



Decisiones de estudiantes de 14/15 años en una propuesta didáctica sobre la compra de un coche

Fourteen/fifteen-year-old students' decisions in a teaching proposal on the buying of a car

Gloria Moreno-Fontiveros
Profesora de Tecnología del IES Benalmádena, Málaga (España)
gmorenofontiveros@gmail.com

Daniel Cebrián-Robles
Profesor de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga (España)
dcebrian@uma.es

Ángel Blanco-López
Profesor de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga (España)
ablancol@uma.es

Enrique España-Ramos
Profesor jubilado de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga (España)
enrienri@uma.es

RESUMEN • En este trabajo se analiza el posible impacto de una propuesta didáctica centrada en la toma de decisiones sobre la compra de un coche en los argumentos utilizados por 26 estudiantes de 3.º de Educación Secundaria Obligatoria. Antes y después de participar en la propuesta didáctica, se les plantearon dos tareas abiertas en las que tenían que tomar la decisión de comprar un coche con diferentes finalidades: en la primera, solo desde un punto de vista ambiental, y en la segunda, para elegir un coche familiar. Los resultados muestran una mejora notable en la identificación de los factores principales que tener en cuenta en la compra de un coche, en la capacidad de justificar con un mayor nivel de concreción y en las pruebas aportadas. También se constata una mejora de la conciencia ambiental de los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Toma de decisión; Argumentos; Problema de la vida diaria; Compra de un coche; Conciencia ambiental.

ABSTRACT • In this paper we analyze the possible impact of a teaching proposal focused on the decision-making about the purchase of a car on the arguments used by secondary school students. Before and after participating in the teacher proposal, twenty-six students of secondary school (14-15 years old) participated and were asked to give their answers to two open tasks in which they had to make the decision to buy a car, in the first one only from an environmental point of view and in the second one to choose a family car. The results obtained show a remarkable improvement in the identification of the main factors to be taken into account in the purchase of a car, in the ability to justify their answers and decisions by showing a higher level of concreteness and in the evidence provided. There is also an improvement in students' environmental awareness.

KEYWORDS: Decision-making; Arguments; Everyday issues; Buying a car; Environmental awareness.

Recepción: abril 2020 • Aceptación: julio 2021

INTRODUCCIÓN

La toma de decisiones en la vida diaria está siendo objeto de atención en la enseñanza de las ciencias, entre otras razones, por la importancia de que estas decisiones estén basadas en conocimientos científicos y tecnológicos (Sadler y Zeidler, 2005; Yacoubian, 2018). La falta de información y tergiversación en los medios sobre aspectos relacionados con la ciencia y la tecnología y la fuerza persuasoria de las campañas publicitarias sobre la compra de tecnología (García-Martín, 2018) son factores que pueden conducir a una mala práctica en la toma de decisiones en la vida diaria. Por ello, es de vital importancia un aprendizaje científico basado en valores que integre la conciencia medioambiental (Hadjichambis et al., 2020), la naturaleza de la ciencia y que también cuestione el *statu quo* actual, tal y como se hace en la construcción del conocimiento científico, que parte de la crítica como motor de progreso. En este ejercicio crítico, es esencial la capacidad de argumentar basándose en pruebas que deben ser cuestionadas y evaluadas antes de ser aceptadas como válidas (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2018). Desde la educación, se deben facilitar aprendizajes encaminados a adquirir dichas competencias (Khishfe, 2020).

Con objeto de aplicar estas ideas en propuestas didácticas concretas, se llevó a cabo el diseño e implementación de una secuencia didáctica centrada en la toma de decisiones sobre la compra de un coche con estudiantes de 3.º de Educación Secundaria Obligatoria (Moreno et al., 2016). En la presente investigación se analiza la eficacia de dicha propuesta para las decisiones que adoptan y en la mejora de su conciencia ambiental.

MARCO TEÓRICO

Toma de decisiones y argumentación en la enseñanza de las ciencias

Patronis et al. (1999) afirmaron que un papel activo de la ciudadanía en la sociedad implica la toma de decisiones para la resolución de controversias y problemas sociales creados por las complejas relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, incluyendo en esta ecuación, como se ha indicado antes, el medio ambiente. Según Jiménez-Aleixandre (2002), uno de los objetivos de la educación ambiental y la enseñanza de las ciencias es empoderar a las personas para tomar decisiones, pero para ello se hace necesario un conocimiento múltiple e integrador de ecología, economía, tecnología, sociedad, ciencia, etc. De lo contrario, los ciudadanos no tendrían una visión de conjunto frente a los retos que plantean las controversias y problemas sociales.

Las decisiones que toma la ciudadanía, ya sean sobre problemas personales, públicos o empresariales, están basadas, de alguna forma, en creencias y valores, pero la ciencia puede y debe ayudar a tomar esas decisiones y a revisar dichas creencias y valores (von Winterfeldt, 2013). Si, además, estos problemas tienen repercusiones sociales y medioambientales, se incrementa la importancia para la sociedad de la toma de decisiones sobre ellos (Martínez-Bernat et al., 2019). Esto preocupa a la didáctica de las ciencias, que intenta enseñar a tomar decisiones argumentadas basadas en pruebas científicas (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2018), en actitudes y valores sociales (Siribunnam et al., 2014), y en el uso de justificaciones basadas en el conocimiento científico, entre otras. Fang et al. (2018) proponen el uso de un marco teórico para la toma de decisiones de problemas sociales con repercusión científica que se basa en: la determinación de un contexto, en este caso que tenga repercusión y relevancia social para tomar decisiones como primer paso; a continuación, el establecimiento de una estrategia para tomar la decisión y que esta esté basada en el conocimiento científico y tecnológico; y, por último, la reflexión sobre el proceso de la toma de decisión.

Uno de los retos, según Pérez-Echeverría et al. (2016), para el aprendizaje de argumentación en la enseñanza de las ciencias es tener claro en qué consiste la competencia argumentativa, pues esta va a depender de las perspectivas asumidas que pueden centrarse, entre otras, en criterios disciplinares como el pensamiento crítico (Yacoubian y Khishfe, 2018), o de otra naturaleza, como la calidad del argumento (Osborne, 2010). Por otro lado, la literatura muestra que no todos los tipos de tareas argumentativas son igualmente eficaces para desarrollar la competencia en argumentación, y que las metas argumentativas son determinantes en la calidad de los argumentos (Villarroel et al., 2019). A su vez, esta competencia, según Osborne et al. (2016), requiere atender tanto la construcción como la crítica de argumentos. Uno de los modelos más utilizados para analizar el contenido de los argumentos es el de Toulmin (1958), conocido como *Toulmin's argument pattern* (TAP) (Erduran et al., 2004), que está constituido por seis componentes: afirmaciones o conclusiones, pruebas, justificaciones, respaldo teórico, cualificadores y refutaciones. En el argumento, además de una afirmación, se necesitan, según Erduran et al. (2004, p. 57), «pruebas que apoyen esa afirmación; justificaciones que proporcionen un vínculo entre las pruebas y la afirmación; respaldos que refuercen las justificaciones; y, por último, refutaciones que señalen las circunstancias en las que la afirmación no sería cierta». A su vez, Jiménez-Aleixandre plantea que, de estos seis componentes, se consideran componentes básicos de un argumento las conclusiones, justificaciones y pruebas, considerando estas últimas como un aspecto clave de la argumentación científica entendida como «la capacidad de relacionar explicaciones y pruebas, o en otras palabras, de evaluar el conocimiento en base a las pruebas disponibles» (2010, p. 11). La literatura ha puesto de manifiesto que la identificación y el uso de pruebas en los argumentos es uno de los aspectos más difíciles para el alumnado (Bravo-Torija et al., 2009). Se requiere, por tanto, una especial atención para ayudar al alumnado a mejorar la identificación y el uso de pruebas. A su vez, el progreso del alumnado en estas capacidades puede considerarse como un indicador de la calidad de sus argumentos (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2018).

La construcción de argumentos por parte del alumnado constituye un aspecto importante para la toma de decisiones basada en pruebas (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2018) y se presenta como una perspectiva educativa interesante para involucrar al alumnado en su alfabetización científica, a la vez que los prepara para la participación democrática (Yacoubian y Khishfe, 2018).

La compra de un coche como contexto educativo

En el aprendizaje de las ciencias es de especial interés abordar problemas del contexto de la vida diaria del alumnado, ya que ayudan a la toma de decisiones fundamentadas (Blanco et al., 2018). Como ejemplo de estos problemas se puede considerar la decisión de comprar un coche (Moreno et al., 2015), entendiendo que se trata de un contexto muy relevante para promover, entre otras, la conciencia ambiental de los estudiantes (Hadjichambis et al., 2020). La conciencia ambiental es un constructo complejo, en el que confluyen varias dimensiones que atienden a aspectos: *a*) cognitivos, que están implicados en la memoria, la toma de decisiones, la inferencia, el razonamiento, entre otros; *b*) afectivos, basados en reacciones emocionales como el miedo o la ansiedad; y *c*) actitudinales-conductuales, basados en la relación de valores, actitudes y conductas que no siempre se dan a la vez (Muñoz-van-den-Eynde, 2011).

Este problema presenta una serie de características (Jiménez-Aleixandre y Díaz-de-Bustamante, 2003) que lo hacen idóneo para desarrollar el discurso y la argumentación en clases de ciencias, tales como: que constituye un verdadero problema, es decir, que no tiene una solución inmediata ni obvia; que puede ser relevante para el alumnado, pues está situado en un contexto familiar de la vida real y cercana; que requiere de procesos de indagación para su resolución; y que es abierto, es decir, está poco estructurado, como sucede con los problemas de la vida real, que suelen generar una variedad de respuestas posibles, lo que favorece el debate y la toma de decisiones basadas en pruebas y justificaciones científicas.

La compra de un coche muestra una gran variedad de vertientes y dimensiones que pueden utilizarse en el contexto educativo. Su abordaje requiere, por parte del alumnado, seleccionar y decidir cuáles de estas dimensiones son necesarias para la elección de un coche adaptado a sus necesidades reales. Además, es importante que el alumnado tenga en cuenta el impacto que su compra y su uso tienen desde el punto de vista social, ambiental y global; y que también desarrolle un pensamiento crítico que le permita interpretar la información que hay detrás de los mensajes publicitarios sobre la compra de coches, como, por ejemplo, la identificación de la discriminación de género que existe habitualmente en este ámbito (Kumar, 2017; Moreno, España y Blanco, 2015). Según García-Martín (2018, p. 101), «es responsabilidad de los docentes formar ciudadanos que piensen de forma crítica, proporcionándoles herramientas para que sepan interpretar la publicidad en un contexto cultural en el que irremediamente son parte de la sociedad como consumidores».

Algunos trabajos, como el de González (2006), han abordado la cuestión de «¿Cómo elegir un coche?», con la intención principal de desarrollar un método de trabajo aplicable a muchas situaciones de la vida, como son dividir una tarea compleja en asuntos más pequeños y manejables, establecer prioridades y fijar criterios y aplicar esos criterios a las situaciones concretas. García-Carmona y Criado (2009) presentan unidades didácticas de indagación centradas en el estudio del automóvil como sistema tecnológico evolutivo según las necesidades de la sociedad (económicas, de seguridad, medioambientales, socioculturales, estéticas, etc.) y los avances científicos-tecnológicos acordes con estas necesidades. Miralles-Lucena (2008) describe un proyecto educativo, con alumnado de secundaria que participa en una maratón ecológica, *eco-marathon*, consistente en la construcción y puesta en práctica de coches de bajo consumo, a través de una carrera en la que gana el vehículo que sea capaz de hacer más kilómetros con un litro de combustible.

El objetivo de estos trabajos es desarrollar en estudiantes de secundaria su curiosidad por el mundo de la mecánica y sensibilizarlos en el respeto y cuidado medioambiental. Continuando con estos objetivos en la propuesta didáctica en la que se basa este artículo, se intenta dar un paso hacia adelante utilizando este problema además como contexto para ayudar a los estudiantes a mejorar sus capacidades para la toma de decisiones y la argumentación.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En este trabajo se pretende responder a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué tipo de decisiones y argumentos manifiestan estudiantes de 14-15 años sobre la compra de un coche, antes y después de participar en una propuesta didáctica diseñada con esta finalidad?
2. ¿De qué forma la propuesta didáctica ayuda a los estudiantes en su toma de decisiones y a mejorar sus argumentos?
3. ¿De qué forma la propuesta didáctica ayuda a los estudiantes a mejorar su conciencia ambiental?

PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta didáctica, titulada «¿Qué coche comprar?», se desarrolló siguiendo la metodología de investigación basada en el diseño, que implica ciclos de diseño, implementación y análisis retrospectivo (Juuti y Lavonen, 2006). Se llevaron a cabo dos ciclos: en el primero se realizó un estudio piloto con un grupo de 23 alumnos/as (13 chicas y 10 chicos) de 3.º de ESO, se analizaron los resultados y se llevaron a cabo propuestas de cambios y mejoras. En un segundo ciclo, se rediseñó la propuesta didáctica y se volvió a implementar (y evaluar) con otro grupo de 3.º de ESO en un estudio principal que es el que se describe a continuación.

Tiene un carácter interdisciplinar y transversal, con respecto a la organización del currículum de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), y se plantea fomentar el uso de pruebas para justificar la decisión de compra de un coche, interpretar la información de catálogos e identificar en ellos datos relevantes, utilizar e interpretar datos técnicos de consumo y seguridad de los coches, conocer y explicar el funcionamiento del motor del coche, desarrollar el pensamiento crítico hacia la publicidad y aspectos de género en el mundo del automóvil, así como tomar conciencia sobre las repercusiones medioambientales de la elección. Se abordan conceptos físicos (energía, potencia, velocidad, etc.) que ayudan al alumnado a comprender las relaciones entre el ciclo termodinámico o eléctrico producido en un motor de un coche y el posible impacto con respecto al medio ambiente. Se trata de que los estudiantes, por un lado, tomen conciencia de los avances tecnológicos y científicos basados en la sostenibilidad y, por otro lado, adquieran un aprendizaje acerca del impacto ambiental del consumo de energía y la necesidad de ahorro energético automovilístico. Finalmente, también se tratan aspectos sociales relevantes como la igualdad de género (Schreiner y Sjøberg, 2004).

Su implementación se desarrolló en 16 sesiones de clase de una hora de duración, con una serie de preguntas que guían y orientan el proceso seguido en la secuencia de actividades, que se organiza en cuatro fases:

- 1.^a Orientación y explicación de ideas previas, en la que se analizan los estereotipos que presentan los mensajes publicitarios de los coches, así como aspectos de género. Para ello se pide al alumnado que identifique los mensajes de dos carteles publicitarios de coches de diferente época y que reflexione sobre la influencia de la publicidad en nuestras creencias. La finalidad de esta primera fase es abordar la igualdad de género y hacer conscientes a las chicas de que el mundo del automóvil también es asunto de ellas e involucrarlas activamente en la propuesta didáctica (Moreno et al., 2015).
- 2.^a Construcción de los conocimientos y habilidades necesarios mediante el tratamiento de los factores más importantes que considerar en la compra de un coche. En primer lugar, cada estudiante elige un coche para un familiar y recoge catálogos en los concesionarios o en internet. También se le pide que decida el tipo de motor (diésel o gasolina) y la potencia máxima (en caballos de vapor) y que identifiquen esas características en los catálogos que han recogido. Una vez elegido el coche, se lleva a cabo el estudio y análisis de los principales factores a tener en cuenta para la compra (consumo, contaminación, mecánica del motor, seguridad y coste) y su aplicación al coche que han elegido.

Para ello se realizan actividades como las siguientes:

- Comparar y valorar los datos de consumo de los motores de gasolina y diésel.
- Relacionar el consumo de un coche con el precio del combustible.
- Analizar, en función del consumo y del uso que se le va a dar, la rentabilidad del coche elegido.
- Identificar en el catálogo las emisiones de dióxido de carbono de los motores de gasolina y diésel del coche elegido.
- Reconocer y valorar la existencia de la emisión a la atmósfera de otras sustancias contaminantes como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, etc.
- Analizar y valorar las consecuencias de las emisiones en el medio ambiente.
- Identificar las principales partes de los motores de combustión interna y reconocer su funcionamiento.
- Interpretar los datos de seguridad de coches que proporciona la web de Euroncap.
- Reconocer los gastos que tener en cuenta a la hora de la compra, el uso y el mantenimiento de un coche y analizar de qué factores dependen.

- 3.^a Aplicación de lo aprendido para tomar una decisión final sobre la compra de un coche. El alumnado toma una decisión final sobre el coche elegido inicialmente u otro, si ha cambiado de opinión durante el transcurso del trabajo desarrollado.
- 4.^a Síntesis, recapitulación y evaluación de la propuesta didáctica y de la implicación de los estudiantes. En esta fase, el alumnado realiza un informe sobre su decisión final con relación a qué coche aconsejarían a su padre/madre. Se le plantea que argumente sobre la idoneidad del coche que eligieron inicialmente, o de otro si ha cambiado de opinión, tras el proceso seguido en la unidad didáctica. Además, en esta fase se realiza una prueba final de evaluación sobre su desempeño competencial y se lleva a cabo una visita a las instalaciones de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Málaga durante la cual profesores/as de la Escuela resuelven dudas surgidas durante el desarrollo del trabajo o sobre los estudios de ingeniería.

Una descripción más pormenorizada de las actividades de esta propuesta didáctica puede verse en Moreno et al. (2016).

METODOLOGÍA

Se ha utilizado un diseño preexperimental con un solo grupo y medidas pretest-postest. El proceso de obtención y análisis de los datos ha seguido un enfoque mixto con instrumentos, tareas escritas abiertas, que permiten la recogida de datos, su análisis e interpretación con valores cuantitativos y cualitativos (Creswell, 2014).

Participantes

Se trata de 26 estudiantes (18 chicas y 8 chicos) que cursaban la asignatura de Tecnología de tercer curso (14-15 años) de la ESO en un instituto de educación secundaria de la provincia de Málaga (España). En general, el grupo presentaba una buena predisposición al aprendizaje, y la gran mayoría manifestaba continuar sus estudios después de la ESO. La profesora de esta materia, titulada en Ingeniería Técnica Industrial de Mecánica, con una experiencia docente de cinco años en el momento de la investigación, es, a su vez, una de las autoras de este trabajo.

Recogida y análisis de datos

En este trabajo se utilizan dos tareas que formaban parte del pretest-postest en las que los estudiantes tenían que tomar una decisión sobre la compra de un coche en diferentes contextos. Los estudiantes cumplieron el pretest un día antes de comenzar la enseñanza de la propuesta didáctica y el postest una semana después de finalizarla.

Para analizar las respuestas a ambas tareas el equipo de investigación, de forma conjunta, elaboró, partiendo de las respuestas de los estudiantes y de una forma emergente (Dey, 2005), sendos sistemas de categorización teniendo en cuenta la finalidad y los objetivos de la propuesta didáctica, así como los componentes de los argumentos que se solicitaban en cada una de las tareas (Jiménez-Aleixandre, 2010). A continuación, el primer autor del artículo llevó a cabo la categorización de la respuesta de los estudiantes, planteándose y resolviéndose por todo el equipo aquellos casos en los que se plantearon dudas.

Se describe a continuación cada una de las tareas (en el anexo I aparecen sus enunciados) y el procedimiento de análisis de las respuestas de los estudiantes.

Tarea 1. Los coches y el medio ambiente

Se pide a los estudiantes que justifiquen la elección de compra de un coche desde un punto de vista medioambiental, entre cuatro tipos de propulsión de coches: gasolina, diésel, eléctrico e híbrido. Desde el punto de vista de la argumentación, se pretende conocer los componentes básicos de los argumentos que utilizan los estudiantes, según el esquema de Toulmin (Jiménez-Aleixandre, 2010): conclusiones (el tipo de coche elegido), justificaciones y pruebas.

Se analiza, en primer lugar, la toma de decisiones, en términos del/de los coche/s concreto/s que elegían (la conclusión en este caso), mediante un diagrama Sankey que permite conocer qué estudiantes cambian o no de opción de coche tras participar en la propuesta didáctica. Por otro lado, se ha utilizado una rúbrica de cinco niveles para analizar los otros dos componentes de los argumentos: las justificaciones y las pruebas aportadas, según su grado de especificidad y precisión (tabla 1).

Tabla 1.
Rúbrica de evaluación de las justificaciones
y pruebas aportadas en las respuestas a la tarea 1 «Los coches y el medio ambiente»

<i>Nivel</i>	<i>Justificación</i>	<i>Pruebas</i>
1	No justifica.	No aporta pruebas.
2	Se centra en la repercusión del coche elegido de forma indirecta (refiriéndose el consumo energético).	Indica los causantes más evidentes de los impactos ambientales en términos generales y sin especificar los contaminantes.
3	Indica solo efectos generales sobre el medio ambiente, utilizando un lenguaje cotidiano.	Indica los causantes más evidentes y directos de los impactos ambientales, nombrando tipos de gases contaminantes.
4	Indica uno de los siguientes tipos de impactos ambientales concretos: contaminación atmosférica (At), acústica (Ac), agotamiento de recursos (Ar), efecto invernadero (Ei), lluvia ácida (Lla) o residuos sólidos tóxicos (Rst).	Indica los causantes menos evidentes de los impactos ambientales (obtención de energía que utiliza el coche, fabricación y/o material de las baterías).
5	Indica dos o más tipos de impactos ambientales concretos.	Indica los causantes más y menos evidentes de los impactos ambientales.

A continuación, se presentan dos ejemplos de cómo se han categorizado las justificaciones (en cursiva), pruebas aportadas (en negrita) y la conclusión (texto subrayado en línea continua) incluidas en las respuestas de los estudiantes.

El diésel porque me parece el más adecuado, por ejemplo: *la gasolina es más cara. Mis padres usan diésel y lo recomiendan* (B24, pretest).

En el pretest, el estudiante B24 no identificó ninguna prueba en su argumento para la selección del coche diésel, por lo que se categoriza en el nivel 1 en pruebas. Además, las justificaciones que presenta «la gasolina es más cara» o «mis padres usan el diésel y lo recomiendan» se consideran también de nivel 1, porque no hacen alusión al medio ambiente, sino a otros aspectos como el coste o las opiniones de los padres. En este argumento no se ha presentado ningún conocimiento científico-tecnológico por parte del estudiante.

La respuesta de este mismo estudiante una vez terminado el programa formativo fue la siguiente:

Yo, personal y sinceramente, elegiría el híbrido, porque **combina las emisiones de CO₂ con la electricidad**, sin embargo, **el diesel y la gasolina tan solo emiten CO₂**, y **el eléctrico solo electricidad**, por lo que ambos factores conllevan grandes contaminaciones para el medio ambiente, al contrario que el híbrido, combinando útilmente la gasolina con la electricidad. Además, *si quiero ir a un campo con el híbrido, donde no haya recursos de electricidad, podría utilizar la gasolina, cosa que no podría hacer con el eléctrico, por lo que con este último me quedaría parada*. En conclusión, elegiría el híbrido por su combinación de gasolina y electricidad, *es mucho más rentable, aparte de que es más silencioso* (B24, postest).

El estudiante cambió su elección de coche diésel en el pretest a coche híbrido en el postest. Las dos pruebas aportadas en su argumento son: «combina las emisiones de CO₂» y «el diesel y la gasolina tan solo emiten CO₂», consideradas de nivel 3, por tratarse de causas evidentes. En cuanto a las justificaciones, el estudiante presenta 5 justificaciones, siendo el nivel más alto de tipo 4 al indicar el impacto acústico: «aparte de que es más silencioso».

Tarea 2. Elige un coche

Se trata de elegir un coche entre tres opciones similares cuyas características se presentan en forma de catálogo (tabla 4 del anexo I). La aportación de estos catálogos permite, como en el trabajo de Patronis et al. (1999), que los estudiantes puedan utilizar datos científicos y tecnológicos para argumentar, junto a sus propias creencias y valores personales.

Se ha llevado a cabo un análisis centrado en los datos del catálogo utilizados por los estudiantes como pruebas para apoyar su decisión, que se han asociado a los factores abordados durante la propuesta didáctica (consumo, contaminación, mecánica del motor, seguridad y coste). Dado el objetivo y el enunciado de la tarea, los estudiantes se ciñeron a identificar y utilizar exclusivamente datos del catálogo, excepto dos estudiantes (B12 y B20) que, además, en sus respuestas incluyeron el «precio de los impuestos de circulación». Así, el estudiante B12 indica en el postest: «[...] y en el impuesto de circulación que saldrá próximamente que mide lo contaminante que es tu coche, y en nuestro caso no lo es [...]». Para simplificar, en la elección de estos factores, no se han tenido en cuenta otros aspectos relacionados con la producción, mantenimiento y desecho de materiales que también están relacionados con el impacto ambiental, pero que, dados los datos del catálogo, son más complejos de cuantificar.

La respuesta de un estudiante (B14) antes y después del programa formativo se muestra como ejemplo de categorización utilizando las categorías del catálogo, subrayando en línea continua las alusiones al catálogo, para la elección en ambos casos del coche B:

Porque está fabricado de hierro y aluminio. El hierro es mejor para los golpes. Su depósito es para 60 litros (B14, pretest).

Como puede verse, inicialmente este estudiante se apoya solo en dos datos, haciendo única mención a la seguridad, ya que indica que el hierro es mejor para los golpes. Aunque pudiera parecer que la prueba referida a los materiales tiene que ver con el medio ambiente, en este caso, la justificación no está relacionada con el impacto ambiental, sino con la seguridad, por lo que no se ha tenido en cuenta como un factor medioambiental.

En su respuesta después del programa formativo:

En la **potencia 130 CV** es el que **menos consume**. En el **par máximo 32,7 mkg**. En los litros que caben en el **depósito, 60 l**. En la **velocidad máxima**. Su **consumo urbano es el más bajo** y extraurbano también. Tiene todas las **estrellas de seguridad**. Creo que es el coche más adecuado por lo que **gasta, seguridad**, etc. Aunque sea el **más caro**, a la larga será el mejor (B14, postest).

En este caso, el estudiante hace mención a un buen número de nuevos parámetros relacionados con consumo, mecánica del motor, seguridad y coste.

Una vez confeccionados los procedimientos de análisis de cada tarea, dos de los autores del trabajo realizaron de forma independiente la asignación de las respuestas a las diferentes categorías y posteriormente se discutieron aquellas respuestas en las que no hubo acuerdo en la categorización.

Análisis estadístico

Una vez categorizadas las respuestas de los estudiantes, se han realizado las pruebas estadísticas de contraste utilizando pruebas no paramétricas, ya que la distribución de los datos obtenidos no se ajusta a la normalidad, según la prueba Kolmogorov-Smirnov. La prueba estadística de Wilcoxon ha sido empleada para analizar si hay diferencias significativas en los niveles de las justificaciones y pruebas usados para la elección del coche en sus argumentos (tarea 1) y en términos del uso o no de cada uno de los datos del catálogo utilizados para justificar la elección del coche (tarea 2). El tamaño del efecto de la prueba estadística de Wilcoxon se calculó utilizando la ecuación $r = Z / \sqrt{N}$, donde N es la suma del número de estudiantes en los dos momentos temporales y Z es el valor de la prueba estadística. En cuanto al valor de r calculado en términos absolutos: 0,1 se considera un efecto pequeño; 0,3 un efecto medio; y 0,5 un efecto grande (Cohen, 1988).

RESULTADOS

Tarea 1. Los coches y el medio ambiente

Decisión

De los 26 estudiantes, 25 hicieron su elección de coche tanto antes como después del programa formativo. A pesar de que las respuestas a la decisión del tipo de propulsión de coche podía ser gasolina, diésel, eléctrico e híbrido, ningún estudiante se posicionó sobre el uso de la gasolina; sin embargo, se añadió una categoría «híbrido/eléctrico» para el análisis de las respuestas de estudiantes que no dejaban clara la decisión de una propulsión con motor híbrido o motor eléctrico, como, por ejemplo: «yo me compraría un eléctrico o un híbrido. Ya que son los dos coches de esos cuatro que contaminan menos [...]» (estudiante B7 en el postest). Consideramos que, desde el punto de vista ambiental, centrándonos en la emisión directa de CO₂, los cambios en la elección del coche son positivos y se mueven a través de las siguientes categorías: diésel → híbrido → híbrido/eléctrico → eléctrico. El diésel se ha puesto en primer lugar, ya que presenta una mayor emisión de partículas contaminantes que en el resto de las opciones (sin incluir la gasolina, que no fue seleccionada por ningún estudiante). El motor híbrido se ha puesto en el siguiente nivel, ya que presenta un menor número de partículas contaminantes, pues una gran parte de su transformación la hace mediante un motor más eficiente en cuanto a la generación de energía eléctrica a través de las frenadas regenerativas, los funcionamientos constantes de un motor y las desaceleraciones. El siguiente motor elegido desde el punto de vista ambiental sería el de la categoría híbrido/eléctrico, por lo anteriormente expuesto del motor híbrido y porque el motor eléctrico no emite ningún tipo de partículas, al menos en lo que respecta al uso del automóvil; aunque otra cuestión importante sería aclarar el origen de esa energía eléctrica utilizada para recargar el coche. Este origen debería ser fundamentalmente de fuentes renovables. Por estas razones, hemos asignado la categoría de coche eléctrico como la que mejor atiende a las cuestiones medioambientales.

Una vez analizadas las respuestas de cada estudiante con estas categorías, se obtienen los siguientes cambios en la elección de coche entre el pretest y postest (figura 1).

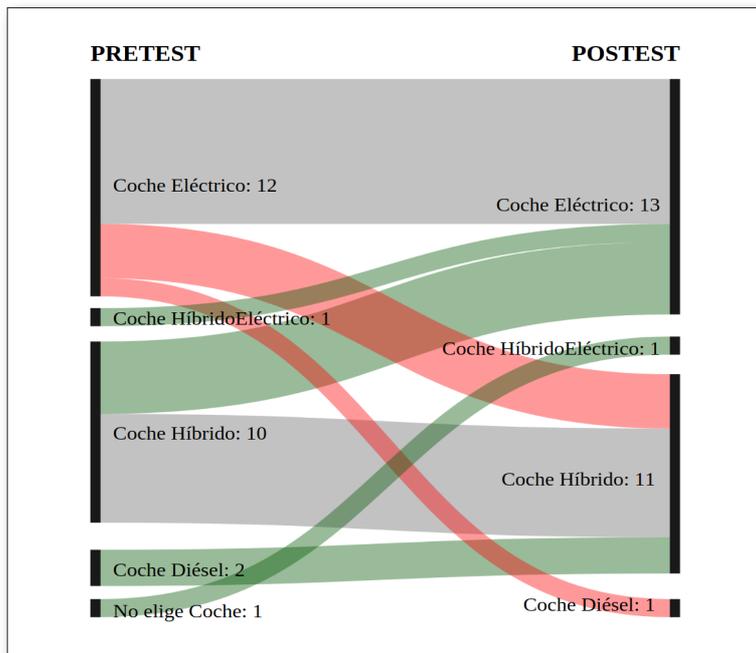


Fig. 1. Diagrama de flujo sobre la elección de un determinado tipo de coche en pre y postest.

El color verde (figura 1) representa a estudiantes que mejoran su decisión, el color gris a los que la mantienen y el color rojo los que la empeoran con respecto al medio ambiente al final de la propuesta didáctica. Los resultados obtenidos muestran (figura 1) que ningún estudiante eligió el coche gasolina y que 8 estudiantes hicieron la elección más adecuada (eléctrico) en el pretest y postest. De los 18 estudiantes restantes, 8 mejoraron su elección (suma de todas las bandas de color verde), 4 retroceden (suma de las bandas de color rojo) –3 de ellos para pasar de eléctrico a híbrido y 1 de eléctrico a diésel– y 6 eligen el mismo tipo de coche (la banda de color gris).

Justificaciones y pruebas

Los resultados obtenidos sobre el nivel de calidad de las justificaciones y las pruebas presentadas por el alumnado en la elección del coche, antes y después del programa formativo, se muestran en el anexo II, y en la tabla 2 se recogen las pruebas estadísticas.

Tabla 2. Prueba estadística de las justificaciones y pruebas incluidas en las respuestas a la tarea 1

	Pretest		Postest		Rangos			Wilcoxon		
	x	Mdn	x	Mdn	Negativo	Positivo	Empates	Z	p-value	r
Justificación	2,31	3,00	3,42	4,00	3,00	16,00	7,00	-2,9	0,004	0,57
Pruebas	1,81	1,00	3,85	4,50	3,00	21,00	2,00	-3,9	0,000	0,78

x: promedio del nivel alcanzado; Mdn: mediana; r: tamaño del efecto de la prueba Wilcoxon.

La tabla 2 muestra la existencia de un aumento considerable de estudiantes que reconocen algunos tipos concretos de los impactos ambientales que producen los coches en su uso y fabricación después de participar en la propuesta didáctica, lo que se pone de manifiesto por los valores de la media y mediana en el posttest. Este resultado se considera satisfactorio, aunque podría haber sido un porcentaje superior, ya que muchos de los estudiantes aportaron justificaciones no relacionadas con el aspecto medioambiental. Los valores del estadístico de contraste ($Z = -2,910$; $p\text{-value} = 0,004$) muestran que al final de la propuesta didáctica los estudiantes han mejorado el nivel de sus justificaciones en sus respuestas y que el tamaño del efecto es alto ($r = 0,57$). Con respecto a las pruebas, los resultados también muestran cambios positivos para el alumnado con diferencias significativas ($Z = -3,97$; $p\text{-value} = 0,000$) y con un tamaño de efecto igualmente alto ($r = 0,78$).

Tarea 2. Elige un coche

Los resultados obtenidos sobre la frecuencia y el porcentaje de estudiantes que utilizan cada uno de los datos del catálogo (tabla 4 del anexo I), como pruebas para apoyar su decisión, se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.
Prueba estadística la utilización de los distintos datos del catálogo de la tarea 2

Datos del catálogo	Pretest		Posttest		Rangos			Wilcoxon		
	f	%	f	%	Negativo	Positivo	Nulo	Z	p-value	r
Calificación energética (Cons)	3	11,5	3	11,5	3	3	20	0,00	NS	-
Consumo Extraurbano (Cons)	4	15,4	14	53,8	2	12	12	-2,67	0,008	0,52
Emisión de CO ₂ (Cont)	8	30,8	21	80,8	3	16	7	-2,98	0,003	0,58
Velocidad máx. (M)	10	38,5	6	23,1	9	5	12	-1,07	NS	-
Aceleración (M)	4	15,4	2	7,7	3	1	22	-1,00	NS	-
Par máximo (M)	2	7,7	21	80,8	0	19	7	-4,36	0,000	0,85
Distribución (M)	1	3,8	0	0,0	1	0	25	-1,00	NS	-
Potencia máxima (M)	13	50,0	19	73,1	4	10	12	-1,60	NS	-
Bloque/culata (M)	7	26,9	3	11,5	6	2	18	-1,41	NS	-
Cilindrada (M)	1	3,8	7	26,9	1	7	18	-2,12	0,034	0,42
Clasificación Euro NCAP (S)	4	15,4	12	46,2	4	12	10	-2,00	0,046	0,39
Precio inicial (Cos)	4	15,4	7	26,9	2	5	19	-1,13	NS	-
Precio impuesto circulación (Cos)	0	0,0	2	7,7	0	2	24	-1,41	NS	-
Depósito combustible (O)	9	34,6	5	19,2	6	2	18	-1,41	NS	-
Peso (O)	5	19,2	4	15,4	2	1	23	-0,58	NS	-
Maletero (O)	11	42,3	11	42,3	4	4	18	0,00	NS	-
Plazas (O)	6	23,1	1	3,8	5	0	21	-2,24	0,025	0,44
Cotas (O)	1	3,8	1	3,8	1	1	24	0,00	NS	-

NS: no hay diferencias significativas; f: frecuencia de estudiantes; %: porcentaje de estudiantes; Cons: consumo; Cont: contaminación; M: mecánica del motor; S: seguridad; Cos: coste; O: otros. Negativo: estudiantes que mencionan en el pretest, pero no en el posttest; Positivos: estudiantes que mencionan solo en el posttest; Nulos: se mantienen igual en el pretest y posttest.

Teniendo en cuenta los cinco factores que se habían trabajado en la propuesta didáctica (consumo, contaminación, mecánica del motor, seguridad y coste), podemos corroborar que los estudiantes mencionan todos estos factores en un número más elevado en el postest que en el pretest. Entre ellos, es de resaltar que los datos del catálogo en los que aparecen diferencias estadísticas significativas entre pretest y postest, y un tamaño de efecto alto ($r \geq 0,5$), han sido las emisiones de CO_2 , que ha supuesto un cambio de 8 a 21 estudiantes que las mencionan (factor de contaminación); el par máximo, que ha supuesto un cambio de 2 a 21 estudiantes (factor de mecánica del motor); y el consumo extraurbano, que ha supuesto un cambio de 4 a 14 estudiantes (factor de consumo).

Con respecto al factor de la seguridad, también se aprecia un cambio significativo con un tamaño de efecto medio ($r = 0,39$) en la atención de los estudiantes a la calificación Euro NCAP (de 4 a 12 estudiantes), lo que muestra que este factor comienza a ser considerado relevante para la compra del coche. Lo mismo sucede con la mayor referencia que se hace de la cilindrada en el postest con respecto al pretest, pero algunos indican su poca relevancia para la elección, tal y como se había tratado en la propuesta didáctica, como, por ejemplo: «su cilindrada es menor, pero no importa mucho ya que la cilindrada no es un factor importante» (alumno B15, postest). También se aprecian diferencias significativas, con un tamaño de efecto medio ($r = 0,44$), en el aspecto relativo a las plazas del coche, pero en este caso para indicar que dejan de considerarlas un aspecto importante después de participar en la propuesta didáctica.

Un ejemplo de respuesta de argumentación completa podría ser la realizada por la alumna B20: «En definitiva, he elegido el coche A porque, aunque respecto al par máximo, consumo y emisiones de CO_2 los datos no sean tan buenos como en los otros dos coches, el coste en general es menor, tanto en el precio inicial como el impuesto de circulación y el seguro, porque su cilindrada y peso es menor. Además, la diferencia de consumo respecto a los otros coches no es muy grande y tiene cinco estrellas de seguridad».

DISCUSIÓN

Con respecto a la elección en sí del coche, la propuesta didáctica no ha tenido un gran efecto, ya que solo un 31 % mejora su elección desde el punto de vista ambiental y un 15 % la empeoraron. No obstante, hay que indicar que un 46 % ya partía de la mejor elección (coche eléctrico). En relación con los argumentos, prácticamente todos excepto dos alumnos/as los mejoran sustancialmente, exponiendo sus razones con mayor especificidad y aportando pruebas de mayor relevancia. Esto es indicativo de la contribución de la propuesta didáctica a la mejora en el uso de pruebas para la toma de decisiones, una de las dificultades que han puesto de manifiesto las investigaciones sobre argumentación (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2018). Concretamente, el porcentaje de alumnos/as con niveles 1 o 2 en las justificaciones disminuye un 30,7 %, y en las pruebas, un 31,5 %, lo que pone de manifiesto que las justificaciones mejoran con respecto al reconocimiento de los efectos sobre el medio ambiente y concretan el tipo y/o tipos de impactos medioambientales. No obstante, el número de alumnos/as que no aportan pruebas ni justificaciones (nivel 1) se sigue considerando elevado, un 15,4 % en ambos casos.

Por otra parte, se resalta la identificación solo en el postest del tipo de emisiones de gases contaminantes, principalmente de CO_2 y NO_x , de los coches de gasolina y diésel. No obstante, solo un estudiante incluyó en el postest un cierto número de contaminantes (PM, HC y CO), que se habían tratado durante la actividad de la propuesta didáctica. Por ello, se considera importante seguir trabajando para que los estudiantes sean capaces de aportar el mayor número de pruebas posibles, sobre todo aquellas menos evidentes, aportando así argumentos de mayor calidad.

Destaca un aumento considerable en lo referente al uso de los datos del catálogo (tarea 2) sobre par máximo, consumo extraurbano, clasificación de seguridad de Euro NCAP y emisiones de CO₂. Por una parte, la aparición del par máximo en los argumentos del alumnado puede deberse a que la docente a cargo de la experiencia lo trató específicamente durante una tarea de su intervención didáctica (fase 2) sobre la transmisión de fuerzas a través de la caja de cambio de los automóviles y aclaró la diferencia entre potencia máxima y par máxima, ya que, según indican García-Carmona y Criado (2009, p. 101): «los escolares de estas edades no suelen entender las relaciones compensatorias entre las magnitudes físicas que intervienen en una máquina». Por otra parte, no se aprecia una diferencia significativa de disminución en el uso del resto de los datos: velocidad máxima, potencia máxima, precio inicial, etc. Aunque pudiera parecer extraño que la calificación energética no tuviera diferencias, esto puede ser debido a que esa calificación es una etiqueta comercial, que en el caso de los tres coches de la actividad tenía unos valores altos: dos eran etiqueta A y uno B, pero no había coches que tuvieran una calificación comercial más baja tipo C, D, E o G. Sin embargo, el número de plazas es un aspecto que deja de tener importancia de forma significativa en el postest. Por un lado, se aprecia que el dato de la potencia máxima sigue siendo al finalizar la propuesta un dato importante para muchos estudiantes y, por otra parte, entre los datos del par motor máximo, a pesar de que hay un aumento muy considerable de estudiantes que lo mencionan en el postest, hay algunos que muestran errores conceptuales, como el de la alumna B18: «El par máximo no es muy alto, lo que es bueno, porque un coche no llega nunca al par máximo indicado».

CONCLUSIONES

Este trabajo muestra que a través de una propuesta didáctica basada en la toma de decisión en una situación cotidiana los estudiantes mejoran sus competencias para tomar decisiones y hacer mejores justificaciones basadas en datos científicos y tecnológicos, lo que se pone de manifiesto en:

1. Una mejora notable en la identificación de los factores principales a tener en cuenta en la compra de un coche desde un punto de vista económico, ambiental, social y técnico.
2. Una mejora en la capacidad para utilizar los catálogos de los coches identificando en ellos datos relevantes para la toma de decisiones (par motor máximo, consumo, clasificación de seguridad de Euro NCAP y emisiones de CO₂) y en una disminución del uso de factores más subjetivos y de menor importancia, como la estética y la comodidad. De esta forma, los estudiantes son capaces de desarrollar argumentos basados no solo en un conocimiento científico, sino que pueden integrarlo con sus valores y creencias personales (Patronis et al., 1999).
3. Una notable mejora en la capacidad de justificar sus respuestas y sus decisiones, mostrando en ellas un mayor nivel de concreción y aportando un mayor número de pruebas.
4. La propuesta didáctica hace una contribución a la posible mejora de la conciencia ambiental de los estudiantes, principalmente en su dimensión cognitiva que se relaciona con la toma de decisiones (Muñoz-van-den-Eynde, 2011), lo que se pone de manifiesto por las diferencias estadísticamente significativas en las justificaciones y pruebas que aportan en sus respuestas a la tarea 1, en la que tenían que elegir un coche únicamente por su repercusión en el medioambiente. También se corrobora en la tarea 2, más abierta, y en la que se aprecian las mejoras que los estudiantes muestran atendiendo a las emisiones de CO₂ y al consumo como datos relevantes para tomar su decisión de qué coche comprar.

LIMITACIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Aunque los resultados obtenidos muestran que la propuesta didáctica ha contribuido a la mejora de las competencias de los estudiantes para tomar decisiones y para argumentarlas, hay que indicar que nos hemos centrado en este estudio en el producto de la argumentación, es decir, los argumentos, y no se ha abordado el análisis de la posible mejora en su capacidad de argumentación. Además, considerando los objetivos y finalidades de la propuesta didáctica, la evaluación de los argumentos de los estudiantes se ha focalizado fundamentalmente en la identificación y uso de pruebas, entendiendo que es un aspecto clave de la argumentación para la toma de decisiones (Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2018). No obstante, somos conscientes de que los argumentos contienen otros componentes. En concreto, en la tarea 2 no se ha evaluado la calidad del argumento por la simple presencia de pruebas que apoyen la afirmación y de justificaciones que conecten dichas pruebas con las afirmaciones. Así, se han tenido en cuenta aquellas pruebas que atienden a factores relacionados con aspectos que se consideraron importantes y que fueron tratados en clase: el consumo, la contaminación, la mecánica del motor, la seguridad y el coste. Por ello, no se hicieron inferencias sobre las respuestas del alumnado relativas a otros parámetros como pudieran ser el peso del coche, el volumen del depósito, el maletero, etc. Además, como se ha indicado en la metodología, no se han tenido en cuenta otros aspectos relacionados con la producción, el mantenimiento y el desecho de materiales que también están relacionados con el impacto ambiental.

Otro aspecto que considerar es la necesidad de desarrollar programas más prolongados en el tiempo con objeto de evaluar si estas competencias se transfieren, lo que se pone de manifiesto cuando los estudiantes responden a tareas sobre otros problemas relacionados, pero no idénticos al problema estudiado de la compra de un coche.

Por otro lado, los resultados y las conclusiones hay que tomarlas con cautela debido a que no se ha trabajado con muestras que se consideren representativas del nivel educativo en el que se trabaja y a la notable diferencia en el número de chicos y chicas en el grupo participante en el estudio principal. Entre las mejoras referentes a la propuesta didáctica, se proponen cambios en el diseño de algunas de las actividades relacionadas con la argumentación, por ejemplo, incluyendo una introducción a la argumentación para que los estudiantes conozcan desde el inicio de la propuesta en qué consiste un argumento y cuáles son sus componentes básicos (conclusión, justificaciones y pruebas) (Jiménez-Aleixandre, 2010). Una vez introducido, a lo largo de la propuesta didáctica se podría utilizar este modelo demandando a los estudiantes que sus respuestas sean justificadas aportando, siempre que sea posible, pruebas rigurosas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i PID2019-105765GA-I00 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

REFERENCIAS

- Blanco, Á., España, E., Franco, A. J. y Rodríguez, F. (2018). Competencias y prácticas científicas en problemas de la vida diaria. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 92, 45-51.
- Bravo-Torija, B., Puig, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química*, 20(2), 137-142.
[https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30020-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30020-X)

- Bravo-Torija, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 619-638.
<https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, Nueva Jersey: Erlbaum Associates.
- Cebrián-Robles, D. (2019). Identificación de noticias falsas sobre ciencia y tecnología por estudiantes del grado de Primaria. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 55, 23-36.
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i55.02>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Dey, I. (2003). *Qualitative data analysis: A user friendly guide for social scientists*. Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203412497>
- Erduran, S., Simon, S. y Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
<https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Fang, S.-C., Hsu, Y.-S. y Lin, S.-S. (2018). Conceptualizing Socioscientific Decision Making from a Review of Research in Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
<https://doi.org/10.1007/s10763-018-9890-2>
- García-Carmona, A. y Criado, A. M. (2009). ¿Por qué los automóviles son como son? La evolución de un sistema tecnológico. *Alambique*, 62, 92-106.
- García-Martín, M. (2018). ¿Te gusta conducir? Una mirada crítica desde la publicidad de coches y su retórica medioambiental. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 34, 91-104.
<https://doi.org/10.7203/DCES.34.11008>
- González, L. (2006, 28 de septiembre). *Webquest: ¿Cómo elegir un coche?* <http://platea.pntic.mec.es/~lgonzale/analisis/wqelegir/eligeinicio.html>
- Hadjichambis, A. C., Reis, P., Paraskeva-Hadjichambi, D., Činčera, J., Boeve-de Pauw, J., Gericke, N. y Knippels, M.-C. (Eds.) (2020). *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education*. Cham, Alemania: Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International journal of science education*, 24(11), 1171-1190.
<https://doi.org/10.1080/09500690210134857>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (vol. 12). Barcelona: Graó.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Díaz-de-Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(3), 359.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3914>
- Juuti, K. y Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: One step towards methodology. *Nordic studies in science education*, 2(2), 54-68.
<https://doi.org/10.5617/nordina.424>
- Khishfe, R. (2020). Retention of acquired argumentation skills and nature of science conceptions. *International Journal of Science Education*, 1-24.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1814444>

- Kumar, S. (2017). Representation of women in advertisements. *International Journal of Advanced Scientific Technologies in Engineering and Management Sciences*, 3(1), 26-28.
<https://doi.org/10.22413/ijastems/2017/v3/i1/41314>
- Martínez-Bernat, F. X., García-Ferrandis, I. y García-Gómez, J. (2019). Competencias para mejorar la argumentación y la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad. *Enseñanza de las ciencias*, 37(1), 55-70.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2323>
- Miralles-Lucena, R. (2008). Un motor revoluciona el instituto. *Cuadernos de pedagogía*, 382, 20-26.
- Moreno, G., Blanco, Á. y España, E. (2015). Importancia del ahorro energético en la decisión de comprar un coche. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 80, 29-37.
- Moreno, G., España, E. y Blanco, Á. (2015). Actividades para fomentar la igualdad de género en la materia de Tecnologías de 3.º de ESO. En P. Membiela, N. Casado, y M. I. Cebreiros (Eds.), *La enseñanza de las ciencias: desafíos y perspectivas* (pp. 253-257). Santiago de Compostela, España: Meubook.
- Moreno, G., España, E. y Blanco, Á. (2016). Propuesta didáctica sobre la compra de un coche para trabajar competencias clave en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 13(3), 604-616. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.07
- Muñoz-van-den-Eynde, A. (2011). *Concepto, expresión y dimensiones de la conciencia ambiental. El papel de la cultura científica*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Nussbaum, E. M. (2008). Using argumentation vee diagrams (AVDs) for promoting argument-counterargument integration in reflective writing. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 549.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.3.549>
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: the role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463-466.
<https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Osborne, J., Henderson, J. B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A. y Yao, S. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 821-846.
<https://doi.org/10.1002/tea.21316>
- Patronis, T., Potari, D. y Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International journal of science education*, 21(7), 745-754.
<https://doi.org/10.1080/095006999290408>
- Pérez-Echeverría, M. P., Postigo, Y. y Garcia-Mila, M. (2016). Argumentación y educación: apuntes para un debate. *Infancia y Aprendizaje*, 39(1), 1-24. <https://doi.org/10.1080/02103702.2015.1111607>
- Sadler, T. D. y Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tea.20042>
- Schreiner, C. y Sjøberg, S. (2004). *ROSE: The relevance of science education*. Oslo: Department of Teacher Education and School Development, University of Oslo.
- Siribunnam, S., Nuangchalerm, P. y Jansawang, N. (2014). Socio-Scientific Decision Making in the Science Classroom. *Online Submission*, 5(4), 1777-1782.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument* (2.ª ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511840005>

- Villarroel, C., García-Mila, M., Felton, M. y Miralda-Banda, A. (2019). Efecto de la consigna argumentativa en la calidad del diálogo argumentativo y de la argumentación escrita. *Infancia y Aprendizaje*, 42(1), 37-86.
<https://doi.org/10.1080/02103702.2018.1550162>
- von Winterfeldt, D. (2013). Bridging the gap between science and decision making. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110 (Suppl 3), 14055-14061.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1213532110>
- Yacoubian, H. A. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308-327.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1420266>
- Yacoubian, H. A. y Khishfe, R. (2018). Argumentation, critical thinking, nature of science and socioscientific issues: a dialogue between two researchers. *International journal of science education*, 40(7), 796-807.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1449986>

ANEXO I

Enunciado de la Tarea 1

Los coches y el medio ambiente

Ya es posible comprar cuatro tipos de coches con distintas formas de propulsión:

Gasolina, diésel, eléctrico e híbrido.

Considerando únicamente su repercusión en el medio ambiente, ¿cuál comprarías tú? Justifica tu respuesta.

Enunciado de la Tarea 2

Elige un coche

Una familia quiere comprar un coche familiar para realizar fundamentalmente viajes largos por carretera. Para desplazarse por su ciudad ya tiene un coche pequeño. Le gustan los tres modelos que aparecen en el catálogo, ¿cuál le aconsejarías tú teniendo en cuenta el uso que le quieren dar?

MARCA Y MODELO:

Di qué informaciones del catálogo has tenido en cuenta para la elección del coche que le aconsejas.

Tabla 4.
Trascripción de los datos de 3 coches recogidos
en el catálogo utilizado por los estudiantes en esta tarea 2

	<i>Coche A</i>	<i>Coche B</i>	<i>Coche C</i>
Precio inicial	23.450 €	25.980 €	21.840 €
Potencia	115 CV	130 CV	124 CV
Consumo	4,7l /100 km	4,4l /100 km	4,9l /100 km
Situación	Delantero		
Nº de cilindros	4 en línea		
Cilindrada	1.560 cm ²	1.598 cm ²	1.998 cm ²
Cotas	75,0 x 88,3 mm	80,0 x 79,5 mm	86,0 x 86,0 mm
Bloque/culata	Aluminio/aluminio	Hierro/aluminio	Aluminio/aluminio
Distribución	Un árbol de levas en culata accionado por correa dentada 2 vát/cil	2 árboles con levas en culata accionado por correa dentada 4 vát/cil	
Alimentación	Inyección directa, turbo de geometría variable e interc.		
Combustible	Gasóleo		
Compresión	16,0:1	15,4:1	15,8:1
Potencia máxima	115 CV CEE a 3.600 r.p.m	130 CV CEE a 4.000 r.p.m	124 CV CEE a 3.600 r.p.m
Par máximo	27,6 máx CEE entre 1.750 y 2500 r.p.m	32,7 mkg CEE 1.750 r.p.m	31,6 mkg CEE entre 1.600 y 2.400 r.p.m
Estructura	Monocasco de acero		
Tipo	Monovolumen		
Coefficiente Cx	0,32	0,32	0,29
Nº de plazas	7	7	7
Peso oficial	1.508 kg	1.534 kg	1.540 kg
Depósito combustible	60 litros	60 litros	55 litros
Maletero	475 litros: 92 con 7	564 litros: 208 con 7	440 litros: 1555 con 7
Velocidad máx.	180 km/h	185 km/h	185 km/h
Acel. 0.100km/h	12,3 s	11,1 s	11,3 s
Consumo urbano	5,5 l/100 km	5,5l/100 km	3,9 l/100 km
Consumo Extraurbano	4,3 l/100 km	4,0 l/100 km	4,4 l/100 km
Consumo Mixto	4,7 /100 km	4,4 l /100 km	4,9 l/100 km
Calificación energética: de A (mejor) a la G (peor)	A	A	B
Seguridad EuroNcap (1 a 5)	5	5	-

ANEXO II

Resultados a la categorización de la respuesta de los estudiantes a las justificaciones y pruebas aportadas a la tarea 1 (tabla 5)

Tabla 5.
Frecuencia de estudiantes en los diferentes niveles de desempeño para las justificaciones y pruebas de la tarea 2

	Nivel de desempeño	<i>Pretest</i>		<i>Postest</i>	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%
Justificación	Nivel 1	7	26,9	4	15,4
	Nivel 2	5	19,2	0	0
	Nivel 3	13	50	6	23
	Nivel 4	1	3,9	13	50
	Nivel 5	0	0	3	11,6
Total		26	100	26	100
Prueba	Nivel 1	15	27,7	4	15,4
	Nivel 2	5	19,2	0	0
	Nivel 3	0	0	6	23,2
	Nivel 4	5	19,2	4	15,4
	Nivel 5	0	0	13	50
Total		26	100	26	100

Fourteen/fifteen-year-old students' decisions in a teaching proposal on the buying of a car

Gloria Moreno-Fontiveros
Profesora de Tecnología del IES Benalmádena, Málaga
(España)
gmorenofontiveros@gmail.com

Ángel Blanco-López
Catedrático de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga (España)
ablancol@uma.es

Daniel Cebrián-Robles
Profesor de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga (España)
dcebrian@uma.es

Enrique España-Ramos
Profesor jubilado de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Málaga, Málaga (España)
enrieni@uma.es

Decision-making in everyday life is receiving attention in science education, not least because of the importance of these decisions being based on scientific and technological knowledge. The lack of information and misrepresentation in the media of aspects related to science and technology and the persuasive power of advertising campaigns on the purchase of technology are factors that can lead to inappropriate decisions in everyday life. Therefore, it is of vital importance that value-based science learning integrates environmental awareness, the nature of science and that it also questions the current *status quo*, as is done in the construction of scientific knowledge, which is based on criticism as a driver of progress. To this end, the ability to argue on the basis of evidence that must be questioned and evaluated before being accepted as valid is essential. Education should facilitate learning aimed at acquiring these competences.

In this paper we analyze the possible impact of a teaching proposal focused on the decision-making about the purchase of a car on the arguments used by secondary school students. The aim is to answer the following research questions: (1) What kind of decisions and arguments do fourteen/fifteen-year-old students express about buying a car, before and after participating in a teaching proposal designed for this purpose? (2) How does the teaching proposal help students in their decision-making and improve their arguments? and (3) How does the teaching proposal help students improve their environmental awareness?

Twenty-six students at secondary school (14-15 years old) participated and were asked to give their answers, before and after participating in the teaching proposal, to two open tasks in which they had to make the decision to buy a car, in the first one only from an environmental point of view and in the second one to choose a family car. To analyse the responses to both tasks, the research team jointly developed a rubric considering the aims of the training proposal, as well as the components of the arguments requested in each of the tasks. The Wilcoxon statistical test was used to analyse whether there are significant differences in the levels of justifications and evidence used for the choice of car in their arguments (task 1) and in terms of the use or non-use of each of the catalogue data used to justify the choice of car (task 2).

The results show that, through a teaching proposal based on decision-making in an everyday situation, students improved their decision-making skills and make better justifications based on scientific and technological data, which is evidenced in:

1. A remarkable improvement in identifying the main factors to consider when buying a car from an economic, environmental, social and technical point of view.
2. An improvement in the ability to use car catalogues to identify decision-relevant data (maximum torque, fuel consumption, Euro NCAP safety rating and CO₂ emissions) and a decrease in the use of more subjective and less important factors such as aesthetics and comfort.
3. A remarkable improvement in the ability to justify their answers and decisions, showing a higher level of concreteness and providing more evidence for their answers.
4. A contribution to the improvement of students' environmental awareness, mainly in its cognitive dimension.

It should be pointed out that, in this study, we have focused on the product of argumentation, i. e. arguments, and have not addressed the analysis of the possible improvement in their processes of argumentation. Another aspect to consider is the need to develop longer teaching proposals to assess whether these competences transfer, which becomes evident when students respond to tasks on other problems related to, but not identical to, the problem of buying a car.

