciativas son barreras difíciles de superar.

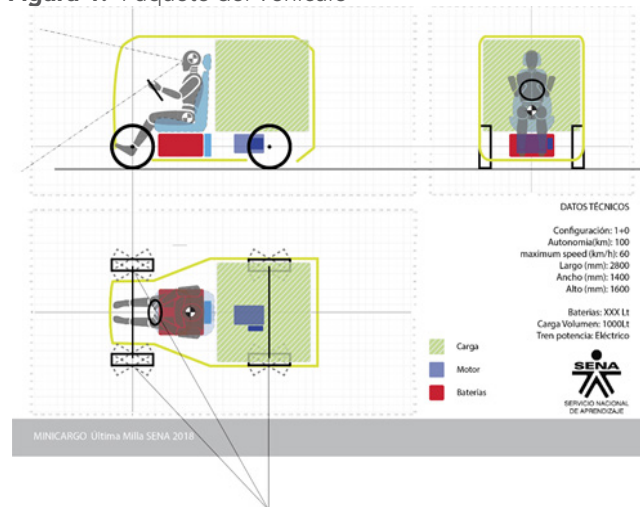
Este proyecto, nacido y ejecutado en el corazón de una entidad de formación que tiene una grandísima capacidad instalada e infraestructura industrial sin comparación en el país, permite desarrollar un vehículo al nivel técnico de cualquier proceso de desarrollo de la industria automotriz en Europa y de esta manera ayuda a entender ¿Colombia exactamente para qué está?, ¿para seguir esperando soluciones tecnológicas de todo tipo desde el exterior?, o está en capacidad de empezar a proponer soluciones propias y desarrollar su industria, su economía y sociedad? Este, es un momento de la historia, en el que el cambio del paradigma de la energía motora de los vehículos abre posibilidades a nuevos actores, la gran pregunta, es si el sector productivo nacional está en la capacidad de aprovechar esta oportunidad.

METODOLOGÍA

El proceso de diseño de cualquier producto inicia con la recopilación de información de fuentes primarias, que permitan evidenciar necesidades insatisfechas de un mercado, problemáticas no resueltas u oportunidades de intervención a partir del desarrollo de un producto. En ese orden de ideas, este proceso de diseño inicio con la información suministrada por la Secretaria Distrital de Movilidad, en su Red de logística Urbana, con esta información pudimos definir los requerimientos que un vehículo debería cumplir para hacer un reparto logístico eficiente. Esta información fue la base de la primera fase del proceso de diseño que es

la conceptualización del vehículo, en la cual, como se puede ver en la figura 1, se define el paquete del vehículo, con el que se definen dimensiones, proporciones generales, la ubicación y posición del operador del vehículo y algunos componentes mecánicos determinantes como motor y baterías, se define capacidad de carga en volumen y peso.

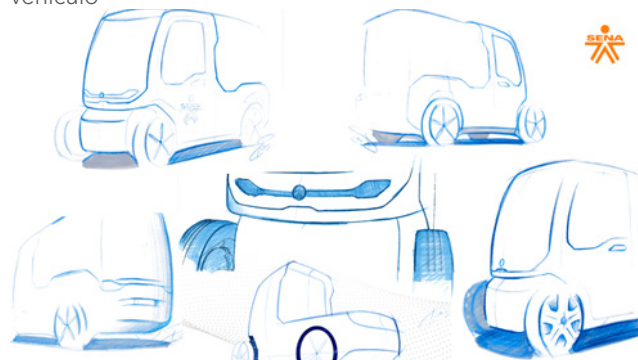
Figura 1: Paquete del Vehículo



Fuente: elaboración propia

Con base en este paquete, de inicia una fase de generación de propuestas del vehículo a través de representaciones graficas bidimensionales a mano, coloquialmente conocidas como bocetos, en los cuales, como se puede ver en la figura 02, es posible tener una primera aproximación a cómo podría el vehículo cumplir con sus requerimientos, de inicia por definir un volumen general y a partir de él, se van paulatinamente definido detalles cada vez más particulares.

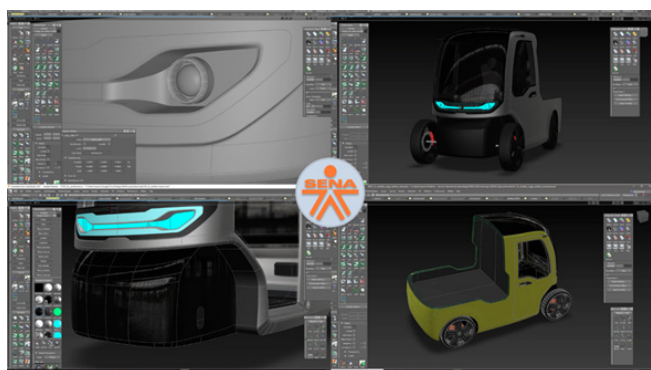
Figura 2: Representaciones graficas bidimensionales del vehículo



Fuente: elaboración propia

Una vez, la propuesta de vehículo está definida y madura, se inicia una fase de diseño asistido por computador o CAD por sus siglas en inglés (Computer Aided Design), en la cual se genera un modelo tridimensional virtual (figura 3), en un software especializado para el desarrollo de vehículos. En este caso se utilizó el programa de Autodesk llamado Alias Autostudio, el cual permite generar superficies clase A, tan importantes a la hora de crear un vehículo, debido a que las superficies del automotor siempre van a estar expuestas a las reflexiones de la luz y estas evidencias ampliamente las imperfecciones de las superficies de un objeto, de manera que, en un vehículo es supremamente importante garantizar la calidad de las superficies para que generen una reflexión adecuada.

Figura 3: proceso de modelado digital CAD del vehículo



Fuente: elaboración propia

En paralelo, a la fase de modelado CAD, se desarrolla una fase de modelado análogo, con un material especialmente desarrollado para esta actividad denominado Clay, el propósito de esta fase es desarrollar un modelo real que será la primera aproximación del ojo humano con la forma y el volumen del vehículo, como se muestra en la figura 4, lo que permite estudiar cómo percibe el ojo la forma físicamente real, si bien el modelo CAD o modelado digital, genera una representación gráfica tridimensional, lo hace a partir de un monitor que sigue siendo bidimensional y que, adicionalmente, lo hace basado en una

simulación de cómo sería captado el producto por una lente digital, es decir es imposible percibir de manera real, un volumen, sus proporciones y características de forma, a través de un modelo virtual.

Esta fase también permite entender, cómo se compone el volumen general del vehículo, cómo se puede descomponer en partes para lograr una manufactura de moldes más eficiente. Este desarrollo simultáneo de modelos virtuales y análogos, a través del modelado CAD y Clay, permite tomar decisiones complementarias y llegar a conclusiones que es imposible solo con una de las dos técnicas, asimismo se retroalimentan mutuamente y permiten llegar a síntesis más depuradas durante el proceso de diseño de detalles.

En adelante, continúan una serie de fases adicionales y procesos que darán como resultado la obtención del prototipo del vehículo, si bien hacen parte de este macroproyecto, y se están ejecutando, el alcance de este artículo llega hasta que se obtiene el diseño del vehículo, el cual se puede apreciar en las imágenes generadas por computadora o CGI por sus siglas en inglés (Computer-Generated Imagery) presentadas a continuación en los resultados.

Figura 4: proceso de modelado análogo con Clay del



Fuente: elaboración propia

RESULTADOS

Como resultado del proceso de diseño se obtiene un modelo CAD, que sirve como insumo para continuar con el proceso de obtención del prototipo del vehículo. Y a su vez, es el insumo del proceso de manufactura asistida por computador o CAM por sus siglas en inglés (Computer Aided Manufacturing), en el cual, el modelo es utilizado para generar modelos CAD de los moldes de cada componente de la carrocería, para posteriormente traducirlos a lenguaje de maquina denominado Código G, con el que se realiza el proceso de mecanizado por control numérico con el cual se fabrican los moldes, con ellos, se procede a laminar la fibra de carbono con resina epóxica, mediante un proceso conocido como infusión de resina por bolsa de vacío, con el cual se obtienen los componentes de carrocería, que deberán ser alistados, ensamblados y recubiertos posteriormente.

Para visualizar el comportamiento de las superficies clase A del vehículo diseñado y modelado, se generan imágenes por computadora que simulan las condiciones de iluminación y reflexión real, como de aprecia a continuación en las figuras 5,6 y 7.

Figura 5: imagen generada por computadora del vehículo



Fuente: elaboración propia

Figura 6: imagen generada por computadora de detalles del vehículo



Fuente: elaboración propia

Figura 7: imagen generada por computadora de la vista lateral izquierda del vehículo



Fuente: elaboración propia

DISCUSIÓN

¿Es posible el desarrollo de una industria automotriz nacional propia? Basado en estos resultados yo creo que sí, tradicionalmente hemos estado a la espera que las soluciones tecnológicas lleguen desde afuera, mientras nos dedicamos a explotar lo que sale de la tierra, tanto recursos no renovables como los minerales, y los renovables como alimentos o flores. Pero siempre, son las bondades que nos da la naturaleza. ¿En particular en el sector automotor esto qué significa? Significa que, absolutamente todos los vehículos que ruedan sobre las vías del país fueron desarrollados para resolver las problemáticas que existen en otras latitudes, y que, al llegar al país, se adaptan, unos con más éxito que otros, a las condiciones locales.

En la mayoría de los casos los vehículos que circulan al país La industria nacional podrían

beneficiarse de la productividad que genera la participación en toda la cadena de valor del vehículo, no solamente en su mantenimiento como ocurre hasta ahora. Es absolutamente viable y factible desarrollar vehículos que atiendan las necesidades particulares que tenemos en diferentes mercados, tanto en transporte de carga como de pasajeros, transporte individual y colectivo.

Esto crea una gran oportunidad para el desarrollo tecnológico, industrial, económico y social del país, debido a que se crean espacios de participación para un gran número de profesionales de diferentes áreas que puedan aportar y aplicar su conocimiento y su ingenio, en la solución de estas problemáticas a través de la estructuración de productos, basados en la incorporación de tecnologías emergentes.

CONCLUSIONES

Es factible desarrollar vehículos basados en las necesidades particulares de nuestra ciudad, en este caso las derivadas de un reparto logístico que no afecte la calidad del aire que todos respiramos y que no impacte negativamente el tráfico durante su operación. La tecnología específica emergente Materiales Compuestos, detectada en el estudio de prospección del Centro de Tecnologías del Transporte, ya empieza a tener presencia en vehículos de calle en el mercado nacional.

El Centro de formación ha hecho un proceso de apropiación tecnológica, desde su grupo de investigación FORTECTT, que permita dar respuesta al sector productivo; sin embargo, se hace imperativo trasladar este conocimiento a la formación para masificarlo. La tecnología de movilidad basada en energía eléctrica simplifica un vehículo, reduce significativamente su número de componentes mecánicos, lo cual crea una oportunidad para desarrollar vehículos nacionales basados en

las necesidades particulares de nuestro mercado y la región.

Implementar la tecnología CFRP y GFRP en la manufactura de vehículos a nivel local, no es tan costosa como se cree, en este proyecto se evidencia que es posible realizar los moldes, por proceso de mecanizado por control numérico sobre bloques de materiales económicos como el MFD, a diferencia de una manufactura tradicional con láminas metálicas, las cuales, requieren un molde mecanizado por control numérico sobre bloques de metal.

En Colombia, es posible desarrollar un vehículo con la misma metodología que se utiliza en la industria automotriz europea, debido a que, hoy por hoy tenemos acceso al mismo conocimiento y recurso digital, con las cuales, podemos desarrollar las mismas habilidades para el desarrollo de una industria nacional automotriz propia. La infraestructura del SENA es más grande que cualquier empresa en Colombia, sin embargo, se deben establecer figuras más eficientes para aprovechar esta infraestructura en favor del desarrollo industrial de la nación.

Conflicto de intereses: El autor declara no tener conflicto de intereses sobre el artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDEMOS. (2020). Informe Vehículos Diciembre, 2019. <http://www.andemos.org/wp-content/uploads/2019/01/Informe-Vehiculos-2018-12.pdf>
- Castro Mendoza, O. Y., Garcia Robayo, J. F., Morales Granados, G., Cortazar Camelo, J., & Trujillo Cabezas, R. (2016). Prospección de la Formación en el Sector Transporte Terrestre de Carga, Bogotá-Región, 2025.
- DANE. (13 de Febrero de 2020). <https://www>.

dane.gov.co/. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-interno/encuesta-emcm>

Forbes, S. (01 de 07 de 2020). Tesla se vuelve la compañía de carros más valiosa del mundo. Obtenido de <https://forbes.co/>: <https://forbes.co/2020/07/01/negocios/tesla-se-vuelve-la-compania-de-carros-mas-valiosa-del-mundo>.

INRIX. (2018). 2018 GLOBAL TRAFFIC SCORECARD. 2018.

Planeacion, D. N. de. (2018). POLÍTICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. (2019). Inventario de Emisiones de Fuentes Móviles y Fuentes Fijas Industriales - año 2018. 1–19. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0>

SENA. (2020). Plan Tecnológico Centro de Tecnologías del Transporte 2020-2030.