

# Ideas del profesorado de secundaria en formación inicial sobre la contaminación y transformaciones energéticas en los coches eléctricos y de combustible

José Manuel Hierrezuelo Osorio<sup>1, a</sup>, Carolina Pipitone Vela<sup>2, c</sup>, Carlos Agudelo Carvajal<sup>2, d</sup>, Àngela García Lladó<sup>2, e</sup> y Antonio Joaquín Franco Mariscal<sup>1, b</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga. [jose.hierrezuelo@uma.es](mailto:jose.hierrezuelo@uma.es), [anjoa@uma.es](mailto:anjoa@uma.es)

<sup>2</sup> Departament d'educació lingüística i literària i de didàctica de les ciències experimentals i de la matemàtica. Universitat de Barcelona. [cpipitone@ub.edu](mailto:cpipitone@ub.edu); [agudelocar@ub.edu](mailto:agudelocar@ub.edu); [angela.garcia@ub.edu](mailto:angela.garcia@ub.edu)

**RESUMEN:** El coche es un contexto ideal para trabajar conocimientos y desarrollar competencias en la enseñanza de las ciencias. Este trabajo presenta las ideas iniciales sobre la contaminación y transformaciones energéticas que tienen lugar en los coches eléctricos y de combustible de 52 profesores en formación inicial que cursaban el Máster en Profesorado de Educación Secundaria en la Universidad de Málaga en las especialidades de Física y Química, y Biología y Geología. El instrumento utilizado para la recogida de datos fue un cuestionario de cuatro preguntas que abordaba dicha temática con preguntas de respuesta abierta y cerrada. Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo. Los resultados ponen de manifiesto escasas dificultades en torno a las transformaciones energéticas que tienen lugar en coches eléctricos y de combustible, y graves obstáculos en la identificación de gases como contaminantes (nitrógeno y ozono estratosférico) o el desconocimiento del papel del dióxido de carbono.

**PALABRAS CLAVE:** enseñanza en contexto, coche eléctrico, coche de combustible.

**ABSTRACT:** The car is an ideal context to work on knowledge and develop skills in science education. This work presents the initial ideas on pollution and energy transformations in electric and fuel cars of 52 pre-service secondary school teachers, who were studying for the master's degree in Secondary Education at the University of Málaga specializing in Physics and Chemistry, and Biology and Geology. The instrument used for data collection was a four-question questionnaire that addressed the issue with open and closed-ended questions. In addition, a qualitative and quantitative analysis was carried out. The results reveal few difficulties around energy transformations taking place in electric and fuel cars, and serious obstacles in the identification of gases as pollutants (nitrogen and stratospheric ozone) or the lack of knowledge of the role of carbon dioxide.

**KEYWORDS:** teaching in context, electric car, fuel car.

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza en contexto consiste en aplicar la ciencia a una situación del mundo real que se usa como estructura central para la enseñanza (King, 2012). Plantea relacionar la ciencia con la vida diaria de los estudiantes para promover su interés en los ámbitos personal, profesional o social. Así, el contexto del coche es “idóneo para abordar aspectos

de actualidad y esenciales para una adecuada alfabetización científico-tecnológica” (García-Carmona y Criado, 2009, p. 94) porque es un objeto tecnológico influyente en la calidad de vida cotidiana y clave en la economía, pero también ha generado controversias por los efectos de su uso masivo sobre la mortalidad, la salud y el medio ambiente.

La investigación didáctica ha explorado algunos aspectos del automóvil como contexto: la variedad de elementos químicos en sus componentes (Franco-Mariscal, 2015), el impacto sobre las personas y el medio ambiente (Batterham et al., 1996), la influencia de las ideas sobre la distancia de frenado en los accidentes de tráfico, así como la relación de dicha distancia con la velocidad (Hockicko et al., 2014), o los criterios que influyen en la decisión de comprar un coche (Moreno et al., 2015).

También se pueden encontrar algunos trabajos en los que el coche sirve para la enseñanza de la energía (De Pro y Rodríguez, 2014; Krangle y Arnseth, 2012), o para propiciar situaciones de contexto y argumentación alrededor de la contaminación y la influencia de los coches en el cambio climático, así como medidas para mitigarlo (Jafer, 2020; Martín-Gámez y Erduran, 2018).

Aunque el coche eléctrico aparece en algunos trabajos, como alternativa de menor impacto ambiental al convencional, son pocos los que exploran aspectos relacionados con su funcionamiento (Egbue et al., 2015).

Sin embargo, el avance en la tecnología de almacenamiento móvil de energía (González, 2020) que ha puesto el coche eléctrico cada vez más asequible a la ciudadanía, así como el impacto ambiental y social que implica su construcción, hace que éste se convierta en un recurso cada vez más interesante para la didáctica de las ciencias, no sólo para la enseñanza contextualizada de conceptos, sino también para plantear situaciones socio-científicas interesantes para favorecer el pensamiento crítico y la argumentación.

## **OBJETIVO**

El objetivo de este trabajo es presentar las ideas iniciales de profesores de secundaria en formación inicial en torno al coche eléctrico y al coche de combustible.

## **METODOLOGÍA**

Este estudio se realizó con una muestra de 52 estudiantes del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Málaga (Málaga, España), que cursaban la asignatura Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa durante el curso 2021-22.

Los participantes se encontraban en el rango de edades entre 21 y 40 años, siendo el 61,0 % mujeres y el 39,0 % hombres. Estos estudiantes pertenecían a las especialidades de Física y Química (FQ) (N=21) y Biología y Geología (BG) (N=32).

El instrumento utilizado para la recogida de datos fue el cuestionario de la Tabla 1. Las cuestiones 1, 2(a), 3 y 4 se analizaron calculando el porcentaje de respuestas adecuadas en cada caso.

La cuestión 2(b), de respuesta abierta, se analizó estableciendo un sistema de categorías. Para ello, los autores de este trabajo categorizaron las respuestas por separado y en caso de discrepancias, se llegó a un consenso.

Tabla 1. Cuestionario de diagnóstico de ideas previas sobre contaminación y energía

CUESTIÓN	OPCIONES DE RESPUESTA
1. De los siguientes gases, ¿cuáles piensas que son contaminantes al medio ambiente?	Oxígeno, ozono estratosférico, dióxido de carbono, monóxido de carbono, vapor de agua, nitrógeno, helio, dióxido de nitrógeno; dióxido de azufre; hidrógeno.
2. a) ¿Piensas que los coches eléctricos emiten CO <sub>2</sub> ? b) ¿En caso negativo, piensas que emiten otros gases? ¿Cuáles son?	Si/No [Pregunta abierta]
3. ¿Qué tipo de transformación energética se produce en el funcionamiento de un coche de gasolina?	Energía química a energía cinética. Energía cinética a energía química. Energía eléctrica a energía cinética. Energía cinética a energía eléctrica.
4. ¿Qué tipo de transformación energética se produce en el funcionamiento de un coche eléctrico?	Energía química a energía cinética. Energía cinética a energía química. Energía eléctrica a energía cinética. Energía cinética a energía eléctrica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Identificación de gases contaminantes

En la cuestión 1, el alumnado seleccionó todos los contaminantes incluidos (figura 1) en el listado, destacando mayoritariamente el dióxido de azufre (98,1%) mencionado por casi la totalidad de estudiantes, seguido del monóxido de carbono (96,2%), el dióxido de carbono (92,5%) y el dióxido de nitrógeno (83,0%).

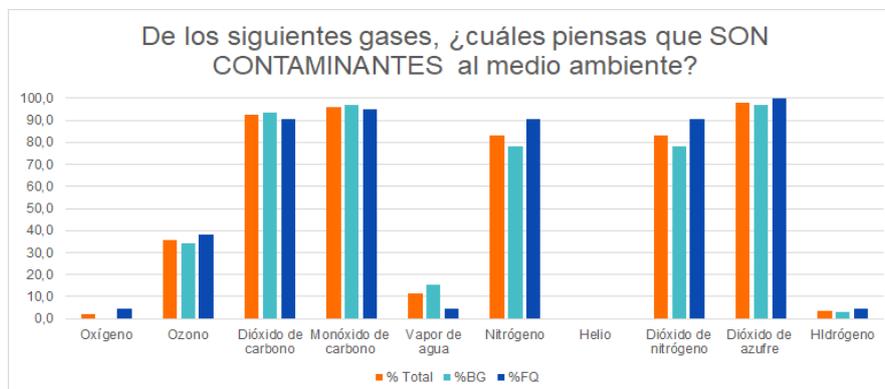


Figura 1. Respuestas a la cuestión 1 sobre gases contaminantes

Sin embargo, también incluyeron en sus respuestas otros gases no contaminantes como el nitrógeno (83,0%) y el ozono estratosférico (35,8%). De forma más minoritaria también identificaron el vapor de agua (11,3%), el oxígeno (1,9%) y el hidrógeno (3,8%). Llama especialmente la atención el elevado porcentaje de estudiantes que mencionan el nitrógeno como contaminante, cuestión que debería ser abordada en mayor profundidad.

Aunque los estudiantes de ambas especialidades mostraron respuestas similares, se observan algunas diferencias. En particular, se detectan para el caso del nitrógeno, indicado como gas contaminante por el 90,5% de los estudiantes de FQ y por el 78,1% de BG. Asimismo, estos porcentajes se repitieron para el dióxido de nitrógeno, lo que hace pensar que los consideran como el mismo gas o, al menos, que un elemento tiene el

mismo efecto contaminante que uno de sus compuestos. Otra diferencia se encuentra en el caso del vapor del agua, seleccionada por un 15,6% de BG y apenas un 4,8% de FQ.

### Emisiones de gases de los coches eléctricos

El 30,1% de los estudiantes considera que los coches eléctricos emiten dióxido de carbono durante su uso (cuestión 2), observándose diferencias en los porcentajes según la especialidad del Máster. Así, el 47,6% de los estudiantes de FQ considera que sí emiten CO<sub>2</sub>, mientras que sólo el 18,7% de BG lo pensaba. Las respuestas dadas por aquellos estudiantes que indicaban que los coches eléctricos no emiten dióxido de carbono se analizaron emergiendo las categorías recogidas en la tabla 2.

Se observa que la mayoría (40,5%) simplemente reafirmó que los coches eléctricos no emiten ningún gas. Como segunda categoría, el 27,0% del total afirmaba que emiten algún gas, pero no son capaces de identificarlos. Como tercera categoría, solo los estudiantes de BG consideraron que se emite dióxido de carbono de manera indirecta (21,6% del total). El resto de categorías, con porcentajes inferiores al 10%, se consideran minoritarias.

Tabla 2. Categorías emergentes de emisiones de coches eléctricos para estudiantes que respondieron negativamente a la cuestión 2.

CATEGORÍAS	Total (N=37)	BG (N=26)	FQ (N=11)	% Total	% BG	% FQ
No emiten ningún gas	15	10	5	40,5	38,5	45,5
Emiten otros gases, pero no saben cuales	10	5	5	27,0	19,2	45,5
Emiten CO <sub>2</sub> de forma indirecta	8	8	0	21,6	30,8	0,0
Emiten vapor de agua	3	2	1	8,1	7,7	9,1
Emiten ondas	1	1	0	2,7	3,8	0,0

### Transformaciones energéticas en coche de gasolina y eléctrico

La mayoría del profesorado en formación inicial (total: 94,3%; BG: 90,6%; FQ: 100,0%) reconocía que la transformación de energía que se produce en el funcionamiento de un coche de gasolina (cuestión 3) es de energía química a cinética. Sin embargo, se identifican tres estudiantes de BG para los cuales la transformación es otra de las propuestas.

En el caso de la transformación de energía que tiene lugar en el funcionamiento de un coche eléctrico (cuestión 4), se observó que la mayoría de los estudiantes (total: 90,6%; BG: 87,5%; FQ: 95,2%) reconocía la transformación de energía eléctrica a cinética. Asimismo, se identificaron de forma minoritaria algunos estudiantes que seleccionaron la transformación energética de química a cinética (Total: 9,4%; BG: 12,5%; FQ: 4,8%).

### CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados revelan que no existe una diferencia importante en la identificación de los principales gases contaminantes entre las dos especialidades. Destaca especialmente la idea previa identificada sobre el nitrógeno y el dióxido de nitrógeno como contaminantes,

lo que parece sugerir la dificultad, ya detectada en estudiantes de secundaria, para distinguir entre elemento y compuesto (Linares, 2004), idea que se mantiene en algunos estudiantes del Máster.

Con relación a las emisiones de los dos tipos de coches, se observan diferencias según la especialidad. Mientras que los estudiantes procedentes de estudios relacionados con BG responden de manera significativa que no emiten CO<sub>2</sub>, el alumnado de FQ está dividido: prácticamente el 50% opina que sí emiten ese gas y el otro 50% opina que no. Se debe averiguar si el motivo es que consideran también la emisión implicada en la producción de energía eléctrica que posibilita que el coche se mueva, en la fabricación de los coches y las baterías, o en la eliminación de residuos. En el caso de la transformación energética del coche se obtiene un consenso en las respuestas adecuadas entre ambas especialidades.

Como propuestas de mejora del cuestionario utilizado se plantean las siguientes: (a) Proponer actividades donde los estudiantes puedan distinguir entre gases contaminantes y los que no lo son a partir de sus características fundamentales, efectos sobre la salud y el medioambiente, (b) trabajar la diferencia entre elemento y compuesto químico, y (c) trabajar distintos aspectos relacionados con la fabricación, vida útil y eliminación de residuos de un coche, considerando en cuales de ellos se emite dióxido de carbono tanto en coches eléctricos como de combustible.

Como línea de futuro de este trabajo, se pretende diseñar un juego de rol para que los estudiantes tomen una decisión argumentada sobre el impacto medioambiental relacionado con el uso de coches eléctricos y de combustible.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i del Plan Nacional, referencia PID2019-105765GA-I00, titulado “Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España en la convocatoria 2019.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batterham, D., Stanisstreet, M., y Boyes, E. (1996). Kids, cars and conservation: Children's ideas about the environmental impact of motor vehicles. *International Journal of Science Education*, 18(3), 347-354.
- De Pro Bueno, A., y Rodríguez Moreno, F.J. (2014). Desarrollo de la propuesta “si se necesita más energía... que no se hagan más centrales” en un aula de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 267-284.
- Egbue, O., Long, S., y Ng, E.-H. (2015). Charge It! Translating Electric Vehicle Research Results to Engage 7th and 8th Grade Girls. *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), 663-670.
- Franco-Mariscal, A. J. (2015). Exploring the Everyday Context of Chemical Elements: Discovering the Elements of Car Components. *Journal of Chemical Education*, 92(10), 1672-1677.
- García-Carmona, A., y Criado, A.M. (2009). ¿Por qué los automóviles son como son? La evolución de un sistema tecnológico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 62, 92-106.
- González, I. (2020). Premio Nobel de Química 2019: Baterías Ion-Li. *Educación Química*, 31(1), 12. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.72730>

## Línea 6. Formación Inicial y Permanente del Profesorado

- Hockicko, P., Trpišová, B., y Ondruš, J. (2014). Correcting Students' Misconceptions about Automobile Braking Distances and Video Analysis Using Interactive Program Tracker. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 763-776.
- Jafer, Y. J. (2020). Assessing Kuwaiti Pre-service Science Teachers' Greenhouse Effect Perceptions and Misconceptions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(4), 657-667.
- King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education*, 48(1), 51-87.
- Krange, I., y Arnseth, H. C. (2012). Students' meaning making in science: Solving energy resource problems in virtual worlds combined with spreadsheets to develop graphs. *Cultural Studies of Science Education*, 7(3), 585-605.
- Linares, R. (2004). *Elemento, átomo y sustancia simple. Una reflexión a partir de la enseñanza de la Tabla Periódica en los cursos generales de Química*. Tesis Doctoral. Barcelona (España): Universidad Autónoma de Barcelona.
- Martín-Gámez, C., y Erduran, S. (2018). Understanding argumentation about socio-scientific issues on energy: A quantitative study with primary pre-service teachers in Spain. *Research in Science & Technological Education*, 1-21.
- Moreno, G., Blanco, Á., y España, E. (2015). Importancia del ahorro energético en la decisión de comprar un coche. Un estudio en 3º de ESO. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 80, 29-37.
- Tolppanen, S., Claudelin, A., y Kang, J. (2021). Pre-service Teachers' Knowledge and Perceptions of the Impact of Mitigative Climate Actions and Their Willingness to Act. *Research in Science Education*, 51(6), 1629-1649.