

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**

**Facultad de Ciencias de la Educación**

**Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales  
y de las Ciencias Experimentales. Área de Didáctica de las Ciencias  
Experimentales.**

**TESIS DOCTORAL**

**Dilemas socio-científicos como estrategia  
didáctica para desarrollar el pensamiento crítico  
en la enseñanza de las ciencias en la formación  
inicial del profesorado**

**Autor: José Manuel Hierrezuelo Osorio**

**Director: Dr. Antonio Joaquín Franco Mariscal**

**2022**


**Programa de Doctorado: Educación y Comunicación Social**





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

AUTOR: José Manuel Hierrezuelo Osorio

 <https://orcid.org/0000-0002-1890-6367>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): [riuma.uma.es](http://riuma.uma.es)





# UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

## Facultad de Ciencias de la Educación

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales.

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

## TESIS DOCTORAL

### **Dilemas socio-científicos como estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias en la formación inicial del profesorado.**

Tesis realizada por José Manuel Hierrezuelo Osorio para el título de Doctor por la Universidad de Málaga.

**Modalidad:** Tesis Doctoral por compendio de publicaciones.

**2022**

**Autor:** José Manuel Hierrezuelo Osorio.

**Director:** Dr. Antonio Joaquín Franco Mariscal.

**Programa de Doctorado:** Educación y Comunicación Social





# UNIVERSITY OF MÁLAGA

## Faculty of Education Sciences

Department of Mathematics, Social Sciences and Science Education.  
Science Education.

## DOCTORAL THESIS

### **Socio-scientific dilemmas as a didactic strategy to develop critical thinking in science education in pre-service teacher training**

Thesis submitted by José Manuel Hierrezuelo Osorio for the degree of  
Doctor at University of Málaga

**Modality:** Doctoral Thesis by compendium of publications.

**2022**

**Author:** José Manuel Hierrezuelo Osorio.

**Director:** Dr. Antonio Joaquín Franco Mariscal.

**Doctoral Program:** Education and Social Communication





Dr. Antonio Joaquín Franco Mariscal

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales,

INFORMA

Que D. José Manuel Hierrezuelo Osorio, ha realizado bajo mi dirección la Tesis Doctoral por compendio de publicaciones titulada “**DILEMAS SOCIO-CIENTÍFICOS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA DESARROLLAR EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO**” que se recoge en la presente memoria cumpliendo todos los requisitos para optar al Grado de Doctor, por lo que autorizo su lectura y defensa pública en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga.

Y para que así conste y tenga los efectos oportunos, firmo el presente informe

Málaga, a 6 de junio de 2022

Fdo.: Dr. Antonio Joaquín Franco Mariscal





## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR

D./Dña JOSÉ MANUEL HIERREZUELO OSORIO

Estudiante del programa de doctorado EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN SOCIAL de la Universidad de Málaga, autor/a de la tesis, presentada para la obtención del título de doctor por la Universidad de Málaga, titulada: DILEMAS SOCIO-CIENTÍFICOS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA DESARROLLAR EL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO

Realizada bajo la tutorización de ANTONIO JOAQUÍN FRANCO MARISCAL y dirección de ANTONIO JOAQUÍN FRANCO MARISCAL (si tuviera varios directores deberá hacer constar el nombre de todos)

DECLARO QUE:

La tesis presentada es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, conforme al ordenamiento jurídico vigente (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo.

Igualmente asumo, ante a la Universidad de Málaga y ante cualquier otra instancia, la responsabilidad que pudiera derivarse en caso de plagio de contenidos en la tesis presentada, conforme al ordenamiento jurídico vigente.

En Málaga, a 6 de JUNIO de 2022

Fdo.: JOSÉ MANUEL HIERREZUELO OSORIO Doctorando/a	Fdo.: ANTONIO JOAQUÍN FRANCO MARISCAL Tutor/a
Fdo.: ANTONIO JOAQUÍN FRANCO MARISCAL Director/es de tesis	







# AGRADECIMIENTOS





## **Agradecimientos**

*Deseo, en primer lugar, expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. D. Antonio Joaquín Franco Mariscal por la paciencia, confianza, estímulo y apoyo que me ha prestado durante el desarrollo de esta investigación, ya que sin él no hubiera podido realizarse.*

*En segundo lugar, me gustaría agradecer especialmente al Dr. D. Vito Brero Peinado por sus consejos y ayuda en los inicios de esta investigación así como a todos/as y cada uno/a de los/as componentes del Grupo de Enseñanza de las Ciencias y Competencias HUM-974, y a los que no nombro por temor a que me falte alguno/a.*

*En tercer lugar, me gustaría tener un recuerdo especial para mis padres y mi hermana Irene, por todo su apoyo incondicional a lo largo de estos años, donde su abnegación y consejos han servido de guía a lo largo de este trabajo. Además, también me gustaría acordarme de todos/as mis amigos/as, a los cuales tampoco enumero por miedo a que me falte alguno/a, pero que ellos saben quiénes son.*

*En cuarto lugar, me gustaría tener unas palabras muy especiales de agradecimiento para mi pareja, Sara, y mi hijo, Aitor, que son las razones por las que lucho cada día y que gracias a su comprensión y paciencia hoy ve la luz este trabajo de investigación.*

*Por último, me gustaría agradecer al Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales por las facilidades prestadas en el desarrollo de este trabajo, así como al Ministerio español de Ciencia, Innovación y Universidades que lo ha apoyado económicamente a través del proyecto de investigación PID2019-105765GAI00.*







# ÍNDICE





<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Motivación del estudio</b> .....	3
<b>1.2. Fundamentación teórica en la que se sustenta la Tesis Doctoral</b> .....	4
1.2.1. El pensamiento crítico y la educación científica .....	4
1.2.2. Los dilemas como estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento crítico... 7	
1.2.3. Contribución de la Tesis Doctoral a la literatura .....	10
<b>1.3. Objetivos y preguntas de investigación</b> .....	11
<b>1.4. Presentación de los trabajos realizados</b> .....	13
<b>2. RESULTADOS</b> .....	23
<b>2.1. Resultados de la pregunta de investigación 1</b> .....	25
2.1.1. Elección y diseño de los dilemas .....	25
2.1.2. Dilemas incluidos en el programa formativo .....	26
2.1.3. Estructura del programa formativo .....	34
2.1.4. Secuencia de actividades.....	34
<b>2.2. Resultados de la pregunta de investigación 2</b> .....	38
2.2.1. Dilema A sobre la implantación de una luna artificial.....	38
2.2.1.1. <i>Resultados de la tarea argumentar sobre la energía, sin disponer de información</i> .....	38
2.2.1.2. <i>Resultados de la tarea argumentar sobre la energía, con información escrita</i> .....	43
2.2.2. Dilema B sobre el consumo de azúcar .....	43
2.2.2.1. <i>Resultados de la tarea argumentar sobre la salud, con información audiovisual</i> .....	43
2.2.3. Dilema C sobre los coches autónomos.....	45
2.2.3.1. <i>Resultados de la tarea argumentar sobre tecnología a partir de opiniones</i> ... 45	
2.2.4. Dilema D sobre la dieta vegana .....	45
2.2.4.1. <i>Comparación en las percepciones de la habilidad de argumentación antes y después del programa</i> .....	46

2.2.5. Dilema E sobre el uso de plásticos .....	47
2.2.5.1. <i>Uso de la argumentación por parte de los profesores en formación inicial en diferentes dimensiones del pensamiento crítico</i> .....	47
<b>2.3. Resultados de la pregunta de investigación 3</b> .....	50
2.3.1. Decisión inicial y final de los profesores en formación inicial .....	50
2.3.2. Mantenimiento o cambio de postura de los profesores en formación inicial .....	51
2.3.3. Influencia del orden de los textos en la decisión final .....	52
<b>2.4. Resultados de la pregunta de investigación 4</b> .....	54
2.4.1. Percepciones iniciales en GEP y en MAES y su comparativa.....	54
2.4.2. Diferencias de percepciones entre pre- y post-test para cada grupo.....	54
<b>2.5. Resultados de la pregunta de investigación 5</b> .....	60
2.5.1. Percepciones de profesores en formación inicial sobre el diseño e implementación de dilemas en formato escrito y audiovisual .....	60
2.5.2. Percepciones de profesores en formación inicial sobre el diseño e implementación de dilemas en formato oral (juego de rol) .....	61
<b>3. CONCLUSIONES</b> .....	63
<b>3.1. Conclusiones de la pregunta de investigación 1</b> .....	65
<b>3.2. Conclusiones de la pregunta de investigación 2</b> .....	66
<b>3.3. Conclusiones de la pregunta de investigación 3</b> .....	68
<b>3.4. Conclusiones de la pregunta de investigación 4</b> .....	69
<b>3.5. Conclusiones de la pregunta de investigación 5</b> .....	70
<b>3.6. Consideraciones finales, limitaciones de la investigación y líneas futuras</b> .....	71
<b>4. CONTRIBUCIONES QUE CONFORMAN LA TESIS</b> .....	73
<b>4.1. Contribución 1</b> .....	75
<b>4.2. Contribución 2</b> .....	103
<b>4.3. Contribución 3</b> .....	127
<b>4.4. Contribución 4</b> .....	145

<b>5. CONTRIBUCIONES COMPLEMENTARIAS</b> .....	153
<b>5.1 Contribución A</b> .....	155
<b>5.2. Contribución B</b> .....	165
<b>5.3. Contribución C</b> .....	171
<b>5.4. Contribución D</b> .....	181
<b>5.5. Contribución E</b> .....	193
<b>5.6. Contribución F</b> .....	215
<b>5.7. Contribución G</b> .....	225
<b>5.8. Contribución H</b> .....	237
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	243





1

# INTRODUCCIÓN







### 1.1. Motivación del estudio

Esta Tesis Doctoral se centra en una línea de investigación que aborda una de las grandes finalidades de la enseñanza de las ciencias: el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado, en particular, las habilidades de argumentación y toma de decisiones. Esta línea de investigación se está desarrollando en la actualidad en el Proyecto I+D+i del Plan Nacional PID2019-105765GA-I00 titulado *Ciudadanos con pensamiento crítico. Un desafío para la enseñanza de las ciencias* (2020-2024), y toma su base en otros proyectos de investigación anteriores del Plan Nacional (EDU2013-41952-P; EDU2017- 82197-P) que se han desarrollado en la última década en el Grupo de Investigación PAIDI de la Junta de Andalucía HUM-974, *Enseñanza de las Ciencias y Competencias* (ENCIC) del que formo parte.

Esta Tesis Doctoral pone su foco en el diseño, implementación y evaluación de un programa formativo para profesorado en formación inicial, cuya finalidad radica en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico utilizando dilemas socio-científicos como estrategia didáctica.

Mi motivación por investigar en torno a esta temática surge de mi experiencia como docente en la Universidad de Málaga, donde he podido comprobar las limitaciones que tienen los estudiantes del Grado en Educación Primaria y del Máster en Profesorado de Educación Secundaria a los que he impartido clase en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. A través de las observaciones llevadas a cabo en el aula, así como del análisis de las producciones escritas y orales que realiza el alumnado, pude comprobar el bajo nivel que presentaban cuando debían hacer frente a actividades donde se les pedía, por ejemplo, justificar o argumentar sus respuestas utilizando conocimientos científicos, o analizar o reflexionar desde un punto de vista crítico sobre determinada información científico-tecnológica.

### 1.2. Fundamentación teórica en la que se sustenta la Tesis Doctoral

#### 1.2.1. El pensamiento crítico y la educación científica

El desarrollo del pensamiento crítico resulta imprescindible en nuestra sociedad porque, entre otros aspectos, la ciudadanía recibe diariamente un gran volumen de información que evoluciona rápidamente y dificulta la visión de conjunto para su análisis y comprensión. El pensamiento crítico es un constructo desarrollado principalmente en el ámbito de la psicología cognitiva en el que se entiende como un pensamiento razonado, reflexivo, que se centra en decidir qué creer o hacer (Ennis, 2003) con un alto componente subjetivo, que implica el análisis sistemático de informaciones, opiniones o afirmaciones que se aceptan como ciertas (Ossa y Díaz, 2017). Este concepto se ha extendido a la educación en general, en la que constituye actualmente un foco de interés al incluir competencias transversales y funcionales para la vida personal, social y laboral (Vázquez y Manassero, 2020).

Se trata de un concepto complejo integrado por diferentes habilidades y disposiciones (Vieira y Tenreiro, 2016) y, por ello, es difícil encontrar una definición consensuada en la literatura. Así, Lipman (1997) lo entiende como un conjunto de habilidades de orden superior constitutivas del pensamiento. Santiuste et al. (2001) consideran que el contexto, las estrategias y las motivaciones son elementos importantes del pensamiento crítico. Además, plantean que el pensamiento crítico procede implícitamente de aspectos como escuchar a otros, actuar de distinta manera, pensar autónomamente y anticipar procesos de búsqueda, cuestionando la existencia de formas de pensamiento no necesariamente lógicas. Para Halpern (2006) el pensamiento crítico está implicado en resolver problemas, formular inferencias y tomar decisiones.

A pesar de ser evidente que el pensamiento crítico está integrado por diferentes habilidades, no existe tampoco una descripción unificada de las mismas. Para Lipman (1997), la comprensión lectora, la expresión escrita y la escucha-expresión oral son habilidades básicas del pensamiento crítico. Santiuste et al. (2001) organizan esas habilidades en dos dimensiones: sustantiva y dialógica. La dimensión sustantiva comprende aquellas acciones de la persona para dar cuenta de las razones y evidencias en las que sustenta su punto de vista, mientras que la dimensión dialógica comprende acciones dirigidas hacia el análisis y/o la integración de puntos de vista divergentes o, en contraposición, con su propia perspectiva. Ambas dimensiones integran leer, expresar por escrito, y escuchar y expresar oralmente. Supone, además, la construcción de argumentos razonados que permitan dar respuesta a refutaciones y a precisar las diferentes perspectivas.

Desde la educación científica también se han realizado distintas aportaciones al desarrollo del pensamiento crítico. Para Osborne (2014) la crítica y el cuestionamiento son

fundamentales para la práctica de la ciencia, y sin argumentos y su evaluación sería imposible construir conocimiento fiable. Jiménez-Aleixandre (2010) define el pensamiento crítico como “la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella (p.39)”. Asimismo, resalta que el pensamiento crítico tiene componentes de la argumentación, como la búsqueda y uso de pruebas. Por su parte, Vázquez y Manassero (2018) sintetizan el pensamiento crítico en cuatro dimensiones: creatividad, razonamiento y argumentación, procesos complejos (resolución de problemas y toma de decisiones), y evaluación y juicio, incluyendo cada una diferentes habilidades. Estas habilidades no se limitan solo a lo cognitivo, sino también juegan un papel relevante en los contextos, las actitudes, los valores y las emociones. En este sentido, la enseñanza de las ciencias está cargada de sentimientos, valores e ideales que pueden actuar como facilitadores u obstáculos de la enseñanza y aprendizaje (Bravo et al., 2022). Para Solbes y Torres (2012), el desarrollo del pensamiento crítico exige a la persona la adquisición de un conjunto de competencias para abordar y discutir sobre cuestiones socio-científicas, además de la necesidad de entender la ciencia como una actividad humana que tiene relaciones con la tecnología-medioambiente-sociedad. Algunas habilidades consideradas por Solbes y Torres (2012) son cuestionar la validez de argumentos, no limitarse a discursos dominantes, detectar falacias argumentativas, estudiar el problema socio-científico de forma integral, tomar decisiones fundamentadas, etc.

A partir de estas ideas, consideramos que el pensamiento crítico, en el contexto de problemas socio-científicos, está formado por ocho dimensiones: visión de la ciencia, conocimientos, análisis crítico de la información, tratamiento de problemas, argumentación, autonomía personal, toma de decisiones y comunicación (Blanco, España y Franco-Mariscal, 2017). En este esquema de referencia para el desarrollo del pensamiento crítico se entiende que es necesario concebir la ciencia como una actividad humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente (visión de la ciencia), y estar informado de los temas que se abordan, no limitándose a discursos dominantes y conociendo posturas alternativas (conocimientos). También es importante ser capaz de evaluar la credibilidad de las diferentes fuentes de información, teniendo en cuenta los intereses subyacentes (análisis crítico de la información), lo que permitirá al ciudadano abordar los problemas de una manera integral, en su complejidad, considerando las dimensiones científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales, ambientales, económicas, etc. (tratamiento de problemas), y crear argumentaciones sólidas a la vez que cuestiona la validez de los argumentos, rechaza conclusiones no basadas en pruebas, y detecta falacias argumentativas (argumentación). En definitiva, a partir de estos aspectos, el ciudadano será capaz de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar de forma activa en

ella (autonomía personal), así como hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que son empleadas para resolver problemas (toma de decisiones), siendo capaces de comunicar esas decisiones usando un lenguaje apropiado, de acuerdo con el contexto y las metas o intenciones (comunicación).

Por tanto, se trata de una competencia fundamental para disponer de una sociedad con ciudadanos competentes, libres, participativos, reflexivos y con actitudes científicas. Su desarrollo constituye una de las grandes finalidades de la educación científica (Osborne, 2014) y se contempla en los currículos escolares (MECD, 2015), en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria (MEC, 2007) y en la educación no formal (véase, p.e., Instituto Andaluz de la Juventud, 2018).

A pesar de su importancia, el desarrollo del pensamiento crítico no está aún muy presente en la práctica educativa, principalmente por la complejidad del concepto y la dificultad para concretarlo (Torres, 2014). Para lograr el desarrollo del pensamiento crítico se requiere reformular planes de estudio, utilizar nuevos métodos pedagógicos para propiciar la adquisición de conocimientos prácticos, competencias y aptitudes para la comunicación, análisis crítico y creativo, reflexión y trabajo en equipo.

La literatura muestra que el pensamiento crítico del profesorado en formación inicial debe mejorar (Palma et al., 2017), que existen pocas propuestas para su desarrollo, y que la argumentación (Martínez y Pascual, 2013) y la toma de decisiones (Díaz y Jiménez-Liso, 2012) pueden ser buenas herramientas para fomentarlo. Se requieren, por tanto, propuestas implementadas y evaluadas para abordar el desarrollo del pensamiento crítico desde la enseñanza de las ciencias.

Los programas para la formación inicial del profesorado diseñados desde una perspectiva constructivista muestran también que es esencial conocer las percepciones de los profesores en formación inicial, sus conocimientos, habilidades, motivaciones y expectativas (Stuart y Tadoo, 2000). De Vicente afirma que “es de suma importancia que los formadores de profesores conozcan el pensamiento de sus estudiantes, de forma que les ayude a diseñar estrategias más efectivas para enseñar a enseñar y a planificar estrategias de cambio en las creencias iniciales de los estudiantes de profesorado” (2004, pp.445-447). En el caso que nos ocupa, ayudar a los estudiantes a identificar sus habilidades iniciales de pensamiento crítico tiene, además de lo ya indicado de ayuda al diseño de estrategias formativas más efectivas, un valor para los propios profesores en formación inicial en la medida en que ellos mismos pueden ser conscientes de sus fortalezas y debilidades a la hora de implicarse en el programa formativo y que, a su vez, puedan valorar al final del mismo los avances percibidos. La toma de conciencia de los profesores en formación inicial de que sus habilidades de pensamiento crítico hayan podido mejorar es una de las razones que los pueden animar a utilizar, con las debidas

adaptaciones, este tipo de actividades con sus estudiantes. Esto nos lleva a la necesidad de pensar y reflexionar lo relevante que es el conocimiento de las percepciones, las actitudes y las creencias, y cómo éstas juegan un papel destacado en el proceso de convertirse en profesor (Colmenero, 2006). Esto es importante tanto para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico como para cualquier otro aspecto que los profesores tengan que abordar en su práctica docente.

### **1.2.2. Los dilemas como estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento crítico**

Para López (2012) es fundamental abordar el pensamiento crítico desde diferentes disciplinas y contextos, implementando estrategias de enseñanza de habilidades cognitivas, metacognitivas y disposicionales en cualquier nivel educativo. La literatura recoge diferentes estrategias útiles para desarrollar habilidades de pensamiento crítico entre las que destacan las cuestiones socio-científicas (Torres, 2014), el aprendizaje basado en problemas (Cerullo y Cruz, 2010), los debates (Martini et al., 2021), la argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2010), las prácticas científicas (Puig, Crujeiras, Mosquera y Blanco, 2021), la gamificación (Morris et al., 2013), los juegos de rol (Chen y Wu, 2021), la lectura crítica de artículos (Cerullo y Cruz, 2010), el cine (Petit, Solbes y Torres, 2021) o el uso de dilemas (Herreid, 1996; Mottola y Murphy, 2001).

De todas estrategias nos centraremos en el uso de dilemas. En el contexto de la enseñanza, se entiende que los dilemas son "espacios de problemas creados en la mente de los profesores cuando se dedican a la práctica de la enseñanza" (Talanquer et al., 2007). El análisis de los dilemas permite a los profesores comprender y revelar las creencias relacionadas con la enseñanza para reflexionar sobre y preparar estrategias que conduzcan a cambios educativos (Tomanek, 1994). Sin embargo, pueden también provocar insatisfacción en los profesionales de la enseñanza como consecuencia de las decisiones tomadas en el aula, por lo que es interesante reflexionar y evaluar los numerosos y complejos componentes de la práctica docente (Talanquer et al., 2007).

Las formas tradicionales de tratar los dilemas implican relacionar situaciones concretas en las que las personas reaccionan a valores, obligaciones o compromisos contradictorios en los que a menudo no hay una forma correcta de actuar (Fransson y Grannäs, 2010), dándose importancia a la toma de decisiones que afectan al aprendizaje (McAlpine y Weston, 2000).

En este sentido, Cuban (2001) distingue entre problema y dilema, considerando que los problemas son de naturaleza lineal, que responden a un tratamiento cuidadoso y que pueden dar resultados positivos, mientras que los dilemas pueden ser parabólicos, se emplean a menudo estrategias ineficaces y no suelen dar resultados positivos. En opinión de este autor, el cambio educativo se ve como una solución a un problema o un compromiso a un dilema. Según Schneider (2018), no es posible avanzar en dilemas, y

este autor da como ejemplo la implementación de políticas educativas que ya han sido probadas, incluso muchos años antes.

Los dilemas han demostrado ser útiles para avanzar en temas educativos en los que han surgido controversias a lo largo de los años. Hace más de 40 años, los profesores propusieron, entre otros, dilemas sobre la aplicación práctica de la teoría (McPhie, 1978), la extensión de currículo a lo largo de más años (Gallegos, 1981) o el consenso sobre la diversidad en las escuelas (Lindsey, 1985). En la actualidad no hay dudas sobre las decisiones adoptadas en algunos de estos dilemas educativos, aunque también han aparecido versiones más novedosas. Algunos de los dilemas actuales en la formación del profesorado son la duración o la necesidad de ampliar los programas de formación teniendo en cuenta las tasas actuales de contratación de profesores (Schneider, 2018), la flexibilidad de los enfoques para preparar profesores competentes (Schneider, 2018), el apoyo para permitir a los profesores ofrecer una enseñanza receptiva (Bottiani et al., 2018) o la preparación de los profesores para trabajar con alumnos inmigrantes (Gutentag et al., 2018).

Asimismo, cabe recordar que los dilemas educativos también dependen de otros factores, como la financiación pública, el número de estudiantes por clase (escala), la igualdad de oportunidades (equidad) y la importancia de la educación para la sociedad (Schneider, 2018). Como tal, estos dilemas revelan una variedad de preocupaciones que los profesores en formación inicial tienen respecto a su trabajo y, en particular, las relativas a la falta de motivación en los estudiantes y los efectos resultantes en el rendimiento y la enseñanza, que juegan un papel clave en sus decisiones (Talanquer et al., 2007).

A pesar de los numerosos temas que se pueden tratar en la educación, se ha detectado una proliferación de ciertos temas en la práctica educativa en los últimos años. Entre ellos se encuentran los dilemas con intención didáctica y dilemas éticos con repercusión social. Con respecto a los primeros, Hoffman (1998) señala que la literatura incluye buenas ideas que terminan que acaban convirtiéndose en una mala práctica educativa (lo que se denomina "lo bueno se vuelve malo"), y ahí es donde surge el dilema. Algunos ejemplos de ello son el proceso de escritura y los escritos producidos por estudiantes, así como las actividades de lectura científica en clase como indicación de las habilidades de los estudiantes para hablar en público (Hoffman, 1998). Así, una intención didáctica puede ser seleccionada como adecuada para un contexto específico, pero puede resultar un dilema si se utiliza en otras situaciones.

La adaptación de estos dilemas a la didáctica de las ciencias resulta también muy útil. En concreto, Herreid (1996) plantea los dilemas a los estudiantes como una situación en la que debe tomar una decisión (Herreid, 1996). En esta Tesis Doctoral entendemos los dilemas como situaciones relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad en las

que el estudiante debe decidir razonadamente entre opciones generalmente incompatibles. De acuerdo con Herreid (1996), el dilema permite a los estudiantes obtener una comprensión del problema y sugerir posibles soluciones al mismo, a la vez que desarrolla habilidades de pensamiento crítico y la capacidad de expresión.

En la última década, los dilemas se están extendiendo en las aulas focalizándose ahora como una estrategia que permite obtener información sobre conocimientos, creencias epistemológicas (Kuhn et al., 2000), aspectos éticos (Loving et al., 2003) o la forma de razonar del alumnado (Torres, 2014), y todo ello vinculado a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Los dilemas planteados a través de problemas socio-científicos permiten desarrollar habilidades de pensamiento crítico en temas sobre la energía, los recursos, el medioambiente, la salud o la alimentación, al abordar conocimientos científicos en relación con la vida diaria (Evagorou et al., 2012). Entre las habilidades a trabajar resaltan especialmente la argumentación y la toma de decisiones (Fang et al., 2019) al cuestionarse el problema desde diferentes perspectivas, y el uso de pruebas científicas para argumentar (Bravo y Jiménez-Aleixandre, 2018). Algunos ejemplos de dilemas implementados en el aula de ciencias son la producción y gestión de la energía nuclear (Crujeiras et al., 2020), el impacto ambiental y social de la minería ilegal (Cebrián et al., 2016), la destrucción del ecosistema de las ardillas rojas (Evagorou et al., 2012), etc.

La toma de decisiones es la etapa final del dilema y para llegar a ella es necesario argumentar. En este sentido, la argumentación pretende resolver preguntas y problemas racionalmente, siendo una herramienta con un papel protagonista en la construcción de explicaciones, modelos y teorías (Toulmin, 1958). Es también una herramienta importante en la escuela para la formación de ciudadanos responsables que puedan tomar posturas y decisiones en su vida ante distintas situaciones donde la ciencia y la tecnología están implicadas. Argumentar científicamente supone establecer una conclusión basándose en pruebas y justificaciones, un esquema muy adecuado para fomentar la argumentación en la clase a través de propuestas didácticas (Puig, Bravo-Torija, & Jiménez-Aleixandre, 2012). De acuerdo con Revel et al. (2005), la argumentación escolar se entiende como un procedimiento, equiparable a las destrezas y habilidades prácticas y a las capacidades cognitivas y comunicativas necesarias para producir, evaluar y aplicar el conocimiento de la persona. Asimismo, resaltar su importancia en la enseñanza de las ciencias ya que implica proponer y discutir ideas, evaluar alternativas y elegir entre diferentes explicaciones.

Centrándonos en las pruebas como uno de los elementos esenciales de un argumento que sirve de apoyo a una afirmación (Toulmin, 1958), debemos resaltar que su elección y uso de forma adecuada para la toma de decisiones requiere de un *backing*. Esto hace que la capacidad de elaborar o evaluar diferentes pruebas, sea una de las más complejas tareas en la selección y uso de pruebas al tomar una decisión (Evagorou et al., 2012). De este



modo, el conocimiento base del individuo es esencial para elegir la prueba más adecuada para justificar un argumento y tomar una decisión (Jiménez-Aleixandre, 2010). En función de este conocimiento base, entre los que se encuentran los conocimientos científicos y tecnológicos, las creencias y la ideología política; las diferentes opiniones pueden crear un debate controvertido que condicionará las conclusiones que éstas postulen. Según Zeidler (1997), una de las dificultades que encuentran los estudiantes al argumentar es el efecto que sus creencias producen en los argumentos, las cuales resultan más convincentes que otros argumentos contrarios a dichas creencias. Esto puede suponer una debilidad cuando el alumnado tiene que posicionarse y/o evaluar diferentes críticas y está condicionado por unas creencias arraigadas.

### **1.2.3. Contribución de la Tesis Doctoral a la literatura**

Teniendo en cuenta estas ideas, esta Tesis doctoral presenta un programa formativo para ayudar al desarrollo del pensamiento crítico de profesores en formación inicial y su enseñanza, e indaga en las percepciones de los futuros docentes sobre las habilidades adquiridas.

El programa se centra en el uso de dilemas socio-científicos (Evagorou et al., 2012) que ayudan, además de a desarrollar habilidades de pensamiento crítico, a mejorar la comprensión conceptual, la indagación científica, las actitudes y los valores sociales. La adquisición de todos estos aspectos por parte de los profesores en formación inicial les ayudará no solo ser ciudadanos competentes, reflexivos y responsables que toman decisiones fundamentadas y son críticos en la sociedad, sino también a trasladarlas a su futuro alumnado (Pro et al., 2022). El programa proporciona, desde la enseñanza de las ciencias, un espacio para trabajar determinados problemas donde los estudiantes deben ser capaces de relacionar la teoría y los conocimientos científicos adquiridos en el aula con problemas de su vida diaria (Dawson y Carson, 2017), lo que repercutiría directamente en un aumento de su interés y motivación hacia las ciencias. Habitualmente, la implementación en el aula de dilemas socio-científicos se realiza mediante debates, una estrategia bastante extendida en educación (Martini et al., 2021).

Esta Tesis Doctoral presenta como novedad la puesta en práctica de dilemas socio-científicos que abordan problemas de actualidad relacionados con la energía, la tecnología o los hábitos de vida saludable planteados en diferentes formatos escritos (titular, lectura, opiniones formales e informales), audiovisuales (vídeo) y orales (juego de rol) que favorecen no sólo la argumentación científica y la toma de decisiones, como habilidades importantes del pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias, sino también otras habilidades implicadas como la lectura comprensiva, la expresión escrita y oral, o el visionado crítico de información (Hierrezuelo et al., 2020; Hierrezuelo et al. 2021a; Hierrezuelo et al., 2021b).



### 1.3. Objetivos y preguntas de investigación

Esta Tesis Doctoral forma parte del Proyecto I+D+i del Plan Nacional del Gobierno de España, referencia PID2019-105765GA-I00, titulado *Ciudadanos con pensamiento crítico. Un desafío para la enseñanza de las ciencias*.

El objetivo principal de la investigación planteada en esta Tesis Doctoral se centra en el diseño, implementación y evaluación de un programa formativo para profesorado en formación inicial centrado en el uso de dilemas de carácter socio-científico para fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

Aunque el grueso de la Tesis Doctoral se centra en maestros/as en formación inicial del Grado en Educación Primaria, los resultados más relevantes se compararon también con los obtenidos para maestros/as en formación del Grado en Educación Infantil y para profesores/as en formación del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la especialidad de Física y Química y Biología y Geología, todos ellos de la Universidad de Málaga.

De manera más específica, se establecieron cinco objetivos más concretos que se pueden describir de la siguiente forma:

- (a) Diseñar e implementar un programa formativo centrado en dilemas socio-científicos para profesores/as en formación inicial.
- (b) Analizar las habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la argumentación, que ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo.
- (c) Analizar las habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la toma de decisiones, que ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo.
- (d) Conocer las percepciones sobre las habilidades iniciales del profesorado en formación inicial en relación con el pensamiento crítico previo a la implementación del programa formativo, así como sus percepciones sobre dichas habilidades tras participar en el programa, y estudiar posibles diferencias entre Grado y Máster.
- (e) Valorar si las actividades propuestas basadas en dilemas socio-científicos constituyen una buena estrategia didáctica para trabajar el desarrollo del pensamiento crítico en el profesorado en formación inicial.

Además, estos objetivos específicos estuvieron guiados por las siguientes preguntas de investigación:

## INTRODUCCIÓN

- P1: ¿Cómo puede ayudar el uso de dilemas socio-científicos al diseño de un programa formativo para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en profesores en formación inicial?
- P2: ¿Qué habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la argumentación, ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo?
- P3: ¿Qué habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la toma de decisiones, ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo?
- P4: ¿Qué percepciones muestran los profesores en formación inicial sobre el desarrollo de sus habilidades de pensamiento crítico antes y después de participar en un programa formativo con esa finalidad? ¿Qué diferencias existen, si las hay, entre las percepciones de profesores en formación inicial de Grado y Máster?
- P5: ¿Constituyen las actividades propuestas basadas en dilemas socio-científicos una buena estrategia didáctica para trabajar el desarrollo del pensamiento crítico en el profesorado en formación inicial?

## 1.4. Presentación de los trabajos realizados

Esta Tesis Doctoral se ha realizado en la modalidad de Tesis por compendio de publicaciones, donde todas contribuciones se pueden enmarcar en tres bloques: diseño, implementación y evaluación del programa formativo.

Atendiendo a la cronología, la figura 1 muestra todas las contribuciones que se han ido elaborando durante la investigación. Las cuatro contribuciones principales que componen la Tesis Doctoral por compendio (contribuciones 1, 2, 3 y 4) se han marcado en la figura 1 en color azul, mientras que las contribuciones complementarias (A, B, C, D, E, F, G y H) aparecen en color blanco.

La cronología de este trabajo de investigación se inició con el diseño del programa formativo para profesores/as de ciencias en formación inicial centrado en el desarrollo de habilidades importantes del pensamiento crítico (argumentación y toma de decisiones), y empleando dilemas socio-científicos en diferentes formatos -escrito (titular, lectura, opiniones), audiovisual (vídeo) y oral (juego de rol)- como estrategia didáctica, así como la elección de las temáticas/contextos en que se fundamentarían las diferentes actividades que se iban a incluir. En una segunda fase, se desarrolló la implementación en el aula con profesores/as en formación inicial y en una tercera fase, se realizó una evaluación del programa formativo.

La **contribución 1 (artículo)** recoge este diseño presentando el programa formativo completo y, además, analiza la percepción de los estudiantes respecto a las habilidades de pensamiento crítico, antes y después de su participación en el programa formativo, analizando los datos recogidos en el cuestionario de pensamiento crítico denominado CPC2 (Santiuste et al., 2001). Se puede consultar más información sobre el diseño de las actividades del programa formativo en las otras contribuciones del compendio (2, 3 y 4), y en las complementarias A y H.

La **contribución 2 (capítulo de libro)** presenta tres dilemas de carácter socio-científico para desarrollar diferentes habilidades del pensamiento crítico, específicamente la argumentación y toma de decisiones, en profesorado en formación inicial, centrándose en la implementación en el aula y en los resultados más relevantes. Los dilemas abordan problemas de actualidad relacionados con la energía, la tecnología y los hábitos de vida saludable. Concretamente, permiten reflexionar sobre el ahorro y consumo de energía en la sociedad y los posibles impactos que produciría la implementación de una luna artificial en una ciudad, las ventajas y desventajas de la tecnología aplicada a coches autónomos, y los beneficios y perjuicios del consumo de azúcar para la salud. La práctica científica de argumentación se aborda con actividades que permiten elaborar e identificar pruebas, construir justificaciones, establecer conclusiones y tomar decisiones. Los dilemas se plantean en diferentes formatos escrito (titular, lectura, opiniones) y audiovisual (vídeo),

que favorecen asimismo la lectura comprensiva, la expresión escrita y visionar críticamente la información. Además, dos de los dilemas plantean argumentar antes y después de acceder a información. Se puede consultar más información en torno a los resultados obtenidos en el dilema energético en las contribuciones complementarias B y C. Se incluye también como contribución complementaria E, un dilema sobre el uso de tecnologías para escribir que se empleó en un estudio anterior a este programa para explorar las posibilidades didácticas de los dilemas en la enseñanza de las ciencias.

La **contribución 3 (artículo)**, planteada como parte de la instrucción del programa, utilizó un dilema en el ámbito de la salud presentado en formato escrito lectura, concretamente sobre si una dieta vegana es o no saludable. Este dilema se usó como ejemplo para identificar argumentos en los textos propuestos, analizarlos y desarrollar habilidades de argumentación y toma de decisiones.

Para finalizar, la **contribución 4 (artículo)** recoge un dilema en formato oral como juego de rol, recurso que parece tener o tiende a padecer una mala prensa realmente llamativa (Grande y Abella, 2010), probablemente, por el desconocimiento de los beneficios que proporciona al ámbito educativo, tanto para el desarrollo de la capacidad argumentativa como para otros aspectos relevantes de esta etapa: construir conocimiento de forma significativa; trabajar la lectoescritura, la comprensión y expresión oral; motivar a los estudiantes hacia el aprendizaje de esos contenidos; desarrollar el trabajo colaborativo o promover actitudes como la empatía, la tolerancia o la socialización (McSharry y Jones, 2000; España, Rueda y Blanco, 2013). El juego de rol aborda el problema de los plásticos, por lo que es idóneo para debatir en el aula un dilema actual con controversia social. Se puede consultar más información sobre este dilema en las contribuciones complementarias D, F y G.

A continuación, se muestran los indicios de calidad de las cuatro contribuciones principales que componen esta Tesis Doctoral por compendio de publicaciones, estableciendo su vínculo con las preguntas de investigación planteadas.

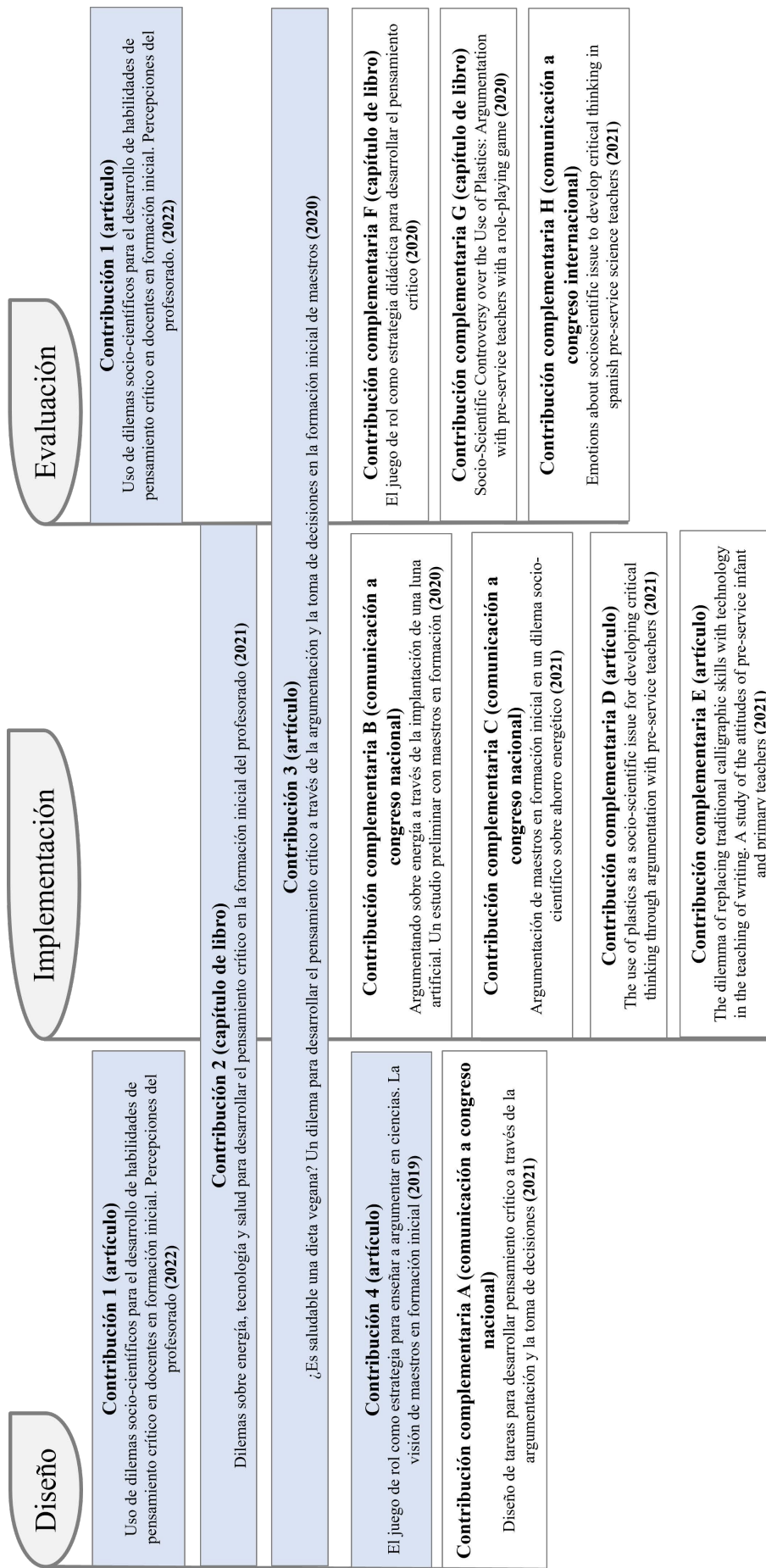


Figura 1. Trabajos realizados durante la investigación.



### CONTRIBUCIÓN 1 (ARTÍCULO)

- **Título:** Uso de dilemas socio-científicos para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en docentes en formación inicial. Percepciones del profesorado.
- **Autores:** José Manuel Hierrezuelo Osorio, Antonio Joaquín Franco Mariscal y Ángel Blanco López.
- **Tipo de publicación:** Artículo.
- **Revista:** Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado.
- **ISSN:** 0213-8646. **ISSN-E:** 2530-3791.
- **Año:** 2022.
- **Volumen y páginas:** 97(36.1), 99-122.
- **Publicada por:** Universidad de Murcia.
- **Indicadores de calidad científica de la revista:** Aceptado para ser indexado en SJR (SCOPUS) en 2020; sello de calidad FECYT (Q2, Educación); Dialnet Métricas (Q1-Educación, índice de impacto 0.882, revista 45/230 en 2020); Latindex (33 características cumplidas); ERIH-Plus; DOAJ; MIAR (ICDS: 10.0); CIRC (B); CARHUS Plus 2018 (B); IRESIE; EBSCO (Fuente Academica Plus); Psycodoc.

**Resumen:** Este trabajo presenta un programa formativo para profesorado de ciencias en formación inicial centrado en el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, empleando dilemas socio-científicos en diferentes formatos -escrito (titular, lectura y opiniones), audiovisual (vídeo) y oral (juego de rol)- como estrategia didáctica. El programa se implementó con 86 estudiantes del Grado en Educación Primaria y del Máster en Profesorado de Educación Secundaria. Se analiza la percepción de los estudiantes respecto a sus habilidades de pensamiento crítico, antes y después de su participación en el programa, utilizando como instrumento el cuestionario CPC2 (Santiuste et al., 2001). Los resultados indican que los estudiantes de ambas titulaciones parten con una percepción muy similar de sus habilidades de pensamiento crítico. Sin embargo, tras el programa los estudiantes del Grado en Educación Primaria parecen percibir una mejora de sus habilidades en mayor grado que los del Máster, al detectarse en ellos un mayor número de ítems del cuestionario con diferencias estadísticamente significativas. Esta mejora se produce en habilidades del pensamiento crítico relacionadas con el análisis crítico de la información, la argumentación y la comunicación.

#### **Preguntas de investigación a las que responde:**

P1: ¿Cómo puede ayudar el uso de dilemas socio-científicos al diseño de un programa formativo para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en profesores/as en formación inicial?

P4: ¿Qué percepciones muestran los profesores/as en formación inicial sobre el desarrollo de sus habilidades de pensamiento crítico antes y después de participar en un programa

## INTRODUCCIÓN

formativo centrado en esa finalidad? ¿Qué diferencias existen, si las hay, entre las percepciones de profesores/as en formación inicial de Grado y Máster?

### CONTRIBUCIÓN 2 (CAPÍTULO DE LIBRO)

- **Título:** Dilemas sobre energía, tecnología y salud para desarrollar el pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado.
- **Autores:** José Manuel Hierrezuelo Osorio, Vito Battista Brero Peinado y Antonio Joaquín Franco Mariscal.
- **Tipo de publicación:** Capítulo de libro.
- **Libro:** Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes para la ciudadanía. Transferencia al aula.
- **Coordinadores:** Daniel Cebrián Robles, Antonio Joaquín Franco-Mariscal, Teresa Lupión Cobos, M. Carmen Acebal y Ángel Blanco López.
- **Páginas:** 253-272.
- **ISBN:** 978-84-18058-95-0.
- **Año:** 2021.
- **Lugar de edición:** Barcelona.
- **Publicada por:** Editorial Graó.
- **Indicadores de calidad científica de la publicación:** Indexada en base de datos SPI, categoría Educación, editoriales españolas, ICEE 137, posición 2/53, cuartil 1, 2018.

**Resumen:** Este capítulo presenta tres dilemas de carácter socio-científico para desarrollar diferentes habilidades del pensamiento crítico, específicamente la argumentación y toma de decisiones, en profesorado en formación inicial. Los dilemas se plantean dentro de un programa formativo más amplio y abordan problemas de actualidad relacionados con la energía, la tecnología y los hábitos de vida saludable. Concretamente, permiten reflexionar sobre el ahorro y consumo de energía en la sociedad y los posibles impactos que produciría la implementación de una luna artificial en una ciudad, las ventajas y desventajas de la tecnología aplicada a coches autónomos, y los beneficios y perjuicios del consumo de azúcar para la salud. La práctica científica de argumentación se aborda con actividades que permiten elaborar e identificar pruebas, construir justificaciones, establecer conclusiones y tomar decisiones. Los dilemas se plantean en diferentes formatos (noticias de prensa, opiniones formales e informales o vídeos) que favorecen asimismo la lectura comprensiva, la expresión escrita y visionar críticamente la información. Además, dos de los dilemas plantean argumentar antes y después de acceder a información. Estos dilemas se implementaron en asignaturas de didáctica de las ciencias experimentales con estudiantes del grado en educación primaria (N=50) y del máster en profesorado en las especialidades de física y química (N=20) y biología y geología (N=30) de la Universidad de Málaga.

#### **Pregunta de investigación a la que responde:**

P2: ¿Qué habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la argumentación, ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo?



P3: ¿Qué habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la toma de decisiones, ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo?

### CONTRIBUCIÓN 3 (ARTÍCULO)

- **Título:** ¿Es saludable una dieta vegana? Un dilema para desarrollar el pensamiento crítico a través de la argumentación y la toma de decisiones en la formación inicial de maestros.
- **Autores:** José Manuel Hierrezuelo Osorio, Vito Battista Brero Peinado y Antonio Joaquín Franco Mariscal.
- **Tipo de publicación:** Artículo.
- **Revista:** Ápice, Revista de Educación Científica.
- **Volumen y páginas:** 4(2), 73-88.
- **ISSN:** 2531-016X.
- **Año:** 2020.
- **Lugar de edición:** A Coruña.
- **Publicada por:** Universidade da Coruña: Servizo de Publicacións y la Asociación Española de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- **Indicadores de calidad científica de la publicación:** Latindex (33 características cumplidas), REDIB, DOAJ.

**Resumen:** El desarrollo del pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado es un tema relevante en la enseñanza de las ciencias. Este trabajo explora cómo abordarlo en la enseñanza universitaria utilizando el dilema como estrategia didáctica para potenciar la argumentación y la toma de decisiones. Se presentan los resultados de un dilema sobre si la dieta vegana es saludable o no implementado con 191 estudiantes de los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria de la Universidad de Málaga. La influencia de la actividad se analiza a través de las habilidades de argumentación incluidas en un cuestionario más amplio de pensamiento crítico respondido a modo de pre-test y post-test. La comparación de los valores medios de dichas habilidades revela una ligera mejora del pensamiento crítico en ambos grados. De forma mayoritaria, los estudiantes consideran que la dieta vegana no es saludable, y son poco reacios a cambiar su decisión inicial. Asimismo, se comprueba que la última información recibida influye en la decisión adoptada.

#### **Preguntas de investigación a las que responde:**

- P2: ¿Qué habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la argumentación, ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo?
- P3: ¿Qué habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la toma de decisiones, ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo?

P5: ¿Constituyen las actividades propuestas basadas en dilemas socio-científicos una buena estrategia didáctica para trabajar el desarrollo del pensamiento crítico en el profesorado?

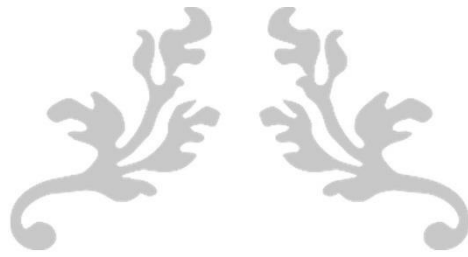
### CONTRIBUCIÓN 4 (ARTÍCULO)

- **Título:** El juego de rol como estrategia para enseñar a argumentar en ciencias. La visión de maestros en formación inicial.
- **Autores:** Pedro Juárez González, **José Manuel Hierrezuelo Osorio**, Daniel Cebrián Robles y Antonio Joaquín Franco Mariscal
- **Tipo de publicación:** Artículo.
- **Revista:** Aula de Innovación Educativa.
- **Volumen y páginas:** 287, 15-20.
- **ISSN:** 2014-4725.
- **Año:** 2019.
- **Publicada por:** Editorial Graó.
- **Lugar de edición:** Barcelona.
- **Indicadores de calidad científica de la publicación:** Dialnet Métricas (Q4-Educación, índice de impacto 0.037, revista 205/230 en 2020), Latindex.

**Resumen:** Este trabajo muestra las ventajas de instruir a los maestros y las maestras en formación inicial en el juego de rol como una estrategia útil para argumentar sobre ciencias en la etapa de educación primaria, presentando una experiencia sobre la eliminación del uso de los plásticos. Se ofrecen asimismo algunas valoraciones dadas por los docentes sobre los juegos de rol y cómo cambian sus percepciones antes y después de llevarlos a la práctica.

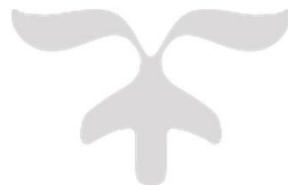
#### **Pregunta de investigación a la que responde:**

P5: ¿Constituyen las actividades propuestas basadas en dilemas una buena estrategia didáctica para trabajar el desarrollo del pensamiento crítico en el profesorado?



2

# RESULTADOS





Este apartado recoge los resultados obtenidos en la Tesis Doctoral a través del diseño, implementación y evaluación del programa formativo sobre dilemas socio-científicos. Estos resultados responden a las diferentes preguntas de investigación.

### 2.1. Resultados de la pregunta de investigación 1

**P1:** ¿Cómo puede ayudar el uso de dilemas socio-científicos al diseño de un programa formativo para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en profesores/as en formación inicial?

Este apartado se estructura en cuatro secciones que dan respuesta a la primera pregunta de investigación planteada. La primera sección aborda las decisiones adoptadas en la elección de las temáticas y el diseño de los dilemas socio-científicos en sus distintos formatos incluidos en el programa formativo. La segunda sección describe en detalle dichos dilemas. La tercera sección trata la estructura del programa y, finalmente, la cuarta sección recoge la secuencia de actividades de forma pormenorizada. Los resultados que se muestran en este apartado se pueden encontrar en la contribución 1 y en las complementarias A y H.

#### 2.1.1. Elección y diseño de los dilemas

La primera decisión en el diseño del programa formativo fue la elección de formatos y temáticas de los dilemas socio-científicos. Se optó por tres formatos: escrito (titular, lectura y opiniones), audiovisual (vídeo) y oral (juego de rol) y por temas relacionados con la energía, la tecnología y la salud, ámbitos destacados por la OCDE (2017) en la evaluación de la competencia científica dentro de los contextos que establecen para cada ámbito (personal, local/nacional, global). A continuación, se describen los formatos empleados.

- *Formato escrito (titular, lectura y opiniones)*

Este formato se presentó en tres soportes. El soporte titular ofrece un titular de prensa sobre el dilema en cuestión, sin ninguna información adicional, a partir del cual los profesores en formación inicial deben tomar una decisión sobre el dilema utilizando argumentos a favor y en contra del mismo.

El soporte lectura, con extensión de una página, incluye dos textos con ideas opuestas sobre el dilema. A partir de esta información, los profesores en formación inicial deben identificar en los textos argumentos a favor y en contra del dilema y emplearlos para adoptar una decisión. Para su diseño, el formador debe realizar una búsqueda y análisis de información en distintas fuentes para asegurar que los textos recojan argumentos a favor y en contra del dilema. Es importante destacar que los textos no tienen que ser copias fieles del original, recomendándose su adaptación para evitar información innecesaria.

Las actividades planteadas en los soportes titular y lectura pretenden fomentar la capacidad de comunicar por escrito, con y sin información, la comprensión de textos, la elaboración e identificación de argumentos, y la toma de decisiones. Además, permite reflexionar sobre la importancia de argumentar y tomar decisiones disponiendo o no de información contrastada.

El soporte opiniones utiliza opiniones formales e informales recogidas de diferentes fuentes tanto a favor como en contra del dilema, a partir de las cuales deben tomar una decisión argumentada. Este soporte permite desarrollar habilidades como comprender información escrita, expresar por escrito argumentos, o ser capaz de tomar una decisión en base a opiniones procedentes de diversas fuentes.

- *Formato audiovisual (vídeo)*

Este formato presenta dos vídeos con información opuesta. Los profesores en formación inicial deben identificar en los vídeos argumentos a favor y en contra del dilema, y a partir de ellos tomar una decisión argumentada. Los vídeos deben tener escasa duración, para lo que se recomienda una edición del original. Como habilidades del pensamiento crítico, este formato trabaja la identificación y elaboración escrita de argumentos, el análisis crítico de la información de un vídeo y la toma de decisiones. Permite, asimismo, reflexionar sobre la importancia de argumentar y tomar decisiones accediendo a información audiovisual.

- *Formato oral (juego de rol)*

Este formato se desarrolla a través de un juego de rol, una simulación en la que diferentes personajes defienden roles enfrentados en un mismo problema (Hierrezuelo et al., 2021b). Los profesores en formación inicial deben tomar una postura sobre el dilema antes y después del juego de rol. Este formato supone una preparación previa de los roles implicados y una posterior escenificación en el aula. En la preparación previa deben cumplimentar una ficha con diferentes argumentos para defender su rol en el debate y argumentos con posibles debilidades del resto de roles para contraargumentar. Este formato promueve la argumentación, el análisis crítico de información, el tratamiento integral de problemas, la toma de decisiones, la autonomía personal y la comunicación.

### **2.1.2. Dilemas incluidos en el programa formativo**

El programa formativo incluye cinco dilemas, los cuales se describen seguidamente:

- *Dilema A: Dilema sobre la implantación de una luna artificial*

Este dilema, relacionado con la energía, surge de la aparición de noticias recientes sobre la sustitución del alumbrado convencional en una ciudad china por una luna artificial construida por paneles solares. El dilema se plantea en términos de posibles repercusiones



en el ámbito energético, de la salud, ambiental, tecnológico, social, etc. que podrían tener lugar.

El dilema emplea los formatos escrito titular y lectura. En primer lugar, se presenta solo el titular (“*Una ciudad china está construyendo su propia luna artificial para iluminar sus calles*”) y, posteriormente, acompañado de dos textos elaborados por los investigadores a partir de noticias de prensa publicadas en revistas digitales (Hierrezuelo et al., 2021a). Los textos incluían diferentes pruebas y justificaciones en torno a las cuatro dimensiones principales, que conforman el eje vertebral, reconocido en la literatura como aspectos fundamentales para la comprensión del problema de la energía (United Nations, 1992). Estas cuatro dimensiones atienden a distintos impactos: socioeconómico, tecnológico, sobre ahorro energético y medioambiental, todas ellas, mencionadas por los estudiantes en la primera tarea (Hierrezuelo-Osorio, Franco-Mariscal y Brero, 2020).

La tabla 1 recoge argumentos a favor y en contra incluidos en los textos y la dimensión a la que pertenecen. Este dilema se empleó como pre-test y post-test para conocer la evolución de las habilidades de PC antes y después de haber participado en el programa.

**Tabla 1.** Argumentos a favor y en contra incluidos en los textos del dilema A sobre la implantación de una luna artificial.

Dimensión	A favor	En contra
<b>Socioeconómica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro económico (costos de funcionamiento, mantenimiento de farolas)</li> <li>Aumento del turismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mosquitos activos más horas, afectando negativamente a las personas</li> <li>Una luz constante afectaría a los ritmos circadianos de las personas (problemas de sueño)</li> </ul>
<b>Tecnológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Luz controlada para que solo ilumine la ciudad</li> <li>Abastecimiento de luz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se puede asegurar que el proyecto vaya a funcionar</li> <li>Cierre de los observatorios de la zona</li> </ul>
<b>Sobre ahorro energético</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del coste energético</li> </ul>	
<b>Medioambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alternativa respetuosa con el medio ambiente (reducción uso de carbono)</li> <li>Impacto ecológico mínimo (luz no interfiere en la vida nocturna silvestre)</li> <li>Idea relativa a la energía solar (energías renovables)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se puede asegurar que el impacto ecológico vaya a ser mínimo</li> <li>Graves consecuencias para el medio ambiente</li> <li>Ecosistemas de la zona en peligro (impacto en comportamiento animales y plantas)</li> <li>Gran contaminación lumínica</li> </ul>

• *Dilema B: Dilema sobre el consumo de azúcar*

Este dilema, que se empleó como pre-test y post-test en el programa, aborda el carácter saludable o no del consumo de azúcar para nuestro organismo. Emplea dos formatos, escrito (titular) y audiovisual (vídeo), y plantea tomar una decisión argumentada sobre el

problema, en primer lugar, a partir del titular de prensa “*El azúcar, ¿es beneficioso o nocivo para la salud?*” y, a continuación, apoyándose en dos vídeos que ofrecen información opuesta sobre el dilema (Hierrezuelo et al., 2021a).

La tabla 2 resume los argumentos que los estudiantes pueden identificar en los vídeos que son aportados por blogueros en ambos casos, “Salud y bienestar”<sup>1</sup> para el video 1, y “Apréndelo todo”<sup>2</sup> para el vídeo 2.

**Tabla 2.** Argumentos incluidos en los vídeos del dilema B sobre el consumo de azúcar

<b>Vídeo 1: Beneficios del azúcar que no conocías</b>
<b>Argumentos a favor del consumo de azúcar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Está científicamente probado que niños y adultos requieren ingerir glucosa.</li> <li>• Necesitamos consumir un porcentaje moderado de azúcar.</li> <li>• El azúcar es el principal ingrediente que más energía aporta a nuestro cuerpo, y el cerebro es el órgano que más se beneficia de este aporte.</li> <li>• El azúcar ayuda a mantener el cerebro y mantiene la concentración.</li> <li>• El azúcar ayuda a la regeneración de tejidos.</li> <li>• El azúcar ayuda a mantener los niveles de glucógenos.</li> <li>• El azúcar aporta los nutrientes durante el crecimiento de la persona para el desarrollo físico y mental aportando resistencia.</li> <li>• El azúcar permite una mejor asimilación de las proteínas.</li> <li>• El azúcar es fundamental para nutrir al sistema nervioso, evitar alteraciones y crisis nerviosas.</li> <li>• El sabor dulce es el primero que probamos al nacer y se asocia a las madres.</li> <li>• La ausencia de azúcar aumenta la ansiedad.</li> <li>• El azúcar ayuda a conciliar el sueño gracias a su efecto relajante.</li> <li>• Los médicos recomiendan una dosis de azúcar antes de dormir para no caer en el insomnio.</li> <li>• El azúcar ayuda a la circulación de la sangre.</li> </ul>
<b>Vídeo 2: ¿Qué le pasa a tu cuerpo cuando dejas de comer azúcar?</b>
<b>Argumentos en contra del consumo de azúcar</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El azúcar es una de las sustancias más peligrosas para la salud.</li> <li>• Un consumo excesivo de azúcar puede disminuir la calidad de vida y causar problemas de salud.</li> <li>• El azúcar refinado, el más común, es el más dañino.</li> <li>• El sabor dulce puede ser adictivo.</li> <li>• Estudios científicos asocian un consumo excesivo de azúcar a bajones en nuestro nivel de energía.</li> <li>• Reducir el consumo de azúcar protege al corazón (Journal of the American Heart Association)</li> <li>• Consumir menos azúcar reduce el riesgo de padecer cáncer.</li> <li>• La reducción del consumo de azúcar protege el hígado.</li> <li>• Se descansa mejor si se reduce el consumo de azúcar.</li> <li>• La piel es más joven al reducir el consumo de azúcar.</li> <li>• Se consigue un peso más regulado y saludable al reducir el consumo de azúcar.</li> <li>• El aparato digestivo mejora si se reduce el consumo de azúcar.</li> <li>• Las personas se sienten más satisfechas porque el consumo de azúcar afecta a la leptina.</li> <li>• Consumir menos azúcar mejora la salud mental.</li> <li>• Consumir menos azúcar favorece dientes más saludables.</li> </ul>

• *Dilema C: Dilema sobre los coches autónomos*

Este dilema se centra en la tecnología, concretamente en la utilidad (o no) de los coches autónomos. Surge de la controversia social que supone cambiar el modelo de circulación

<sup>1</sup> *Beneficios del azúcar que no conocías*: [www.youtube.com/watch?v=Lpe7HdA7HkA](http://www.youtube.com/watch?v=Lpe7HdA7HkA) [Consulta: julio de 2020]

<sup>2</sup> *¿Qué le pasa a tu cuerpo cuando dejas de comer azúcar?*: [www.youtube.com/watch?v=72nIHkKhUSY&feature=emb\\_title](http://www.youtube.com/watch?v=72nIHkKhUSY&feature=emb_title) [Consulta: julio de 2020]

hacia una mayor seguridad en las carreteras, que choca frontalmente con la dependencia total en la tecnología para desarrollar nuestro día a día. El dilema emplea los formatos escrito titular y opiniones. Se presenta en primer lugar con un titular (“Coches autónomos: presente y futuro de una conducción que cambiará el mundo”) para que tomen una decisión e indiquen tres argumentos a favor y en contra del dilema, y, luego, junto a opiniones breves encontradas de varias personas implicadas en el dilema desde distintas perspectivas (Hierrezuelo et al., 2021a).

La tabla 3 recoge los 10 argumentos procedentes de distintas fuentes, formales e informales, que se ofrecieron junto al titular, y que muestran su idea en unas pocas líneas. Los profesores en formación inicial debían seleccionar el argumento que considerasen más afín para sustentar la decisión tomada, teniendo que justificar el porqué de su elección. De igual forma, se sugirió a los profesores en formación que emplearan las evidencias, estudios y análisis que se incluían en los argumentos suministrados para apoyar su decisión. Como en los otros dilemas, algunos argumentos se presentan a favor y otros en contra.

Con idea de obtener información de los tres elementos de un argumento (pruebas, justificaciones y conclusiones) (Jiménez-Aleixandre, 2010) se plantearon estas cuestiones de forma online: (a) ¿comprarías un coche autónomo?, (b) ¿qué opiniones, reflexiones, datos, información... decides tomar para apoyar esta decisión, y por qué?, y (c) argumenta y reflexiona con ayuda de los dos apartados anteriores. Este dilema se empleó como pre- y post-test.

- *Dilema D: Dilema sobre la dieta vegana*

Este dilema está relacionado con el ámbito de la salud y plantea una disyuntiva arraigada a nivel social sobre si la dieta vegana es o no saludable (Hierrezuelo et al., 2020). Emplea el soporte titular (“Cada vez son más las personas que optan por la dieta vegana”) y dos lecturas que incluían argumentos. En una primera parte los profesores en formación deben elaborar argumentos a favor y en contra a partir del titular de prensa “*Cada vez son más las personas que optan por la dieta vegana*”, y tomar una decisión.

En una segunda parte deben identificar argumentos en dos textos extraídos de prensa online, uno de los cuales solo presenta argumentos a favor de la dieta vegana (texto T1) y el otro en contra (texto T2), para volver a realizar una toma de decisiones. Este dilema se empleó como parte de la instrucción para analizar y desarrollar habilidades de argumentación y toma decisiones.

La tabla 4 recoge los argumentos a favor y en contra incluidos en ambos textos.

**Tabla 3.** Argumentos dados en el dilema C sobre coches autónomos.

Fuente del argumento	Argumento
Opinión anónima en un foro digital de coches	“Para mí la cuestión más que los coches autónomos, es qué pasará con el resto. Es decir, mientras no se prohíban los coches de conducción tradicional el día que los autónomos estén sobradamente contrastados, por mí perfecto, porque mientras pueda me gustaría conducir por mí mismo. Me parece que los coches autónomos son un avance muy importante para mejorar las condiciones de vida con la tecnología.”
Subdirector General de Gestión de la Movilidad, Dirección General de Tráfico	“El vehículo conectado es una forma importante de reducir la siniestralidad. Tenemos que promover el desarrollo y uso de las tecnologías porque ayudan a reducir accidentes, pero sin olvidarnos de la formación y las infraestructuras”
Presidente de la Fundación para la Seguridad Vial	“Vivimos en una época peligrosa, con muchos inventos y pocas reflexiones. En esta segunda revolución del automóvil el optimismo tecnológico sobre el coche autónomo quizá nos está cegando para ver que existen muchas cuestiones más allá de la tecnología en lo legal, personal y social”
Directora de desarrollo avanzado de Bosch	“El vehículo autónomo será decisivo para afrontar las nuevas megatendencias de la sociedad en los próximos años. El futuro de la movilidad será automatizado, nos hará la vida más fácil, limpia y confortable.”
Periodista de El País	“La seguridad del vehículo autónomo se ha visto severamente cuestionada tras los recientes accidentes mortales de Uber y Tesla en EEUU. Sin embargo, lejos de paralizar los proyectos de investigación, China ha realizado pruebas de coches autónomos y ha otorgado las primeras licencias a fabricantes locales. Este ambicioso plan tiene como objetivo convertir al país en líder de la implantación de la tecnología del futuro. Por el momento estas pruebas se realizan según las leyes en vigor ya que, aunque el vehículo autónomo se conduzca sin manos, hace responsable al conductor de cualquier accidente. Fuentes del sector aseguran que una tasa de siniestralidad cero es difícil de conseguir, pero se reducirá considerablemente. De hecho, las cuatro causas que producen más del 80% de accidentes en carretera son fallos humanos evitables: distracciones, ingesta de alcohol y drogas, cansancio y exceso de velocidad.”
Subdirector del Instituto de Investigación de Vehículos	“La responsabilidad siempre se ha atribuido a la persona, pero a medida que los vehículos vayan automatizándose, habrá responsabilidades que serán del vehículo. Ahora hay un seguro de responsabilidad civil que se hace cargo de la situación, pero con un vehículo autónomo está el fabricante del vehículo, el sistema, cada componente... El vehículo ha pasado por unos controles previos, hay una entidad homologadora.”
Director General de la Asociación Española de la Carretera	“La infraestructura tiene poca capacidad de adaptación al coche autónomo. Tardamos 8 años de media en diseñarlas y construirlas, y las diseñamos para que sean usables otros 40 años. En España llevamos un decenio de no inversión en conservación de infraestructuras de movilidad.”
Secretario General de Industry Transport System España	“La movilidad conectada y la conducción autónoma van a potenciar la mejora de la seguridad vial. El reto es acertar con los modelos de negocio que aceleren el despliegue masivo de estos sistemas.”
Estudio sobre vehículos autónomos de la Confederación Nacional de Autoescuelas (CNAE) y científicos del INTRAS	“Esta investigación pionera en España recoge por vez primera la percepción que tienen los conductores sobre este tipo de vehículos, en relación con los conocimientos requeridos para su manejo, su viabilidad o la responsabilidad existente en caso de accidente, entre otros aspectos. El 87% de los conductores españoles ni siquiera se plantea comprarse uno. La realidad es que casi 8 de cada 10 (el 77%) prefieren conducir, bien por el placer de ponerse al volante (58%) o bien porque confían en sí mismos más que en la máquina (56%).”
Director de Proyectos de la Fundación para la Seguridad Vial	“Muchas tecnologías funcionan ya de manera automática, trasladando la decisión de actuar a la máquina. Pero en caso de accidente por fallo del sistema de conducción autónoma, nos podemos plantear ¿a quién atropellará el coche y a quién salvará? ¿Qué ocurriría cuando la máquina se equivoque? Son dudas que hay que despejar antes de que la tecnología nos invada.”

**Tabla 4.** Argumentos a favor y en contra en los textos seleccionados.

Texto	Argumentos
Con argumentos a favor (T1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los alimentos veganos, especialmente los granos y frijoles ricos en fibra y las frutas y verduras envasadas con fitoquímicos, pueden ayudar a prevenir el cáncer.</li> <li>• Diferentes estudios muestran que comer carne de pollo, vaca y otros animales promueve el cáncer, mientras que comer alimentos a base de plantas puede protegernos contra ellos.</li> <li>• Las proteínas animales son un agente carcinógeno primordial. Los estudios en humanos también apoyan este efecto carcinogénico de la proteína animal, incluso en los niveles habituales de consumo. (Investigador epidemiológico).</li> <li>• Las mujeres que comen más carne tienen mayor riesgo de desarrollar cáncer de mama (British Journal of Cancer).</li> <li>• Las dietas altas en grasa saturada aumentan los niveles de estrógeno, mientras que las dietas basadas en plantas tienden a mantener el estrógeno en un nivel seguro que no promueve el crecimiento de las células cancerosas.</li> </ul>
Con argumentos en contra (T2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dieta vegana no solamente no es saludable, sino que no se puede seguir. No hay ninguna persona en el mundo que siga una dieta vegana estricta porque es incompatible con la vida (Catedrático de Fisiología de la Universidad de Murcia).</li> <li>• Las personas que siguen dieta vegana no están muertas porque toman complementos químicos, ya que sin ellos desarrollarían anemias, que si se prolongan en el tiempo producen la muerte (Catedrático de Fisiología de la Universidad de Murcia).</li> <li>• El 90% de los nuevos alimentos veganos son insalubres por tratarse de alimentos altamente procesados industrialmente y por la necesidad de suplementarse con vitamina B12 (Codirectora de un Centro de Nutrición).</li> <li>• Las dietas veganas excluyen la carne que es la mejor fuente de hierro y el hierro de las plantas se absorbe más lento que el de la carne (Doctora de Gran Bretaña).</li> </ul>

Con idea de averiguar si el orden de los textos influía en la decisión tomada, la actividad se administró a la mitad de los profesores en formación inicial con los textos en el orden T1-T2, y a la otra mitad en el orden T2-T1. Una vez respondida la actividad, el profesor realizó un análisis pormenorizado de los argumentos dados por algunos profesores en formación, y de los incluidos en cada uno de los textos, identificando las pruebas, justificación y conclusión en cada uno de ellos como los tres elementos de un buen argumento (Jiménez-Aleixandre, 2010). Finalmente, se reflexionó sobre la importancia de tomar una decisión sin información o con ella, y los motivos del posible cambio de decisión de algunos estudiantes apoyado por alguno de los argumentos ofrecidos en los textos.

• *Dilema E: Dilema sobre el uso de plásticos*

Este dilema, presentado en formato oral, plantea un acuerdo de la Unión Europea para eliminar plásticos de un solo uso en sus países integrantes en 2021. El escenario del juego de rol se desarrolla en un programa de debate televisivo denominado *Ciencia y Sociedad* que trata una problemática real y de actualidad sobre un acuerdo que la Unión Europea desea establecer en el 2021 para eliminar el uso de plásticos en sus países integrantes. Mostrado el contexto, se realiza el reparto de roles que participarán en el juego, permitiendo a los profesores en formación inicial elegir el rol que más les guste con la intención de que tengan la posibilidad de representar aquellos papeles con los que se

sientan más cómodos. Como se observa en la figura 2, con idea de que exista un equilibrio de opiniones se presentan ocho roles a favor y ocho en contra.

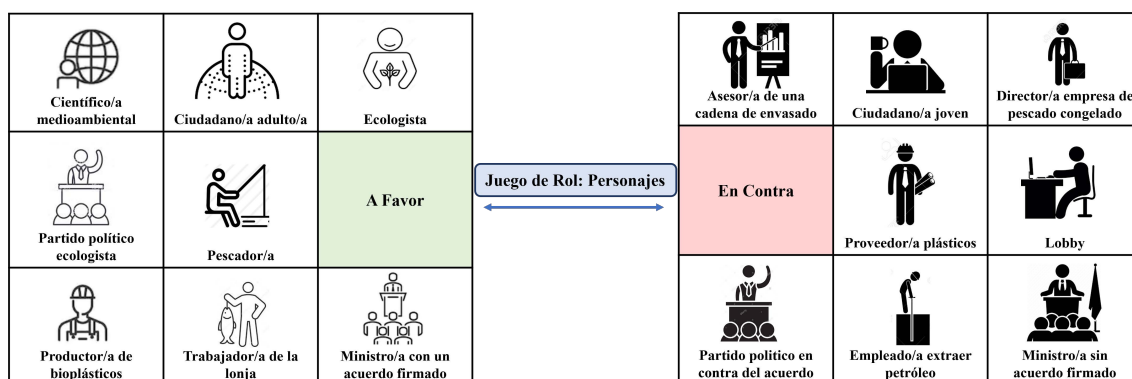


Figura 2. Roles a favor y en contra en el dilema sobre los plásticos

A cada rol se le facilitó una descripción de su personaje para que buscara información (tabla 5). Para cada uno de los profesores en formación inicial que no tenía asignado un rol, se repartieron funciones de asesoría para cada papel.

Tabla 5. Descripción de los personajes del juego de rol sobre los plásticos.


ROL A FAVOR	DESCRIPCIÓN
<b>Científico/a medioambiental</b>	Investigador/a sobre las principales causas de contaminación mundial
<b>Ciudadano/a adulto/a</b>	Sujeto que ha vivido en una sociedad donde el uso del plástico no era tan frecuente.
<b>Ecologista</b>	Activista en temas relacionados con la destrucción del medio ambiente.
<b>Partido político ecologista</b>	Integrante de un partido político que tiene como parte de su programa electoral la eliminación de los plásticos.
<b>Pescador/a</b>	Persona que ve afectado su oficio a causa de la utilización inadecuada de los plásticos.
<b>Productor/a de bioplásticos</b>	Químico/a que ve en este acuerdo una oportunidad para introducir sustitutos a los plásticos, pero con carácter biodegradable.
<b>Trabajador/a en la lonja</b>	Trabajador/a que culpa a los plásticos de la bajada de mercancías en la lonja.
<b>Ministro/a con un acuerdo firmado</b>	Ministro/a de un país no europeo. Dada su experiencia, considera beneficiosa la aprobación de este acuerdo.
ROL EN CONTRA	DESCRIPCIÓN
<b>Asesor/a de una gran cadena de envasado</b>	Trabajador/a en una empresa que utiliza como materia prima principal los plásticos.
<b>Ciudadano/a joven</b>	Sujeto que ha convivido en una sociedad donde el uso del plástico es frecuente.
<b>Director/a de una gran cadena de pescado congelado</b>	Empresa que se niega a cambiar su material de envasado debido al coste y a la calidad de dicho material.
<b>Empresa dedicada a proveer plástico</b>	Empresario/a que teme por la economía de su empresa y por sus empleados, debido a la pérdida de beneficios si se aprueba el acuerdo.
<b>Lobby</b>	Trabajador/a de una empresa con funciones de ejercer presión al Gobierno en beneficio de la industria para la que trabaja.
<b>Partido político en contra</b>	Representante de un partido político preocupado por las consecuencias que tendrá este acuerdo sobre las empresas.
<b>Empleado/a dedicada a extraer petróleo</b>	Persona que teme que la eliminación de los plásticos afecte a su sector.
<b>Ministro/a sin el acuerdo firmado</b>	Ministro/a perteneciente a un país no europeo que piensa que este acuerdo tendrá más consecuencias negativas que positivas.
OTROS PERSONAJES	DESCRIPCIÓN
<b>Presentadores/as</b>	Presentador/a con un carácter imparcial. Debe marcar los tiempos del programa y gestionar un recurso informático para mostrar los comentarios de los participantes en una pantalla digital.
<b>Asesores/as</b>	Se encargan de aportar datos y argumentos a un rol concreto y recordarle aquellos puntos que no ha expuesto durante el debate.
<b>Secretarios/as</b>	Actúan de representantes de los asesores y son suplentes del rol correspondiente, si este faltara el día de la puesta en escena.



Previamente a la puesta en escena, los profesores en formación inicial debían cumplimentar una ficha de su rol (figura 3), donde debían recoger, por una parte, diferentes argumentos que utilizarán para defender su posición en el debate y, por otra, argumentos con las posibles debilidades del resto de roles con la intención de poder hacer contraargumentos. Los profesores en formación inicial dispusieron de una semana para preparar su rol.

**Empresa dedicada a proveer plástico**

Este personaje representará a un empresario cuya empresa se dedica a proveer plásticos por Andalucía, no solo está en contra del acuerdo por cómo afectará a su empresa, sino por el número de personas que tendrá que dejar sin trabajo si esta se efectuará.



**Mis argumentos para defender mi rol**

Aporta argumentos para defender la postura de tu personaje, utilizando artículos científicos, periódicos, páginas web con rigor científico, videos, imágenes, etc.

1. Este año tengo contratado una 300 empleados que se encargan de proveer plásticos por toda Andalucía, comercios, administrativos, personal de logística, etc. Se están aplicando por nuestra reducción del uso de plásticos.
2. Nos preocupa del impacto de los plásticos, sin embargo como al acero y no usamos de uson de plástico porque es más barato que otro material.
3. La sociedad ha avanzado y a día de hoy es más responsable con un acero algo que hace plástico por mucho que realmente eliminar este material es parte de nuestra vida cotidiana.

**Debilidades de los personajes**

En este apartado refleja cuáles son los argumentos débiles de los participantes en el plato que no están posicionados de igual manera a la pregunta de si eliminar o no los plásticos en Europa en 2021.

1. **Trabajador/a en la lonja:** Mucha de la mercancía viene de fuera por lo que se debe de ser más caro y esto hace que no podamos competir en un sector. También, como en la lonja que cada vez trae menos cantidad de plástico rojo.
2. **Ecologista:** Hay que concienciar a los grandes empresas y pequeñas que deberían reemplazar los plásticos que utilizan al mundo por de plástico rojo por cosas de carbon aluminio, etc, que pueden ser reciclados y tener otra vida.
3. **Ciudadano/a a adulto a favor:** Me siento responsable de dejar futuras generaciones con un mundo rojo en el que pueden vivir sin tener recursos ambientales, como la explotación a recursos como el oxígeno de la capa de ozono, etc.
4. **Pescador/a:** Cada segundo se tiran más de 200 kg de plásticos a mar y océano. El 70% se va al fondo marino y el 15% se queda flotando. Pequeños, pero producen de pescar y una mayor pérdida de tiempo y dinero.

**Figura 3.** Ejemplo de ficha a cumplimentar por el alumnado.

Para llevar a cabo la puesta en escena, el juego de rol sigue esta estructura:

- Una introducción de tres minutos realizada por los presentadores donde se plantea el problema. Un turno de palabra de un minuto para cada rol para ofrecer sus argumentos a favor o en contra sobre el tema, donde no existe interrupción ni contraargumentación.
- Un descanso de cinco minutos, donde los personajes preparan el debate con ayuda de sus asesores, para la ronda de contraargumentaciones.
- El debate, de 25 minutos de duración, donde los diferentes roles tienen la posibilidad de defender o contraargumentar las distintas posturas.
- Un tiempo final donde los presentadores dan respuesta a la pregunta planteada en el debate.

La función del docente debe ser crear un contexto, basado en acontecimientos reales y de actualidad, que fomente una actitud positiva hacia la participación del alumnado, mediante situaciones o problemáticas acordes a su etapa madurativa y a su realidad más cercana. Durante el desarrollo del juego de rol el formador pasa a un segundo plano, recayendo en los presentadores la responsabilidad de guiar el debate y controlar los turnos de palabra. Para realizar esta dinámica no necesitamos desplegar una gran cantidad de

materiales, solamente posicionar las sillas o mesas de manera que todos los participantes puedan mirarse y estén en actitud de dialogar. Es cierto que la caracterización de los personajes puede ofrecer un entorno más contextualizado y enriquecedor para la práctica, pero no es necesario.

### 2.1.3. Estructura del programa formativo

El programa se desarrolló durante un cuatrimestre en cuatro fases (figura 4) y ocho sesiones no consecutivas de 90 minutos.

- Fase 1. Evaluación inicial de la capacidad de argumentación, comunicación y toma de decisiones de los profesores en formación inicial, y de su percepción de distintas habilidades de pensamiento crítico (1 sesión). Se emplearon a modo de pre-test varios dilemas socio-científicos en diferentes formatos y el cuestionario de pensamiento crítico denominado CPC2 (Santiuste et al., 2001).
- Fase 2. Instrucción (4 sesiones). Esta fase abordó diferentes modelos de argumentación y pensamiento crítico, se analizó un dilema socio-científico, y se preparó y escenificó un juego de rol.
- Fase 3. Aplicación de conocimientos a la enseñanza (2 sesiones). Los profesores en formación inicial con el rol de docentes diseñaron, en pequeño grupo, una actividad para desarrollar habilidades de pensamiento crítico dirigida a estudiantes de la etapa educativa para la que se estaban formando y la expusieron a sus compañeros. Esta fase es importante en la formación inicial del profesorado ya que además de haberlo experimentado en primera persona (fase 2) deben trasladarlo a su futura enseñanza.
- Fase 4. Evaluación de habilidades de pensamiento crítico y percepción de los profesores en formación inicial tras el programa (post-test) (1 sesión).

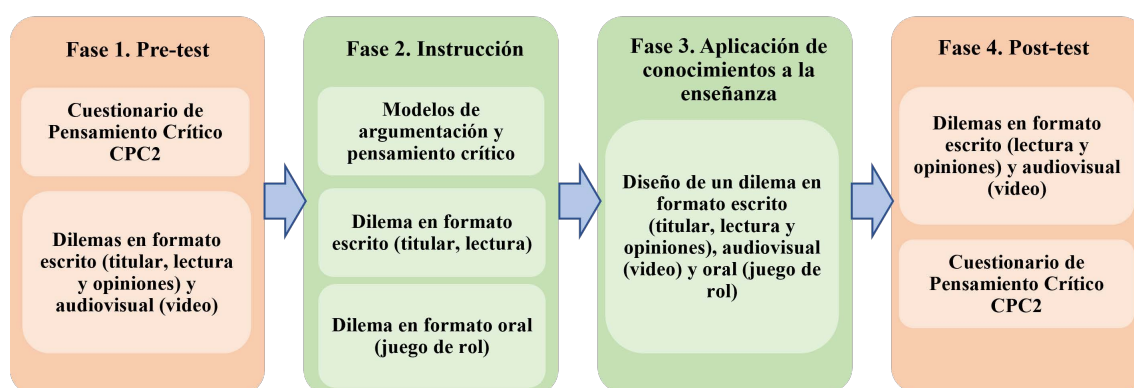


Figura 4. Fases del programa formativo sobre pensamiento crítico para profesores en formación inicial.

### 2.1.4. Secuencia de actividades

Este apartado desarrolla la secuencia de actividades incluidas en cada fase del programa, ofreciendo una descripción de su implementación en el aula.



*Fase 1: Evaluación inicial de la capacidad de argumentación, comunicación y toma de decisiones de los profesores en formación inicial y de su percepción de distintas habilidades de pensamiento crítico (pre-test)*

- Actividad 1. Cuestionario CPC2 (Santiuste et al., 2001). Los profesores en formación inicial responden el cuestionario manifestando su percepción sobre diferentes habilidades del pensamiento crítico. Esta actividad permite conocer la percepción inicial de los profesores en formación inicial sobre sus propias habilidades del pensamiento crítico. La implementación en el aula se realizó de manera online utilizando formularios de Google Forms. El cuestionario puede consultarse en: <https://forms.gle/BrRsjtk74LdbAMeJ7>
- Actividad 2. Dilema A sobre la implantación de una luna artificial. Se estructuró en dos tareas. La primera, suministró el titular de prensa en formato online, a partir del cual debían formular tres argumentos a favor y tres en contra, junto con su justificación y tomar una decisión ante el dilema (Hierrezuelo et al., 2021a). La segunda tarea proporcionaba el mismo titular junto a dos textos con argumentos opuestos para que cada profesor en formación inicial identificase tres argumentos a favor y tres en contra, justificando sus respuestas. Por último, se pidió que se posicionasen tomando una decisión argumentada. El enunciado de la actividad está disponible en: <https://forms.gle/GuxPboycfTeHruLh8>
- Actividad 3. Dilema B sobre el consumo de azúcar. Consta de dos tareas. La primera presentó a los profesores en formación inicial el titular de forma online, para que elaborasen tres argumentos a favor y en contra del mismo incluyendo una justificación. La segunda tarea planteó el mismo titular junto a dos vídeos con argumentos a favor y en contra del consumo de azúcar (Hierrezuelo et al., 2021a), para que cada profesor en formación inicial identificase tres argumentos a favor y tres en contra, justificando sus respuestas. Los profesores en formación debían realizar anotaciones sobre cada vídeo utilizando la herramienta colaborativa CoAnnotation (Cebrián et al., 2016). Asimismo, se pidió una decisión argumentada sobre el consumo de azúcar. No se informó de la naturaleza opuesta de los vídeos. El enunciado de la actividad está disponible en: <https://forms.gle/ktiTd1VzCFa1rLji8>
- Actividad 4. Dilema C sobre el uso de coches autónomos. Primero, los profesores en formación inicial debían redactar tres argumentos a favor y en contra a partir de un titular de prensa. Estos argumentos debían estar justificados, y a su vez, debían posicionarse sobre si lo comprarían o no. La segunda tarea presentó de nuevo el titular acompañado de opiniones encontradas de especialistas (Hierrezuelo et al., 2021a), a partir de las cuales debían elaborar su propio argumento y decidir si compraban o no un coche autónomo para mejorar la seguridad vial. El enunciado de la actividad está

disponible en: <https://forms.gle/BRQp7DkDT1xFXiABA>

### *Fase 2: Instrucción*

- **Actividad 5.** Modelos de argumentación y pensamiento crítico. El profesor llevó a cabo una sesión formativa donde expuso cómo diferentes autores entienden la argumentación en ciencias, haciendo hincapié en su importancia en la vida diaria, en la educación científica y en su contribución al pensamiento crítico. Se mostraron el modelo de argumentación de Toulmin (1958), una versión simplificada del mismo (Jiménez-Aleixandre, 2010) y el modelo de Osborne et al. (2016). Como primera tarea se pidió identificar los elementos esenciales de un argumento (pruebas, justificación y conclusión) a través de un ejemplo sencillo donde observan las huellas de un animal en la nieve como prueba para dar una respuesta argumentada a la pregunta ¿Quién anda en la nieve? (Cebrián et al., 2021). Como segunda tarea se propuso argumentar sobre si un joven pelirrojo de piel blanca y con pecas del que se mostró su imagen era probable que se quemase al sol (Cebrián et al., 2021). Se pretendía que reconocieran la importancia de refutar argumentos y conocer las ideas científicas previas. Se presentaron, asimismo, distintas habilidades del pensamiento crítico, centrándonos en el enfoque de Blanco et al. (2017).
- **Actividad 6.** Dilema D sobre la dieta vegana. Su implementación es similar a la actividad 2. Los profesores en formación inicial abordaron individualmente el dilema en primer lugar solo con el titular y, posteriormente, apoyados en dos lecturas. Como en la fase 1, debían tomar en ambos momentos una decisión argumentada ante el dilema e identificar argumentos en los textos. Además, se analizó en el aula en gran grupo la tarea de forma pormenorizada, identificando primero argumentos a favor y en contra presentes en los textos, a continuación, analizando algunos de los argumentos elaborados por los profesores en formación inicial y, finalmente, considerando las razones por las que se habían producido cambios de postura (Hierrezuelo et al., 2020). El enunciado de esta actividad está disponible en: <https://forms.gle/9dWW9KZBUgdLZBS7A>.
- **Actividad 7.** Dilema E sobre el uso de plásticos. La implementación en el aula incluye:
  - (1) Presentación del dilema por el profesor, las características y reglas del juego, y el reparto de roles a favor y en contra del dilema (Hierrezuelo et al., 2021b), así como la elección del equipo de asesores para cada rol. Además, el alumnado debe tomar una postura inicial. Repartidos los roles y previo a la escenificación, los profesores en formación inicial recogieron en una ficha argumentos para defender su rol y contraargumentos con debilidades del resto de roles.
  - (2) Escenificación en el aula con esta estructura: (a) Planteamiento del problema por los presentadores (3 minutos), (b) turnos de palabra (1 minuto) donde cada rol ofrece

sus argumentos, (c) descanso donde los personajes preparan el debate con sus asesores (5 minutos), (d) debate donde los roles defienden o contraargumentan distintas posturas (25 minutos) y (e) resumen del debate de los presentadores (5 minutos).

(3) Toma de decisión final de cada profesor en formación sobre el dilema.

### *Fase 3: Aplicación de conocimientos a la enseñanza*

- Actividad 8. Diseño de una actividad para desarrollar habilidades de pensamiento crítico. Esta actividad pretende que los profesores en formación inicial, adquiriendo el rol de docentes, apliquen los conocimientos recibidos durante el programa. Para ello, se pidió que, en pequeño grupo, diseñasen una actividad para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de su etapa educativa con un formato similar a los del programa (escrito –titular, lectura, opiniones-, audiovisual -vídeo- y oral -juego de rol-) que incluyese:
  - (a) Definición del dilema socio-científico para abordar el pensamiento crítico.
  - (b) Búsqueda de titulares/lecturas/opiniones/vídeos/roles con argumentos a favor y en contra del dilema, que puedan identificarse claramente. El juego de rol debía incluir la descripción de, al menos, cuatro roles a favor y cuatro en contra, y tres posibles argumentos y contraargumentos.
  - (c) Elección de un argumento a favor y otro en contra, y análisis de los elementos esenciales según el modelo de Toulmin (1958).
  - (d) Especificación de cómo se evaluará la actividad.
  - (e) Posibles contribuciones de la actividad al desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes.
- Actividad 9. Exposición de la actividad diseñada. Pretende que los profesores en formación inicial muestren la habilidad de comunicación oral y escrita. Para ello, entregan una memoria escrita del diseño y realizan una exposición oral de diez minutos de duración.

### *Fase 4: Evaluación de habilidades de pensamiento crítico y percepción de profesores en formación inicial tras el programa (post-test)*

- Actividad 10. Dilemas A, B y C. Los profesores en formación inicial vuelven a identificar, justificar argumentos y tomar una decisión en los dilemas A, B y C con el objetivo de analizar una posible evolución en el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico.
- Actividad 11. Cuestionario CPC2. Los profesores en formación inicial responden de nuevo de forma online al cuestionario manifestando su percepción sobre diferentes habilidades del pensamiento crítico.

## 2.2. Resultados de la pregunta de investigación 2

**P2:** ¿Qué habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la argumentación, ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo?

Esta sección recoge una selección de los resultados más relevantes relacionados con la argumentación como habilidad del pensamiento crítico obtenidos en algunas de las tareas planteadas en los distintos dilemas. Algunas tareas se presentan con análisis cualitativos y otras, cuantitativos.

El dilema A relacionado con la energía se utiliza, a modo de ejemplo, para presentar la riqueza de las categorías y dimensiones encontradas en los argumentos dados por los profesores en formación inicial. A continuación, se presentan ejemplos de argumentos empleados sin disponer de información (formato escrito titular) (dilema A) o disponiendo de ella en formato escrito lectura (dilema A), formato audiovisual (dilema B) o formato escrito opiniones (dilema C). El dilema D, por su parte, sobre la dieta vegana, utilizado en la instrucción, se emplea para mostrar posibles avances en las percepciones de los profesores en formación inicial relativas a la argumentación. Finalmente, los argumentos dados en el dilema en formato oral (juego de rol) se relacionan con otras dimensiones del pensamiento crítico desde el enfoque de Blanco et al. (2017).

Como se indicó con anterioridad, el estudio principal se realizó en el Grado en Educación Primaria (GEP), y de ahí, que en todos los casos se presenten resultados de este Grado. No obstante, en algunos dilemas dichos resultados se complementan con otros procedentes de profesores en formación inicial del Máster en Profesorado de Educación Secundaria (MAES) o del Grado en Educación Infantil (GEI), donde también se desarrolló el programa formativo, y cuya comparación se considera de interés.

### 2.2.1. Dilema A sobre la implantación de una luna artificial

Los resultados que aquí se muestran sobre el dilema A se pueden encontrar en la contribución 2 y en las complementarias A, B y C.

#### 2.2.1.1. Resultados de la tarea argumentar sobre la energía, sin disponer de información

##### (a) Categorías y dimensiones encontradas

A continuación, se presentan los resultados de la primera tarea en la que los profesores en formación inicial debían argumentar disponiendo solo del titular de prensa. Las respuestas aportadas, que incluían tanto argumentos a favor (AF) como en contra (EC), fueron clasificadas en diferentes categorías que surgieron durante su análisis tras un consenso de los investigadores.

Para los argumentos a favor se establecieron 12 categorías: (AF1) ahorro económico, (AF2) ahorro de consumo energético, (AF3) mantenimiento de la red eléctrica, (AF4) uso de energía renovable, (AF5) aumento de seguridad, (AF6) abastecimiento de luz, (AF7) eliminación de la contaminación, (AF8) mejora en seguridad vial, (AF9) crecimiento tecnológico y científico, (AF10) aumento del turismo, (AF11) favorecer el comercio y la vida diaria/nocturna y (AF12) mejora en infraestructuras.

Se encontraron seis tipos de argumentos en contra, que se clasificaron como: (EC1) alto coste económico e innecesario, (EC2) efectos dañinos sobre personas, animales y plantas, (EC3) contaminación lumínica, (EC4) mundo artificial, (EC5) aumento de inseguridad y (EC6) gasto elevado de energía y recursos. Con objeto de darle una visión global a todas estas categorías, independientemente de que fueran a favor o en contra, se pudieron englobar en cuatro dimensiones atendiendo al impacto producido: (D1) socioeconómico, (D2) tecnológico, (D3) sobre ahorro energético e (D4) ambiental, reconocidas en la literatura como aspectos fundamentales para la comprensión del problema de la energía (United Nations, 1992; Martín y Prieto, 2011). La tabla 6 relaciona las diferentes categorías de argumentos a favor (AF) y en contra (EC) con las dimensiones establecidas.

**Tabla 6.** Relación entre dimensiones y categorías de argumentos a favor (AF) y en contra (EC)

Dimensiones	Categorías AF	Categorías EC
(D1) Impacto socioeconómico	AF1, AF5, AF8, AF10, AF11	EC1, EC5
(D2) Impacto tecnológico	AF3, AF6, AF9, AF12	EC4
(D3) Impacto sobre ahorro energético	AF2, AF3	EC6
(D4) Impacto ambiental	AF4, AF7	EC2, EC3

A continuación, se muestran algunos ejemplos de argumentos dados por profesores en formación inicial del Grado en Educación Primaria (GEP) o del Máster en Profesorado de Secundaria (MAES) en las cuatro dimensiones detectadas, indicando entre paréntesis el participante correspondiente:

- Impacto energético:

*“A través de la utilización de una luna artificial se disminuirá todo el gasto de farolas en la ciudad, ya que siempre estaría iluminada.”* (GEP26, pre-test).

- Impacto socioeconómico:

*“La construcción de esta luna artificial reducirá los costes destinados a iluminación al no necesitarse farolas ni tenerse que dedicar dinero ni tiempo a su mantenimiento”* (GEP51, post-test).

*“Al ser un elemento único y exclusivo en todo el mundo, tendrá un gran impacto social y económico, aumentará el turismo de la ciudad y se convertirá en una ciudad*

referente para el país, lo cual proporcionará muchos puestos de trabajos y ayudará a sus habitantes”, (MAES25, pre-test).

- Impacto ambiental:

“Si ponemos una luna artificial, estaríamos modificando el medio ambiente y no está preparado para esto, y podría desencadenar enormes consecuencias para animales, plantas, personas”. (GEP50, post-test).

“Habría menos desechos de bombillas que en muchas ocasiones contienen materiales contaminantes, reduciéndose así la contaminación de la ciudad” (MAES29, pre-test).

- Impacto tecnológico:

“Podría ser una buena opción para iluminar la ciudad ya que da la imagen de iluminación más natural en la propia ciudad”, (GEP20, pre-test).

La tabla 7 muestra las frecuencias de respuesta en cada dimensión obtenidas en el análisis de argumentos a favor (AF) y en contra (EC) en los dos momentos de intervención para el GEP.

**Tabla 7.** Frecuencias obtenidas en cada dimensión para maestros en formación inicial del GEP

Dimensión	Pre-test (AF)	Post-test (AF)	Pre-test (EC)	Post-test (EC)
Impacto socioeconómico	51	73	34	25
Impacto tecnológico	49	36	23	24
Impacto/ahorro energético	39	39	5	6
Impacto ambiental	11	7	63	86
<b>Total</b>	150	155	125	141

Respecto a los argumentos a favor de la implantación de la luna artificial, los profesores en formación inicial del GEP centraron principalmente sus aportaciones en aspectos relacionados con el impacto socioeconómico (51, pre-test; 73, post-test). El impacto ambiental (11, pre-test; 7, post-test) se encontró como argumento minoritario a favor.

Por el contrario, la mayoría de los argumentos en contra se asociaron con el impacto ambiental (63, pre-test; 86, post-test), basándose sus justificaciones en las posibles repercusiones que la luna artificial podría tener no solo en la vida animal y vegetal, sino también, en el ciclo del sueño de las personas. En el caso de los argumentos en contra el ahorro energético fue el argumento minoritario (5, pre-test; 6, post-test).

**(b) Dimensión impacto ambiental. Comparación entre GEP y GEI**

La figura 5 presenta los porcentajes de cada una de las dimensiones obtenidos para maestros en formación inicial del GEP y GEI en el pre-test y el post-test antes y después del programa formativo.

Como se observa, la dimensión impacto ambiental (representada en color violeta en la figura 5) no se indica de igual forma en todos los casos. Así, cuando el impacto ambiental

se plantea como un argumento a favor del problema, tanto en pre-test como post-test de GEP y GEI, se encuentra en un porcentaje inferior al 7,4%, situándose como cuarta dimensión en frecuencia de aparición. Sin embargo, cuando se argumenta en contra del titular, aparece como dimensión mayoritaria con un rango de porcentajes entre el 39,0 y 60,0% según el momento y perfil de los maestros. En este caso, los maestros del GEP la utilizaron en ambos momentos con porcentajes que superaban el 50,0%, mientras que este porcentaje solo se superó para los maestros del GEI en el post-test. Estos datos globales parecen sugerir en el caso planteado, que la implantación de una luna artificial produciría mayoritariamente efectos negativos en el medioambiente.

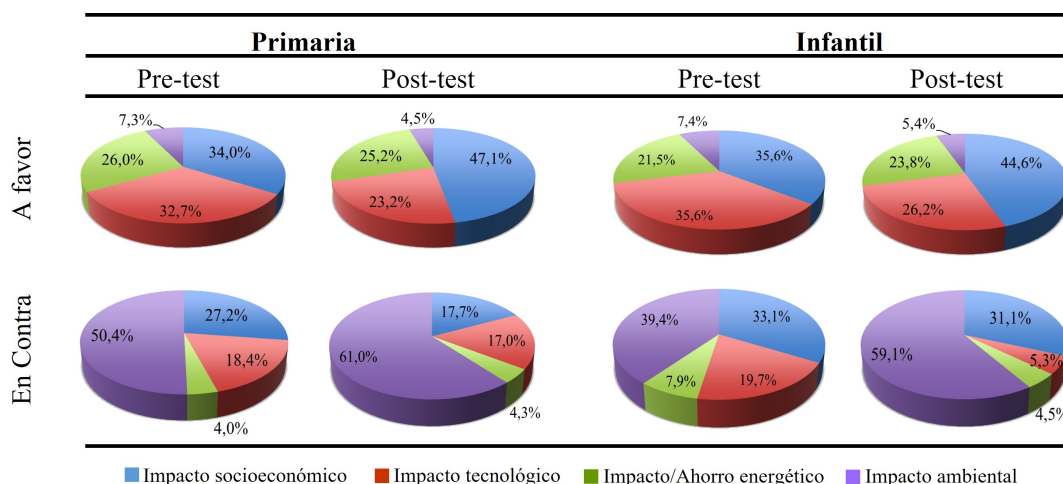


Figura 5. Porcentajes de las dimensiones encontradas para argumentos a favor y en contra en los dos momentos de intervención (pre-test y post-test).

Centrándonos ahora sólo en la dimensión impacto ambiental (D4) y desglosando en la figura 6 estos porcentajes en los distintos argumentos incluidos en dicha dimensión (tabla 7), encontramos en las dos situaciones analizadas (pre- y post-test) un comportamiento similar de los maestros del GEP y GEI en cuanto a la argumentación ofrecida tanto a favor como en contra del dilema planteado.

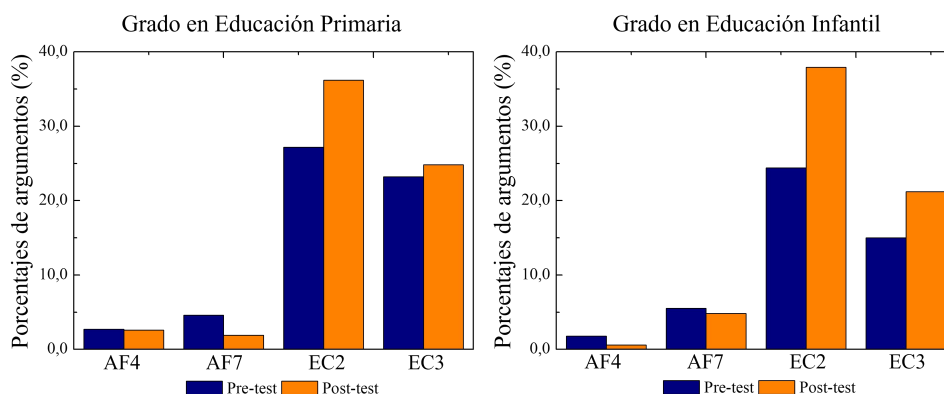


Figura 6. Porcentajes de argumentos a favor (AF) y en contra (EC) en la dimensión impacto ambiental para GEP y GEI en pre-test y post-test.

De los dos argumentos a favor planteados, el mayoritario en ambos Grados, que en ningún momento superó el 5,5%, fue la eliminación de la contaminación (AF7). Un aspecto a



resaltar es que mientras que para los maestros del GEP se refleja una disminución importante entre pre-test y post-test, para los del GEI, los valores se mantuvieron prácticamente constantes en ambos momentos de intervención.

Algunos ejemplos de argumentos dados para esta categoría fueron:

*“La implantación de la Luna disminuiría la contaminación lumínica que tantos años lleva sufriendo China, es decir, todas esas calles llenas de carteles publicitarios, rótulos luminosos y farolas serían sustituidas por una luna artificial que iluminaría a toda China”* (GEP46, post-test),

*“El consumo energético disminuye, no contaminando tanto, esto se debe a que no deben producir energía las centrales para poder iluminar las calles”* (GEI33, post-test).

La segunda categoría relativa a argumentos a favor (Uso de las energías renovables, AF4), puede considerarse residual, con porcentajes inferiores al 2,7%, que se mantienen prácticamente constantes para GEP y GEI en pre-test y post-test. Los maestros en formación inicial expresaron este argumento de las siguientes formas:

*“La implantación de esta luna artificial sería un aspecto positivo porque dejando de usar millones de farolas el calentamiento global se vería disminuido en gran parte”* (GEP15, pre-test)

*“...una gran cantidad de electricidad es generada por centrales eléctricas de carbón, el plan ciertamente ofrece una alternativa neutra en carbono. Es una idea relativa a la energía solar que no se había considerado antes”* (GEP52, post-test).

Por otro lado, si se analiza el argumento en contra mayoritario (Efectos dañinos sobre humanos, animales y plantas, EC2), que oscila entre el 24% y 38%, se observa una tendencia similar en ambos Grados, con un aumento notable en torno a un 10% entre pre-test y post-test. Los participantes argumentaron esta postura de esta manera:

*“...supondría un cambio brusco en la luminosidad nocturna, lo que puede afectar a la supervivencia de una gran variedad de especies animales y vegetales que pueden llegar a extinguirse si no son capaces de adaptarse.... Las personas se verían expuestas a una situación similar. Su forma de vida se vería modificada repentinamente, dando lugar a graves problemas, como la aparición de trastornos del sueño. Los ciudadanos correrían el riesgo de sufrir una alteración en su salud mental. Además, el día y la noche podrían confundirse, alterándose los horarios laborales y la rutina y ritmo de vida de las personas”* (GEP30, pre-test).

*“...puede causar efectos nocivos para la fauna y la flora, ya que puede que su organismo no esté adaptado a una luz siempre permanente”* (GEI14, post-test).



Con respecto a la categoría contaminación lumínica (EC3), entre el 15% y 24,8%, las aportaciones fueron menos frecuentes, pero significativas en comparación con los argumentos a favor. Algunos ejemplos de los argumentos emitidos fueron:

*“La luna artificial además de emitir luz, emitiría calor, lo que puede perjudicar, no solo a la fauna y flora, sino al calentamiento global al favorecer el efecto invernadero”* (GEP30, pre-test).

*“Aumenta la contaminación al solicitar más energía eléctrica, ya que al tener que producir las centrales un aporte mayor de luz, aumenta la producción de gases contaminantes”* (GEI45, pre-test).

### **2.2.1.2. Resultados de la tarea argumentar sobre la energía, con información escrita**

En la segunda tarea, se suministró a los estudiantes el mismo titular de prensa, pero en esta ocasión, acompañado de dos noticias en formato lectura.

A continuación, se recogen algunos argumentos dados por los estudiantes en esta tarea, que ponen de relieve unas justificaciones más elaboradas que cuando emitían argumentos sin información previa:

*“No dejaría huella de carbono masiva”. Esto significa que es menos contaminante para el medio ambiente porque no habría que utilizar tanta energía ni tanto tiempo en mantenimiento como se hace con las farolas”* (GEP05, pre-test).

*“Provocaría un importante desajuste en los ciclos circadianos de los seres humanos”. La luz de este satélite artificial sería azul, lo que está demostrado que influye directamente en la liberación de melatonina y, por tanto, en los ciclos sueño-vigilia de los seres humanos”* (MAES42, pre-test).

### **2.2.2. Dilema B sobre el consumo de azúcar**

Los resultados que aquí se muestran sobre el dilema B se pueden encontrar en la contribución 2 y en la complementaria A.

#### **2.2.2.1. Resultados de la tarea argumentar sobre la salud, con información audiovisual**

Este apartado presenta los resultados de la tarea que suministraba, para el dilema B, el titular acompañado dos vídeos que ofrecen información opuesta sobre el dilema (Hierrezuelo et al., 2021a).

Para llevar a cabo la identificación y justificación de argumentos sobre cada vídeo se utilizó la plataforma digital CoAnnotation (Cebrián-Robles, 2018) que permite realizar anotaciones sobre las distintas partes del video realizando comentarios sobre el mismo. La Figura 7 ilustra CoAnnotation para uno de los vídeos, mostrando las líneas amarillas

las distintas partes del vídeo donde los profesores en formación inicial identificaron sus argumentos.



**Figura 7.** Anotaciones realizadas por los estudiantes sobre el vídeo 1 en CoAnnotation.

A continuación, se ilustran, a modo de ejemplo, algunas de las anotaciones realizadas por el alumnado en la identificación de los argumentos.

Así, para el argumento a favor “el azúcar ayuda a la regeneración de tejidos” un estudiante del GEP afirmó que *“este dato es importante ya que se requiere una cantidad de azúcar mayor en los adultos, donde existe una demanda de azúcar mayor para el buen desarrollo”* (GEP21), mientras que otro estudiante del MAES indicó que *“durante el crecimiento aporta los nutrientes necesarios para un perfecto desarrollo físico y mental consiguiendo ser más resistente en las actividades”* (MAES07).

Para el argumento en contra “El aparato digestivo mejora si se reduce el consumo de azúcar”, una estudiante del GEP anotó *“no creo que evitar los azúcares conlleve no tener problemas digestivos. Hago hincapié en que hay que tomar cierta dosis de azúcar para el cuerpo de una forma inteligente. Obviamente si se abusa puede causar problemas”* (GEP15), mientras que otra estudiante del MAES afirmó que *“el azúcar no permite que el sistema digestivo procese correctamente otros alimentos y esto provoca problemas como el estreñimiento”* (MAES11).

La Figura 8 representa la nube de palabras con los términos más utilizados en las aportaciones de los profesores en formación inicial. Como se observa, los términos más usados relacionados con el azúcar fueron consumo, energía, problemas y exceso.



**Figura 8.** Nube de palabras más utilizadas en las anotaciones de los estudiantes.

### 2.2.3. Dilema C sobre los coches autónomos

Los resultados que aquí se muestran sobre el dilema C se pueden encontrar en la contribución 2 y en la complementaria A.

#### 2.2.3.1. Resultados de la tarea argumentar sobre tecnología a partir de opiniones

Este apartado presenta los resultados de la tarea que suministraba, para el dilema C, el titular junto a varias opiniones encontradas.

Los resultados de la tarea revelaron que la mayoría de los profesores en formación inicial eran reacios a comprar un coche autónomo. Las razones dadas se centraban en que a pesar de que la tecnología se encuentre muy avanzada, los coches podrían fallar en algún momento al no ser totalmente fiables (*“Me daría cierta inseguridad, ya que al ser una máquina puede fallar y ocasionar un accidente”*, GEP56) o en la necesidad de una mayor investigación (*“Se debería realizar una gran inversión en la investigación de coches autónomos, para poder hacerlos lo más seguros posible y reducir al máximo los posibles riesgos”*, GEP52).

Los profesores en formación inicial que se posicionaron a favor de la compra de un coche autónomo basaron sus justificaciones principalmente en aspectos medioambientales (*“sería una buena opción para reducir la contaminación, lo que es muy necesario para que la vida de nuestro planeta se siga desarrollando correctamente”*, GEP13) y en otros relacionados con la seguridad vial (*“Un coche autónomo podría prevenir muchos de los accidentes causados por imprudencias del hombre como beber alcohol, distracción al volante, etc. Este tipo de coches controlaría estos hechos y contribuiría a la seguridad vial”*, GEP26).

### 2.2.4. Dilema D sobre la dieta vegana

Los resultados que aquí se muestran sobre el dilema D se pueden encontrar en la contribución 3.

### 2.2.4.1. Comparación en las percepciones de la habilidad de argumentación antes y después del programa

Para evaluar posibles avances en la habilidad de argumentación producidas en el programa, se ha analizado el dilema D sobre la dieta vegana que se empleó como parte de la instrucción.

Para conocer posibles avances en las percepciones de los profesores en formación inicial respecto a sus habilidades de argumentación se utilizaron algunos de los ítems del cuestionario de Santiuste et al. (2001) que aborda diferentes habilidades relacionadas con el pensamiento crítico, entre ellas la argumentación. Para este estudio se seleccionaron tres ítems, que se trabajaron a lo largo del programa y especialmente de forma más detallada en este dilema.

Concretamente, los ítems “cuando leo un texto, identifico claramente la información relevante” (ítem 3), “cuando leo un texto argumentativo, identifico claramente los argumentos que corroboran o refutan una tesis”, (ítem 5) y “sé extraer conclusiones fundamentales de los textos que leo” (ítem 6), que los profesores en formación inicial debían valorar su grado de acuerdo en una escala Likert de 1 a 5 puntos. Para este estudio se compararon los valores medios obtenidos para estos ítems en el pre-test y post-test.

La tabla 8 recoge los valores medios obtenidos, antes y después del programa, en los tres ítems relacionados con la argumentación, incluidos en el cuestionario de pensamiento crítico, y que se trabajaron especialmente en este dilema para los GEP y GEI.

**Tabla 8.** Valores medios y desviación estándar obtenidos sobre la evolución de la argumentación

Ítem	Media (Pre-test)		Media (Post-test)	
	GEI	GEP	GEI	GEP
3. Cuando leo un texto, identifico claramente la información relevante	4.10 ± 0.61	4.21 ± 0.56	4.18 ± 0.59	4.32 ± 0.68
5. Cuando leo un texto argumentativo, identifico claramente los argumentos que corroboran o refutan una tesis	3.82 ± 0.59	4.00 ± 0.54	4.12 ± 0.66	3.97 ± 0.51
6. Sé extraer conclusiones fundamentales de los textos que leo	3.94 ± 0.68	4.02 ± 0.56	4.06 ± 0.62	4.23 ± 0.61

Como se aprecia, aunque los maestros en formación inicial de ambos Grados presentan inicialmente buenas habilidades de argumentación escrita en los tres ítems estudiados (valores medios entre 3.82 y 4.21 sobre 5 puntos), son ligeramente mejores en los estudiantes del GEP (valores medios superiores a 4.00). La comparación de estos datos con los obtenidos tras el programa, algo superiores en todos los casos, salvo en el ítem 5 para GEP, parecen indicar que esta tarea contribuyó a que los estudiantes de ambos Grados mejorasen estas habilidades del pensamiento crítico a través de la argumentación.

En general, se observó que la instrucción dada sobre argumentación favoreció a la construcción de argumentos que incluían los tres elementos esenciales del modelo de Jiménez-Aleixandre (2010). A modo de ejemplo, se muestra el siguiente argumento dado por un profesor en formación inicial, resaltando las pruebas en letra normal, la justificación en cursiva y la conclusión subrayada.

*“Considero que, aunque, la dieta vegetariana y vegana es rica en fibra dietética, vitaminas C y E, ácido fólico, magnesio, ácidos grasos polinsaturados... todos ellos procedentes de legumbres, cereales, frutas y verduras... en el caso de los lácteo-vegetarianos también se incluyen los huevos y lácteos. Pero, hay estudios que muestran que en su dieta existen niveles ligeramente bajos de colesterol, grasas saturadas, vitamina B12 (sustancia necesaria para el desarrollo del sistema nervioso y membranas acuosas), y menor densidad ósea (debido a la baja ingesta de calcio). Todos estos datos pueden variar en función del estado metabólico y edad de la persona y los suplementos que cubren las carencias energéticas son antinaturales, por lo que concluyo que no es saludable. (GEP50)”.*

Aunque, bien es cierto, que esta actividad trabajó de forma pormenorizada estas habilidades en el aula en la fase de instrucción no podemos afirmar de forma taxativa que sea la causante exclusiva de esta mejora ya que formaba parte de un programa más amplio, donde se incluyen otras actividades en la misma línea.

### **2.2.5. Dilema E sobre el uso de plásticos**

Los resultados que aquí se muestran sobre el dilema E se pueden encontrar en las contribuciones 1, 4 y en las complementarias D, F, G.

#### **2.2.5.1. Uso de la argumentación por parte de los profesores en formación inicial en diferentes dimensiones del pensamiento crítico**

Este apartado muestra cómo la argumentación está vinculada a otras dimensiones o habilidades del pensamiento crítico. Tomando como base el enfoque de pensamiento crítico de Blanco et al. (2017), se presenta esta estrecha relación a través del dilema planteado en formato oral (juego de rol) aportando algunos ejemplos de argumentos dados por los maestros en formación inicial del GEP. Se quiere poner con ello de manifiesto la riqueza de los profesores en formación inicial en cuanto a argumentación se refiere, al abordar diferentes aspectos considerados importantes en el desarrollo del pensamiento crítico:

- Argumentación (*Crear argumentaciones sólidas y cuestionar la validez de los argumentos, rechazando conclusiones no basadas en pruebas, y detectando falacias argumentativas*):

Se trata de una dimensión clave del pensamiento crítico que aparece tanto en la preparación como en el desarrollo del juego de rol. Así, durante la preparación los maestros crean argumentos sólidos a favor o en contra del consumo de plásticos:

*“Eliminar los plásticos supondría una gran catástrofe económica para el país y para muchas familias españolas ya que la industria del plástico supone un gran sector económico con más de 4.000 empresas lo que genera más de 120.000 empleos y tiene un volumen de negocio de 30.000 millones de euros (recogido en [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/06/05/companias/1559747850\\_029044.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/06/05/companias/1559747850_029044.html).”) (GEP).*

mientras que, durante la escenificación, no solo los exponen, sino que intentan contraargumentar a los compañeros.

- *Visión de la ciencia (Concebir la ciencia como actividad humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente):*

Esta dimensión tiene una presencia evidente en este problema ya que aparece en las numerosas aportaciones que relacionan la investigación científica en la producción de plásticos, las diversas actividades de la industria de este sector, y la directa repercusión que tienen con aspectos sociales y ambientales como, por ejemplo, las investigaciones que se están llevando a cabo para evitar la problemática ambiental generada por la acumulación de plásticos en nuestros océanos.

Un ejemplo de argumento surgido en el juego de rol fue: *“La degradación de los plásticos extraídos del mar dificulta su proceso de reciclaje mecánico, por lo que una alternativa para su tratamiento es someterlos a descomposición térmica mediante procesos de combustión, aunque la incineración genera otros problemas de contaminación y no resuelve el problema de la superproducción de plásticos.”* (GEP).

- *Conocimientos (Estar informado de los temas que se abordan, no limitarse a discursos dominantes y conocer posturas alternativas):*

En este caso, los maestros realizaron una búsqueda exhaustiva de información que les ayudó a construir los argumentos que, por un lado, apoyan el rol asignado, y por otro, da lugar a una búsqueda de posiciones y criterios que les sirvan para poder contraargumentar a los estudiantes de postura opuesta. Esto da lugar a la aparición de posturas alternativas sobre esta problemática como la de un pescador o un productor de plásticos que se asume muy enriquecedora en la autoconstrucción de conocimiento.

- *Análisis crítico de la información (Evaluar la credibilidad de las fuentes de información, teniendo en cuenta los intereses subyacentes):*

Esta dimensión tiene su principal protagonismo durante la preparación de roles, y posteriormente cuando durante el debate los diferentes roles exponen fortalezas y debilidades de otros personajes. De hecho, entre las aportaciones de los estudiantes aparecen aportaciones tajantes que ponen en duda incluso la existencia de las fuentes de información sobre las basan sus compañeros algunos de los argumentos:

*“Se ha expuesto un argumento en relación con que la contaminación del mar conlleva una pérdida de tiempo y como consecuencia el precio del pescado es mayor, pero en ningún momento se ha comentado la fuente, por lo que carece de credibilidad”* (GEP).

- Tratamiento de los problemas (*Abordar los problemas de forma integral, en su complejidad, teniendo en cuenta las dimensiones científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales, ambientales, económicas, etc.*):

Un aspecto fundamental es que el problema elegido (producción y consumo de plásticos) incluye no solo cuestiones científicas, y su abordaje desde diferentes ámbitos pone también de manifiesto aspectos éticos, económicos, sociales, etc.:

*“Vivir sin plástico, significa vivir sin el 80% de las cosas que nos rodean: botellas de agua, bolígrafos, recipientes, maquillajes o coches, trenes y autobuses. Ah, y claro, nada de móviles, tabletas u ordenadores. ¿Cómo pretendemos avanzar en nuestra sociedad sin plásticos?”* (GEP).

- Autonomía personal (*Desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella*):

Esta dimensión aparece de manera transversal en los distintos momentos del juego. Contribuye a crear nuevas ideas que permitan desarrollar una opinión independiente.

- Toma de decisiones (*Hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que emplean para resolver problemas*):

Se plantea especialmente en la parte final del juego donde cada maestro en particular y el presentador del juego de forma grupal, deben tomar una decisión fundamentada en torno al problema planteado a la luz de los argumentos planteados.

- Comunicación (*Comunicar decisiones usando un lenguaje apropiado, de acuerdo con el contexto y las metas o intenciones*):

Una de las características que conllevan la implementación de este tipo de estrategias en el aula, es que lleva implícito el desarrollo de un diálogo entre los participantes y una posterior comunicación a otros contextos.



### 2.3. Resultados de la pregunta de investigación 3

**P3:** ¿Qué habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la toma de decisiones, ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo?

Este apartado muestra el análisis de las habilidades que desarrollan los profesores en formación inicial del GEP y del GEI en torno a la toma de decisiones, utilizando como ejemplo el dilema D sobre la dieta vegana (formato escrito titular y lectura) y se pueden encontrar en la contribución 3.

Para este dilema se llevaron a cabo tres análisis en torno a la toma de decisiones: la comparación entre la decisión inicial y final, el mantenimiento o cambio de postura, y la influencia del orden de los textos en la decisión final.

#### 2.3.1. Decisión inicial y final de los profesores en formación inicial

Un primer análisis comparó los resultados obtenidos para la decisión inicial de los profesores en formación, sin haber accedido a información (solo titular), y su decisión final tras la lectura de los textos. Para conocer la posible existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los dos momentos (antes y después) en cada grado (GEP y GEI), y en cada momento entre grados, se realizó la prueba de Chi cuadrado, considerando diferencias con una significatividad menor a 0.05. La tabla 9 presenta los resultados obtenidos para la toma de decisión antes y después de la lectura de los textos.

**Tabla 9.** Toma de decisión en los dos momentos.

Decisión	Grado en Educación Infantil (N=111)		Grado en Educación Primaria (N=80)	
	Sí es saludable	No es saludable	Sí es saludable	No es saludable
Antes de lectura	36.0%	64.0%	47.5 %	52.5 %
Después de lectura	31.5%	68.5%	45.0%	55.0%

Como se aprecia (tabla 9), los resultados en los dos momentos dentro de cada grado son similares, como confirmó la prueba de Chi cuadrado mostrando la no existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $\chi^2 = 0.503$ ,  $p = 0.478$  para GEI;  $\chi^2 = 0.100$ ,  $p = 0.751$ , para GEP).

Sin embargo, la decisión inicial tomada por los profesores en formación inicial del GEI y GEP fue diferente. Así, mientras que para los profesores en formación del GEP no estaba demasiado claro si la dieta vegana es o no saludable (resultados similares en torno al 50%), los profesores en formación del GEI se inclinaban principalmente hacia una dieta no saludable (64,0%). No obstante, la prueba Chi cuadrado mostró que estas diferencias no eran estadísticamente significativas ( $\chi^2 = 2.529$ ,  $p = 0.112$ ).

Tras disponer de la información proporcionada por la lectura, se observó en ambos grados



un ligero aumento en la decisión de que la dieta vegana no es saludable, aunque en ningún caso este aumento superó el 5%. La comparación de los resultados entre GEI y GEP correspondientes a la decisión final tampoco reveló la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $\chi^2 = 3.611$ ,  $p = 0.057$ ).

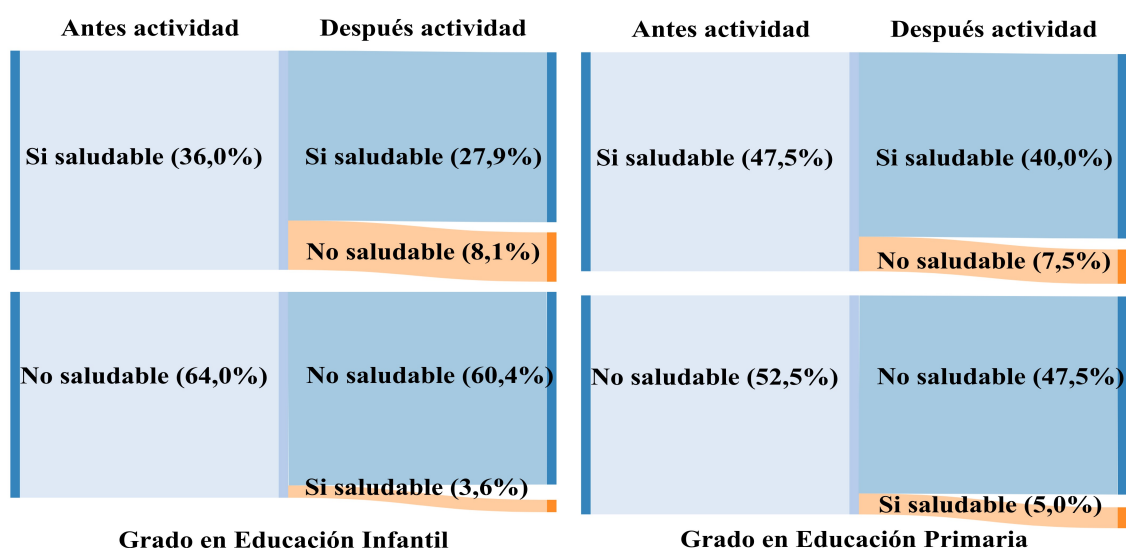
La tabla 10 recoge algunas de las aportaciones realizadas por los estudiantes de ambos grados para justificar si consideraban saludable o no un estilo de vida basado en la dieta vegana.

**Tabla 10.** Algunos argumentos dados por los profesores en formación inicial para justificar su decisión.

<b>Argumentos para justificar una dieta vegana saludable</b>
“La dieta vegana es saludable debido a que se sustituyen las proteínas animales por las vegetales, por lo que al final se termina comiendo las mismas proteínas, pero sin tomar grasa animal.” (GEP34)
“La dieta vegana es saludable ya que aporta al organismo todos los nutrientes necesarios para su funcionamiento.” (GEI57)
<b>Argumentos para justificar una dieta vegana no saludable</b>
“Creo que la dieta vegana no es saludable ya que margina diversos nutrientes y proteínas que pienso que solo se pueden encontrar en la materia animal.” (GEP39)
“Considero que la dieta vegana no es saludable porque no aporta todos los nutrientes necesarios.” (GEI54)

### 2.3.2. Mantenimiento o cambio de postura de los profesores en formación inicial

Un segundo análisis estudió el mantenimiento o cambio de posición de los estudiantes y la posible aparición de nuevos argumentos no relacionados con la salud que influyesen en el cambio. La figura 9 representa el porcentaje de profesores en formación inicial que se mantuvo en su postura (a favor o en contra) antes y después de la lectura de los textos, o, por el contrario, cambió su decisión.



**Figura 9.** Mantenimiento y cambio de decisión de los profesores en formación inicial del GEI y GEP antes y después de la actividad.

En general, se observa que los estudiantes son reacios a cambiar de postura, puesto que sólo eligieron otra decisión tras la actividad el 11.7% de los profesores en formación del GEI y el 12.5% de los del GEP, independientemente de si su postura inicial fuese a favor o en contra del dilema. En ambos grados el cambio mayoritario se produce en los profesores en formación que inicialmente indicaron que esta dieta sí era saludable y finalmente cambiaron su decisión a no saludable (figura 9).

Aunque en esta actividad, la toma de decisiones se ha establecido en base a evidencias a favor y en contra únicamente desde el punto de vista de la salud, su riqueza dimensional podría plantear la aparición de otros posibles motivos (personales, culturales, medioambientales, económicos y/o políticos) que habrían podido también influir para argumentar su cambio de postura. Tras analizar las respuestas de los profesores en formación inicial que cambiaron su postura e independientemente del sentido de ese cambio (saludable-no saludable, o viceversa), en todos los casos, se observó que los argumentos ofrecidos hacían referencia exclusivamente a motivos de salud, y en ningún caso tras el cambio se aportaron nuevos aspectos. La tabla 11 recoge varios ejemplos de profesores en formación inicial que cambiaron su postura, donde se pone de manifiesto la idea planteada.

**Tabla 11.** Ejemplos de respuestas de profesores en formación inicial que cambiaron su postura.

<b>Cambio de postura (Sí a No)</b>		<b>Cambio de postura (No a Sí)</b>	
<b>Sí es saludable (inicial)</b>	<b>No es saludable (final)</b>	<b>No es saludable (inicial)</b>	<b>Sí es saludable (final)</b>
<b>Grado en Educación Infantil</b>			
Las personas veganas ingieren alimentos que proceden de la tierra e intentan evitar los alimentos procesados que pueden dañar la salud (GEI78)	Porque tiene carencias, la dieta saludable es una dieta equilibrada en la que no se coma exceso de carne, ni productos procesados (GEI78)	Porque los veganos obtienen nutrientes necesarios que necesita el cuerpo (GEI13)	Porque ayuda a la prevención contra el cáncer y encontramos alimentos que cubra nuestra dieta y nos aporten los nutrientes necesarios (GEI13)
<b>Grado en Educación Primaria</b>			
Aporta todos los nutrientes necesarios para nuestro cuerpo, excepto una vitamina (GEP50)	Los productos veganos no completan los requerimientos básicos, ya que se eliminan productos para evitar contraindicaciones y tienen que suplementarse con productos químicos (GEP50)	Porque no contiene proteínas que son esenciales para nuestro cuerpo, por ejemplo, vitamina B12 (GEP20)	Porque baja la probabilidad de poseer cáncer, ya que hay estudios que recogen que es beneficioso para la salud y el consumo de carne no (GEP20)

### 2.3.3. Influencia del orden de los textos en la decisión final

Finalmente, el tercer análisis se centra en la posible influencia que tiene el orden de los textos en la decisión adoptada. La tabla 12 recoge el porcentaje de estudiantes de cada grado que indica cada decisión según el orden de los textos en la actividad: T1 (a favor) y T2 (en contra).

**Tabla 12.** Toma de decisión en función del orden de los textos.

		Grado en Educación Infantil		Grado en Educación Primaria	
		Sí es saludable	No es saludable	Sí es saludable	No es saludable
Antes de lectura		36.0% (N=111)	64.0% (N=111)	47.5 % (N= 80)	52.5 % (N= 80)
Después lectura	Orden de textos T1-T2	22.6% (N=54)	77.4% (N=54)	38.5% (N= 39)	61.5% (N= 39)
	Orden de textos T2-T1	38.6% (N=57)	61.4% (N=57)	51.2% (N =41)	48.5% (N =41)

Los datos parecen revelar que existe una influencia directa en la decisión final que adoptan los profesores en formación inicial según el orden en que se le presentaron los textos. En concreto, parece que la decisión final de algunos estudiantes, independientemente del grado, siempre está más influenciada por el texto presentado en segundo lugar, independientemente de que esta información sea a favor (T1) o en contra (T2) de la dieta. Asimismo, se observó una influencia más acusada cuando el orden de los textos fue T1-T2, es decir, cuando el segundo texto incluía argumentos en contra, ya que para los profesores en formación del GEI provocó un cambio de decisión del 13.4% y para los del GEP fue del 9.0%, frente a un 2.6% y un 3.7%, para ambos grados respectivamente cuando los textos se suministraron a la inversa (T2-T1).

## 2.4. Resultados de la pregunta de investigación 4

**P4:** ¿Qué percepciones muestran los profesores/as en formación inicial sobre el desarrollo de sus habilidades de pensamiento crítico antes y después de participar en un programa formativo con esa finalidad? ¿Qué diferencias existen, si las hay, entre las percepciones de los profesores en formación inicial de Grado y Máster?

Los resultados que aquí se muestran se pueden encontrar en la contribución 1 y corresponden a profesores en formación inicial del GEP y del MAES.

Los resultados se presentan a través de dos estudios con estadísticos no paramétricos: (a) la prueba U de Mann-Whitney para dos muestras independientes, para estudiar posibles diferencias significativas iniciales entre GEP y MAES, y (b) la prueba de Wilcoxon para dos muestras relacionadas, para detectar posibles diferencias para cada grupo, GEP y MAES, entre pre- y post-test. Se calculó también, en los casos de diferencias significativas, el tamaño del efecto utilizando la ecuación  $r=Z/\sqrt{N}$ , donde N es el número de PFIs en cada momento y Z el valor de la prueba estadística. En cuanto al valor de r, se considera efecto pequeño (0,1), medio (0,3) y grande (0,5) (Cohen, 1988). Todas las pruebas estadísticas se realizaron con SPSS 23.0.

### 2.4.1. Percepciones iniciales en GEP y en MAES y su comparativa

Con la finalidad de conocer el punto de partida de ambos grupos, lo que permitirá valorar de forma más precisa las posibles mejoras después del programa, se compararon las percepciones iniciales entre GEP y MAES. Los resultados obtenidos muestran que los dos grupos presentaban antes de la intervención una percepción similar de sus habilidades de pensamiento crítico tanto en la dimensión sustantiva (centrada en los puntos de vista de la propia persona) como en la dialógica (la confrontación entre puntos de vista de dos o más personas) en las que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Esto se corroboró en el análisis por ítems del cuestionario de Santiuste et al. (2010) en el que solo se apreciaron diferencias estadísticamente significativas a favor del MAES, con un tamaño de efecto pequeño, en el pre-test en un ítem de la dimensión dialógica (“cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, considero que puedo estar equivocado y que quizás sea el autor el que tenga la razón”, ítem 13) ( $U= -2.03$ ;  $p= 0.04$ ;  $r= 0.22$ ) relacionado con el análisis crítico de la información (D3) (Osborne, 2014) y la argumentación (D5) (Jiménez-Aleixandre, 2010; Vázquez y Manassero, 2018).

### 2.4.2. Diferencias de percepciones entre pre- y post-test para cada grupo

Para presentar los resultados de este apartado, los ítems se organizaron en función de las habilidades leer, expresar por escrito, y escuchar y expresar oralmente, presentes en los formatos de los dilemas utilizados.

*Habilidad leer*

La tabla 13 presenta los resultados de la habilidad leer. Se somborean en gris los ítems en los que se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 13.** Prueba de Wilcoxon entre pre-test y post-test para GEP y MAES para la habilidad leer.

GEP				MAES			
Z	p	A favor	r	Z	p	A favor	r
<b>Dimensión sustantiva</b>							
1. Cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, busco razones contrarias a las que se exponen en el texto (D3, D5). Medianas: GEP (b); MAES (c)							
-3.00	0.00	Post	0.32	-1.49	0.14	--	--
2. Sé diferenciar los hechos y las opiniones en los textos que leo (D3). Medianas: GEP y MAES (c)							
0.00	1.00	--	--	-0.59	0.55	--	--
3. Cuando leo un texto, identifico claramente la información relevante (D3, D5). GEP y MAES (c)							
-1.15	0.25	--	--	-0.47	0.64	--	--
4. Cuando leo un texto, identifico claramente la información irrelevante (D3, D5). Medianas: GEP y MAES (c)							
-2.26	0.01	Post	0.24	-0.58	0.56	--	--
5. Cuando leo un texto argumentativo, identifico claramente los argumentos que corroboran o refutan una tesis (D5). Medianas: GEP y MAES (c)							
-0.19	0.84	--	--	-0.16	0.87	--	--
6. Sé extraer conclusiones fundamentales de los textos que leo (D3, D5). Medianas: GEP y MAES(c)							
-2.06	0.04	Post	0.22	-2.24	0.02	Post	0.24
7. Cuando un autor expone varias posibles soluciones a un problema, valoro la utilidad de cada una de ellas (D4). Medianas: GEP y MAES (c)							
-0.49	0.62	--	--	-0.29	0.77	--	--
8. Cuando un autor expone varias posibles soluciones a un problema, valoro si todas ellas son igualmente posibles de poner en práctica (D4). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.40	0.16	--	--	-1.03	0.30	--	--
9. Cuando un autor expone varias posibles soluciones a un problema, valoro si ha expuesto también todas las condiciones necesarias para ponerlas en práctica (D4). Medianas: GEP (a); MAES (b)							
-1.52	0.13	--	--	-2.71	0.01	Post	0.29
10. Cuando leo un texto sé si el autor trata de dar una opinión, exponer un problema y sus soluciones, explicar unos hechos, etc. (D3). Medianas: GEP y MAES (c)							
-0.58	0.56	--	--	-1.45	0.15	--	--
11. Verifico la lógica interna de los textos que leo (D3, D5). Medianas: GEP (b); MAES (c)							
-2.29	0.02	Post	0.25	-2.26	0.02	Post	0.24
12. Me planteo si los textos que leo dicen algo que esté vigente hoy en día (D2, D3). Medianas: GEP (b); MAES (c)							
-2.13	0.03	Post	0.23	-2.08	0.04	Post	0.22
<b>Dimensión dialógica</b>							
13. Cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, considero que puedo estar equivocado y que quizás sea el autor el que tenga la razón (D3, D5). Medianas: GEP (b); MAES (c)							
-1.51	0.13	--	--	-0.21	0.83	--	--
14. Cuando leo una opinión o una tesis, no tomo partido por ella hasta que dispongo de suficiente evidencia o razones que las justifiquen (D3, D5). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.29	0.19	--	--	-0.20	0.84	--	--
15. Cuando leo una opinión que está de acuerdo con mi punto de vista, tomo partido por ella sin considerar otras posibles razones contrarias a la misma (D3, D5, D7). Medianas: GEP y MAES (a)							
-1.01	0.31	--	--	-1.19	0.23	--	--
16. Cuando leo la interpretación de un hecho, me pregunto si existen interpretaciones alternativas (D2, D3). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.99	0.05	Post	0.21	0.00	1.00	--	--

Se utiliza la siguiente codificación para ésta y sucesivas tablas:

- Dimensiones de Blanco et al. (2017): D1: Visión de la ciencia; D2: Conocimientos; D3: Análisis crítico de la información; D4: Tratamiento de los problemas; D5: Argumentación; D6: Autonomía personal; D7: Toma de decisiones; D8: Comunicación.
- Evolución de medianas pre-/post-test: (a) 3,00 a 3.00; (b) 3.00 a 4.00; (c) 4.00 a 4.00; (d) 4.00 a 5.00; (e) 5.00 a 5.00.

Para el GEP se detectaron diferencias significativas en 6 de los 16 ítems relativos a la habilidad leer, cinco de ellos de la dimensión sustantiva (ítems 1,4, 6 y 11) y uno (16) de la dialógica. El tamaño de efecto fue pequeño en todos los casos, excepto para el ítem 1 que fue mediano. Todos estos ítems están relacionados con el análisis crítico de la información (D3) (Osborne, 2014), cuatro de ellos con la argumentación (D5) (Jiménez-Aleixandre, 2010, Solbes y Torres, 2012) y dos con los conocimientos (D2).

En el caso del MAES sólo se encontraron diferencias en cuatro ítems (6,9, 11 y 12), todos ellos con tamaño de efecto pequeño y de la dimensión sustantiva. En este grupo además de las dimensiones D2, D3 y D5, uno de los ítems se relaciona con el tratamiento de problemas (D4) (Solbes y Torres, 2012).

Además, puede considerarse un resultado positivo en ambos grupos la ausencia de diferencias en el ítem 15 (“Cuando leo una opinión que está de acuerdo con mi punto de vista, tomo partido por ella sin considerar otras posibles razones contrarias a la misma”), que es el único del cuestionario que está formulado en sentido negativo al avance del pensamiento crítico y que está relacionado también con la toma de decisiones (D7) (Solbes y Torres, 2012). Estos resultados sugieren que los profesores en formación inicial del GEP percibieron mayores mejoras en sus habilidades de pensamiento crítico relativas a la lectura que los del MAES (6 ítems en total frente a 4, respectivamente).

En los ítems sin diferencias, la ausencia de cambios puede ser debida a que en la gran mayoría de ellos los profesores en formación inicial partían de una percepción muy alta de dicha habilidad (medianas 4.00 o 5.00) (tabla 13). No ocurrió así en el ítem 9 donde los profesores en formación del GEP partían de medianas de 3.00 puntos. Se corresponde con una habilidad que podrían haber mejorado como valorar si una persona expone varias soluciones a un problema y las condiciones necesarias para ponerlas en práctica.

### *Habilidad expresar por escrito*

La tabla 14 recoge los resultados de la habilidad expresar por escrito. Como se observa, en el caso del GEP no se detectó ningún ítem con diferencias significativas para esta habilidad. Resulta de interés las diferencias en análisis crítico de la información (D3) y comunicación (D8) en el ítem 22 del MAES como único ítem con diferencias en el pre-test en el que tenían que valorar su habilidad para mencionar las fuentes de información de las ideas que se exponen.

Esto se puede explicar porque durante el programa solo se pidió incluir referencias bibliográficas en las fichas del juego de rol, reflejándolo los profesores en formación en su percepción. Este ítem corresponde con la dimensión sustantiva, lo que indica que los profesores en formación inicial deben mejorar tanto esta dimensión como la dialógica para esta habilidad.

**Tabla 14.** Prueba de Wilcoxon entre pre-test y post-test para GEP y MAES para la habilidad expresar por escrito.

GEP				MAES			
Z	p	A favor	r	Z	P	A favor	r
<b>Dimensión sustantiva</b>							
17. Cuando escribo las conclusiones de un trabajo, justifico claramente cada una de ellas (D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-0.77	0.44	--	--	-0.97	0.33	--	--
18. Cuando debo argumentar por escrito sobre un tema, expongo razones tanto a favor como en contra del mismo (D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-0.49	0.62	--	--	-0.19	0.85	--	--
19. Cuando escribo sobre un tema, diferencio claramente entre hechos y opiniones (D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.35	0.18	--	--	-0.25	0.83	--	--
20. Cuando busco información para redactar un trabajo, juzgo si las fuentes que manejo son fiables (D3). Medianas: GEP y MAES (e)							
-1.58	0.11	--	--	-0.28	0.78	--	--
21. Cuando un problema tiene varias posibles soluciones, soy capaz de exponerlas por escrito especificando sus ventajas e inconvenientes (D4, D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.80	0.07	--	--	-1.09	0.28	--	--
22. Cuando expongo por escrito una idea que no es la mía, menciono las fuentes de la que proviene (D3, D8). Medianas: GEP y MAES (e)							
0.00	1.00	--	--	-2.29	0.02	Pre	0.25
<b>Dimensión dialógica</b>							
23. En mis trabajos escritos, además de la tesis principal sobre el tema, expongo opiniones alternativas de otros autores y fuentes (D2, D3, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.25	0.21	--	--	-0.24	0.81	--	--
24. Cuando debo redactar un trabajo, expongo interpretaciones alternativas de un mismo hecho siempre que sea posible (D2, D3, D8). Medianas: GEP y MAES (b)							
-1.44	0.15	--	--	-1.80	0.07	--	--

En los ítems sin diferencias, la ausencia de cambios puede ser explicada, al igual que para la habilidad leer, a que en la gran mayoría de ellos los profesores en formación inicial partían de una percepción muy alta de dicha habilidad (medianas 4.00 o 5.00) (tabla 14). No ocurrió así en el ítem 24 donde tanto profesores en formación inicial del GEP como del MAES partían de medianas de 3.00 puntos. Se corresponde con la habilidad que los estudiantes podrían haber mejorado como exponer interpretaciones alternativas de un mismo hecho al redactar un trabajo.

#### *Habilidad escuchar y expresar oralmente*

La tabla 15 muestra los resultados para la habilidad escuchar y expresar oralmente. Para esta habilidad, en el caso del GEP se encontraron diferencias significativas a favor del post-test en cuatro de los seis ítems de este grupo (26, 27, 28 y 30) con un tamaño de efecto pequeño, lo que refuerza su percepción de mejora en las habilidades ya detectadas



de análisis crítico de información (D3) (Osborne, 2014), tratamiento de problemas (D4) (Solbes y Torres, 2012), argumentación (D5) (Jiménez-Aleixandre, 2010), autonomía personal (D6) y comunicación (D8). En este caso, se corresponden con las dimensiones sustantiva y dialógica.

En el caso del MAES solo se hallaron diferencias significativas con un tamaño de efecto pequeño en dos ítems (25 y 26) en las dimensiones D5 y D8, relativos a la habilidad de expresarse en debates. Estos resultados sugieren que los profesores en formación inicial del GEP perciben mayores mejoras en sus habilidades de pensamiento crítico que los del MAES (4 ítems en total frente a 2, respectivamente).

**Tabla 15.** Prueba de Wilcoxon entre pre-test y post-test para GEP y MAES para la habilidad escuchar y expresar oralmente.

GEP				MAES			
Z	p	A favor	r	Z	p	A favor	r
<b>Dimensión sustantiva</b>							
25. En los debates sé expresar con claridad mi punto de vista (D8). Medianas: GEP (c); MAES (b)							
-1.42	0.16	--	--	-2.69	0.01	Post	0.29
26. En los debates, sé justificar adecuadamente porque considero aceptable o fundamentada una opinión (D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-2.27	0.02	Post	0.24	-2.41	0.02	Post	0.26
27. Cuando expongo oralmente una idea que no es mía, menciono la fuente de la que proviene (D3, D8). Medianas: GEP (b); MAES (c)							
-2.17	0.03	Post	0.23	-0.93	0.35	--	--
28. Cuando un problema tiene varias soluciones, soy capaz de exponerlas oralmente especificando sus ventajas e inconvenientes (D4, D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.96	0.05	Post	0.21	-0.47	0.64	--	--
<b>Dimensión dialógica</b>							
29. En los debates, busco ideas alternativas a las que ya han sido manifestadas (D6, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-0.27	0.78	--	--	-1.37	0.17	--	--
30. Cuando participo en un debate, me pregunto si hay interpretaciones alternativas de un mismo hecho (D6, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-2.27	0.02	Post	0.24	-0.97	0.33	--	--

El único ítem sin diferencias en ambos grupos es el 29 y se corresponde con buscar ideas alternativas a las ya manifestadas en un debate. La explicación podría deberse a que tanto GEP como MAES partían de medianas muy altas de 4.00 puntos.

Finalmente, y como resumen de este apartado indicar que los avances más destacados se encontraron en las habilidades relativas a escuchar y expresarse oralmente, teniendo en cuenta la proporción de ítems de este grupo en los que aparecieron diferencias significativas (4/6 para el GEP y 2/6 para el MAES). Puede entenderse que el dilema utilizado en formato oral (juego de rol), en el que debían desarrollar estas habilidades, ayudó a los profesores en formación inicial a mejorarlas y así lo percibieron. Por el contrario, en la habilidad expresarse por escrito, a pesar de que todos los dilemas la incluían en mayor o menor grado, los avances fueron muy bajos. Solo se encontraron diferencias significativas en 1/8 ítems en el caso del MAES y ninguno en el GEP. Entre



## RESULTADOS

ambas habilidades se encuentra la de leer, en la que aparecieron diferencias significativas en 6/16 ítems de este grupo para el GEP y 4 en el MAES. Con respecto a las dos dimensiones contempladas en el cuestionario, los resultados muestran que las diferencias significativas se produjeron en la dimensión sustantiva en ambos grupos (8/22 y 7/22 en GEP y MAES, respectivamente). En la dimensión dialógica solo se encontraron diferencias en dos ítems en el caso del GEP.

## 2.5. Resultados de la pregunta de investigación 5

**P5:** ¿Constituyen las actividades propuestas basadas en dilemas una buena estrategia didáctica para trabajar el desarrollo del pensamiento crítico en el profesorado?

Este apartado valora si los dilemas en sus distintos formatos constituyen una buena estrategia didáctica para trabajar el desarrollo del pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado, a través de las percepciones dadas por los participantes del estudio. Se ilustran, a modo de ejemplo, las percepciones de profesores en formación del MAES para los dilemas escritos y del GEP para el dilema oral.

### 2.5.1. Percepciones de profesores en formación inicial sobre el diseño e implementación de dilemas en formato escrito y audiovisual

Los resultados que aquí se muestran corresponden a profesores en formación inicial del MAES y se pueden encontrar en la contribución 1.

Para conocer la percepción de los profesores en formación inicial sobre el diseño e implementación de dilemas se les administró un cuestionario con 5 ítems que debían valorar en una escala Likert de 1 a 5 puntos (tabla 16), de menor a mayor grado de dificultad o utilidad (1: muy baja; 2: baja; 3: media; 4: alta; 5: muy alta). Se analizó la media de cada ítem. La tabla 16 recoge los resultados del cuestionario de valoración para cada formato.

**Tabla 16.** Valores medios en cada ítem del cuestionario de percepción de los distintos formatos de dilemas.

Ítem	Escrito (Titular+Lectura)	Audiovisual (Titular+Vídeo)	Escrito (Titular+Opiniones)
Dificultad para diseñar el dilema en cada formato	2.48 ± 0.80	3.27 ± 0.91	3.49 ± 0.86
Dificultad para implementar el formato en secundaria	2.46 ± 0.83	2.53 ± 0.80	3.09 ± 0.87
Dificultad para evaluar el dilema en cada formato	3.13 ± 0.77	3.23 ± 0.84	3.30 ± 0.77
Utilidad como recurso educativo	4.11 ± 0.66	4.11 ± 0.70	3.91 ± 0.65
Posible motivación para el alumnado	3.30 ± 0.86	4.16 ± 0.61	3.58 ± 0.93

Los profesores en formación inicial consideraron que el formato escrito opiniones es el que podría presentar mayor dificultad para diseñarlo, y de igual forma lo consideraron como el más complejo para su puesta en práctica en el aula de secundaria. En cuanto a la evaluación, parecen coincidir en que todos los formatos podrían entrañar una dificultad similar. Respecto a la utilidad de esta estrategia como recurso educativo, se aprecia que todos los formatos obtienen valores muy elevados (entre 3.9 y 4.1), lo que parece indicar que consideraron este recurso como una herramienta útil para el desarrollo del pensamiento crítico dentro del aula. Por último, consideraron que el dilema en formato

audiovisual (vídeo) podría dar lugar a un mayor incremento de la motivación en el aula probablemente debido a la incorporación de las tecnologías frente al uso de papel.

### **2.5.2. Percepciones de profesores en formación inicial sobre el diseño e implementación de dilemas en formato oral (juego de rol)**

Los resultados que aquí se muestran corresponden a profesores en formación inicial del GEP y se pueden encontrar en la contribución 4.

Con respecto al dilema en formato oral (juego de rol), en líneas generales, la experiencia se valora de forma muy positiva, considerando que la participación por parte de los profesores en formación inicial del GEP fue satisfactoria y mostraron una buena predisposición sobre el uso del juego de rol como actividad para argumentar sobre ciencias en el aula de primaria.

De este modo, el 100% de los profesores en formación del GEP indicaron, tanto antes como después de desarrollar el dilema oral, que el juego de rol era una estrategia interesante para el aula de primaria expresándolo con ideas como:

«Hace que el niño/a se ponga en la posición del otro».

«Ayuda a respetar las decisiones de los demás».

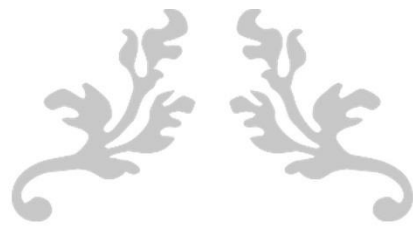
«Crea empatía».

«Desarrolla el pensamiento crítico»

«Favorece la capacidad de argumentar».

Respecto a la potencialidad del juego de rol para desarrollar esta última capacidad en los estudiantes de primaria, la valoraron mejor tras su desarrollo, ya que fue evaluada con 8.32 puntos sobre 10 antes de realizarlo y con 8.64 puntos después de llevarlo a la práctica. Asimismo, antes de la puesta en escena, el 54.1% de los profesores en formación mostraba interés y el 20.3%, inseguridad al defender su rol; estos porcentajes pasaron a 64.9% y 1.8% respectivamente tras su desarrollo.





3

# CONCLUSIONES





Este capítulo recoge las conclusiones más destacadas obtenidas atendiendo a cada una de las preguntas de investigación que han guiado la Tesis Doctoral.

### 3.1. Conclusiones de la pregunta de investigación 1

**P1:** ¿Cómo puede ayudar el uso de dilemas socio-científicos al diseño de un programa formativo para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en profesores/as en formación inicial?

- Esta Tesis Doctoral ha presentado un programa formativo sobre pensamiento crítico para el profesorado en formación inicial centrado en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico utilizando como estrategia didáctica dilemas socio-científicos de diferentes temáticas (salud, avances tecnológicos y problemas ambientales) en diferentes formatos: escrito (titular, lectura, opiniones), audiovisual (vídeo) y oral (juego de rol). En el ámbito educativo, los dilemas son una estrategia útil para hacer reflexionar a los profesores en formación inicial sobre problemas socio-científicos, a la vez que desarrollan habilidades de pensamiento crítico.
- El uso de dilemas socio-científicos en programas formativos como éste puede ayudar a desarrollar las dimensiones sustantiva (centrada en los puntos de vista de la propia persona) y dialógica del estudiante (la confrontación entre puntos de vista de dos o más personas), y los diferentes formatos enfatizan en mayor o menor grado el desarrollo de habilidades relacionadas con leer, expresar por escrito, y escuchar y expresar oralmente (Santiuste et al., 2001). Dichas habilidades están directamente relacionadas con otras dimensiones del pensamiento crítico como la visión de la ciencia, los conocimientos, el análisis crítico de la información, el tratamiento de problemas, la argumentación, la autonomía personal, la toma de decisiones y la comunicación (Blanco et al., 2017).

### 3.2. Conclusiones de la pregunta de investigación 2

**P2:** ¿Qué habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la argumentación, ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo?

- La argumentación se presenta como una habilidad importante para que los ciudadanos puedan desarrollar su pensamiento crítico en temas como la energía, la tecnología o los hábitos de vida saludable a través de dilemas con distintos formatos (escrito -titular, lectura, opiniones-, audiovisual -vídeo- y oral -juego de rol-) ya que permiten elaborar e identificar pruebas, confeccionar justificaciones, favoreciendo la lectura comprensiva, la expresión escrita y el visionado crítico de la información utilizando contextos de su vida diaria.
- Los resultados obtenidos han permitido valorar la estrategia didáctica centrada en el uso de dilemas socio-científicos en diferentes formatos como una herramienta eficaz para fomentar la argumentación científica en la formación inicial del profesorado, basándonos en las siguientes evidencias encontradas:
  - La riqueza de argumentos ofrecida por los profesores en formación inicial que reflejaban la mayoría de dimensiones presentes en cada uno de los dilemas. A modo de ejemplo, para el dilema energético de la implantación de una luna artificial el análisis de los argumentos propuestos por los profesores en formación inicial mostró que incluían las dimensiones fundamentales recogidas en la literatura para la comprensión del problema de la energía (socioeconómica, tecnológica, ahorro energético y ambiental) (United Nations, 1992; Martín y Prieto, 2011). Además, para cada una de estas dimensiones o impactos se encontraron diferentes categorías de argumentos tanto a favor (hasta doce) como en contra (seis).
  - La riqueza del contenido de los argumentos dados por los profesores en formación inicial, que lo vinculan a otras dimensiones del pensamiento crítico recogidas en el enfoque de Blanco et al. (2017) como la visión de la ciencia, los conocimientos, el análisis crítico de la información, el tratamiento de problemas de forma integral, la autonomía personal, la toma de decisiones o la comunicación, dimensiones detectadas en mayor grado en el formato oral (juego de rol).
  - La importancia de argumentar sobre un dilema planteado no disponiendo de información (sólo titular) o accediendo a ella en cualquier formato (escrito –lectura, opiniones-, audiovisual –vídeo-, oral), encontrándose argumentos más elaborados y justificados en base a pruebas científicas cuando los profesores en formación inicial tienen acceso a información sobre el dilema que cuando no disponen de ella.
  - La importancia de presentar en los dilemas información con distintos puntos de vista e ideas enfrentadas sobre el mismo tema, a favor y otro en contra, lo que hace al



## CONCLUSIONES

profesorado en formación inicial reflexionar sobre el dilema antes de ofrecer sus argumentos.

- La mejora detectada en las percepciones de los profesores en formación inicial en varias habilidades de argumentación incluidas en un cuestionario más amplio de pensamiento crítico (Santiuste et al., 2001) que se administró a los profesores en formación inicial antes y después del programa. Concretamente en el dilema de la dieta vegana se produjeron mejoras en las percepciones en las habilidades “cuando leo un texto, identifico claramente la información relevante”, “cuando leo un texto argumentativo, identifico claramente los argumentos que corroboran o refutan una tesis” y “sé extraer conclusiones fundamentales de los textos que leo”.

### 3.3. Conclusiones de la pregunta de investigación 3

**P3:** ¿Qué habilidades de desarrollo de pensamiento crítico, relacionadas con la toma de decisiones, ponen en juego los profesores/as en formación inicial en las diversas actividades basadas en dilemas socio-científicos que integran el programa formativo?

- Esta Tesis Doctoral ha mostrado cómo abordar en el aula la toma de decisiones como habilidad del pensamiento crítico a través de dilemas socio-científicos en distintos formatos, favoreciendo, además, la lectura comprensiva, la expresión escrita y el visionado crítico de la información utilizando contextos de su vida diaria, y resaltando la importancia de disponer o no de información para tomar decisiones ante el problema planteado.
- Los resultados obtenidos permiten concluir que, en líneas generales, las decisiones adoptadas por profesores en formación inicial de diferentes niveles educativos suelen ser similares. En el caso del dilema sobre la salud (dieta vegana), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las decisiones tomadas por profesores en formación inicial del Grado en Educación Primaria y del Grado en Educación Infantil. Asimismo, tampoco se detectaron diferencias significativas entre la decisión inicial (sólo titular) y la decisión final (tras la lectura de los textos) dentro del mismo Grado.
- Respecto al mantenimiento o cambio de postura para dicho dilema (dieta vegana), los resultados indican que el profesorado en formación inicial es reacio a cambiar de decisión ante un dilema, independientemente de que la postura inicial sea a favor o en contra. Además, aquellos que cambiaron de postura no lo hicieron aportando argumentos diferentes al ámbito de la salud sobre el que trataba el dilema.
- El orden en que se presenta la información a favor o en contra del dilema parece influir en la decisión adoptada en algunos profesores en formación inicial. De este modo, como pudo comprobarse en el dilema de la dieta vegana, la decisión final siempre estuvo más influenciada por la información presentada en segundo lugar, independientemente de que esta información fuera a favor o en contra, siendo más acusada cuando la última información administrada era en contra.

### 3.4. Conclusiones de la pregunta de investigación 4

**P4:** ¿Qué percepciones muestran los profesores/as en formación inicial sobre el desarrollo de sus habilidades de pensamiento crítico antes y después de participar en un programa formativo con esa finalidad? ¿Qué diferencias existen, si las hay, entre las percepciones de los profesores en formación inicial de Grado y Máster?

- Ambos grupos de profesores en formación inicial (GEP y MAES) presentaban antes de la intervención una percepción similar en relación con sus habilidades de pensamiento crítico.
- Después del programa los profesores en formación inicial del GEP parecen percibir una mejora en sus habilidades en mayor grado que los del MAES, al detectarse en ellos diferencias estadísticamente significativas en ítems de las dos dimensiones que abarca el cuestionario utilizado (sustantiva y dialógica), lo que solo ocurre para la sustantiva en el caso del MAES, encontrándose un mayor número de ítems del cuestionario con diferencias significativas (10 en el GEP frente a 7 en el MAES).
- Con respecto a los tres tipos de habilidades contempladas en el cuestionario (leer, expresar por escrito, y escuchar y expresar oralmente), los avances más destacados en ambos grupos se encontraron en la relativas a escuchar y expresarse oralmente, en un lugar intermedio se sitúa leer y en las que menos avance se detectó fue expresarse por escrito.
- Se aprecia que el impacto del programa se produce en dimensiones del pensamiento crítico relacionadas con el análisis crítico de la información, la argumentación y la comunicación, que son las que están más presentes en los ítems del cuestionario.
- Los resultados obtenidos muestran la necesidad de mejorar el programa en determinados aspectos, especialmente a los relativos a las habilidades de lectura y expresión escrita y, en general a la dimensión dialógica. Se trataría de ofrecer más oportunidades para que los profesores en formación inicial puedan confrontar sus puntos de vista con los de otras personas. Esto puede hacerse incluyendo tareas específicas que demanden esta confrontación yendo más allá de la identificación de argumentos a favor y en contra en el dilema tratado.

### 3.5. Conclusiones de la pregunta de investigación 5

**P5:** ¿Constituyen las actividades propuestas basadas en dilemas una buena estrategia didáctica para trabajar el desarrollo del pensamiento crítico en el profesorado?

- Desde la percepción del profesorado en formación inicial, se puede concluir que las actividades propuestas basadas en dilemas constituyen una buena estrategia para trabajar el desarrollo del pensamiento crítico, como ponen de relieve estos indicios:
  - El profesorado en formación inicial del MAES percibió los dilemas en formato escrito y audiovisual de utilidad para el aula y con una dificultad de diseño media, con excepción del formato escrito opiniones que lo consideraban como el más complejo y con mayor dificultad para diseñarlo.
  - Respecto al dilema en formato oral se detectó una muy buena predisposición sobre el uso del juego de rol en el aula, percibida por profesores en formación del GEP tanto antes como después de su implementación en el programa formativo, especialmente por las posibilidades que ofrece para argumentar sobre ciencias.

### 3.6. Consideraciones finales, limitaciones de la investigación y líneas futuras

Para finalizar este apartado de conclusiones, queremos realizar algunas consideraciones finales, así como mostrar las limitaciones de la investigación realizada, y algunas líneas futuras de trabajo:

- Los resultados obtenidos en el programa formativo sobre pensamiento crítico con profesores en formación inicial ponen de manifiesto la importancia de incorporar este tipo de programas y actividades a los currículos de las asignaturas de enseñanza de las ciencias del Grado en Educación Primaria, así como del Grado en Educación Infantil y del Máster en Profesorado de Educación Secundaria. Éstas permitirán mejorar, entre otras, las habilidades argumentativas y de toma de decisiones de los futuros docentes ante problemas científicos como la energía, el medioambiente, los recursos, la salud, etc., y en definitiva mejorar su pensamiento crítico.
- El doctorando es consciente de algunas limitaciones de la investigación. Una de ellas está relacionada con el cuestionario utilizado que valora la percepción de habilidades de pensamiento crítico de forma muy general. Quizás esto explique que el punto de partida de ambos grupos sea muy elevado en muchos ítems del cuestionario. Sería conveniente combinarlo con otro tipo de análisis, de otra naturaleza (más bien cualitativa), como puede ser el análisis de las tareas escritas cumplimentadas por los participantes, que permitan obtener conclusiones más precisas sobre la propuesta planteada.
- Entre las líneas de investigación futuras se pretende, por un lado, seguir profundizando en los procesos que utilizan los profesores en formación inicial al argumentar y tomar decisiones, y, por otra parte, en estudiar la capacidad de los futuros docentes de transferir a su práctica educativa el conocimiento adquirido mientras realizan prácticas curriculares en los centros.





4

# CONTRIBUCIONES QUE CONFORMAN LA TESIS







## **Contribución 1**

Uso de dilemas socio-científicos para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en docentes en formación inicial.  
Percepciones del profesorado



## CONTRIBUCIÓN 1 (ARTÍCULO)

- **Título:** Uso de dilemas socio-científicos para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en docentes en formación inicial. Percepciones del profesorado.
- **Autores:** José Manuel Hierrezuelo Osorio, Antonio Joaquín Franco Mariscal y Ángel Blanco López.
- **Tipo de publicación:** Artículo.
- **Revista:** Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado.
- **DOI:** <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92435>
- **ISSN:** 0213-8646. **ISSN-E:** 2530-3791.
- **Año:** 2022.
- **Volumen y páginas:** 97(36.1), 99-122.
- **Publicada por:** Universidad de Murcia.
- **Indicadores de calidad científica de la revista:** Aceptado para ser indexado en SJR (SCOPUS) en 2020; sello de calidad FECYT (Q2, Educación); Dialnet Métricas (Q1-Educación, índice de impacto 0.882, revista 45/230 en 2020); Latindex (33 características cumplidas); ERIH-Plus; DOAJ; MIAR (ICDS: 10.0); CIRC (B); CARHUS Plus 2018 (B); IRESIE; EBSCO (Fuente Academica Plus); Psicodoc.

**Resumen:** Este trabajo presenta un programa formativo para profesorado de ciencias en formación inicial centrado en el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, empleando dilemas socio-científicos en diferentes formatos -escrito (titular, lectura y opiniones), audiovisual (vídeo) y oral (juego de rol)- como estrategia didáctica. El programa se implementó con 86 estudiantes del Grado en Educación Primaria y del Máster en Profesorado de Educación Secundaria. Se analiza la percepción de los estudiantes respecto a sus habilidades de pensamiento crítico, antes y después de su participación en el programa, utilizando como instrumento el cuestionario CPC2 (Santiuste et al., 2001). Los resultados indican que los estudiantes de ambas titulaciones parten con una percepción muy similar de sus habilidades de pensamiento crítico. Sin embargo, tras el programa los estudiantes del Grado en Educación Primaria parecen percibir una mejora de sus habilidades en mayor grado que los del Máster, al detectarse en ellos un mayor número de ítems del cuestionario con diferencias estadísticamente significativas. Esta mejora se produce en habilidades del pensamiento crítico relacionadas con el análisis crítico de la información, la argumentación y la comunicación.



## **Contribución 2**

Dilemas sobre energía, tecnología y salud para desarrollar el pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado



## CONTRIBUCIÓN 2 (CAPÍTULO DE LIBRO)

- **Título:** Dilemas sobre energía, tecnología y salud para desarrollar el pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado.
- **Autores:** José Manuel Hierrezuelo Osorio, Vito Battista Brero Peinado y Antonio Joaquín Franco Mariscal.
- **Tipo de publicación:** Capítulo de libro.
- **Libro:** Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes para la ciudadanía. Transferencia al aula.
- **Coordinadores:** Daniel Cebrián Robles, Antonio Joaquín Franco-Mariscal, Teresa Lupión Cobos, M. Carmen Acebal y Ángel Blanco López.
- **Páginas:** 253-272.
- **ISBN:** 978-84-18058-95-0.
- **Año:** 2021.
- **Lugar de edición:** Barcelona.
- **Publicada por:** Editorial Graó.
- **Indicadores de calidad científica de la publicación:** Indexada en base de datos SPI, categoría Educación, editoriales españolas, ICEE 137, posición 2/53, cuartil 1, 2018.

**Resumen:** Este capítulo presenta tres dilemas de carácter socio-científico para desarrollar diferentes habilidades del pensamiento crítico, específicamente la argumentación y toma de decisiones, en profesorado en formación inicial. Los dilemas se plantean dentro de un programa formativo más amplio y abordan problemas de actualidad relacionados con la energía, la tecnología y los hábitos de vida saludable. Concretamente, permiten reflexionar sobre el ahorro y consumo de energía en la sociedad y los posibles impactos que produciría la implementación de una luna artificial en una ciudad, las ventajas y desventajas de la tecnología aplicada a coches autónomos, y los beneficios y perjuicios del consumo de azúcar para la salud. La práctica científica de argumentación se aborda con actividades que permiten elaborar e identificar pruebas, construir justificaciones, establecer conclusiones y tomar decisiones. Los dilemas se plantean en diferentes formatos (noticias de prensa, opiniones formales e informales o vídeos) que favorecen asimismo la lectura comprensiva, la expresión escrita y visionar críticamente la información. Además, dos de los dilemas plantean argumentar antes y después de acceder a información. Estos dilemas se implementaron en asignaturas de didáctica de las ciencias experimentales con estudiantes del grado en educación primaria (N=50) y del máster en profesorado en las especialidades de física y química (N=20) y biología y geología (N=30) de la Universidad de Málaga.





### **Contribución 3**

¿Es saludable una dieta vegana? Un dilema para desarrollar el pensamiento crítico a través de la argumentación y la toma de decisiones en la formación inicial de maestros



### CONTRIBUCIÓN 3 (ARTÍCULO)

- **Título:** ¿Es saludable una dieta vegana? Un dilema para desarrollar el pensamiento crítico a través de la argumentación y la toma de decisiones en la formación inicial de maestros.
- **Autores:** José Manuel Hierrezuelo Osorio, Vito Battista Brero Peinado y Antonio Joaquín Franco Mariscal.
- **Tipo de publicación:** Artículo.
- **Revista:** Ápice, Revista de Educación Científica.
- **DOI:** <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6525>
- **Volumen y páginas:** 4(2), 73-88.
- **ISSN:** 2531-016X.
- **Año:** 2020. **Lugar de edición:** A Coruña.
- **Publicada por:** Universidade da Coruña: Servizo de Publicacións y la Asociación Española de Profesores e Investigadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- **Indicadores de calidad científica de la publicación:** Latindex (33 características cumplidas), REDIB, DOAJ.

**Resumen:** El desarrollo del pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado es un tema relevante en la enseñanza de las ciencias. Este trabajo explora cómo abordarlo en la enseñanza universitaria utilizando el dilema como estrategia didáctica para potenciar la argumentación y la toma de decisiones. Se presentan los resultados de un dilema sobre si la dieta vegana es saludable o no implementado con 191 estudiantes de los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria de la Universidad de Málaga. La influencia de la actividad se analiza a través de las habilidades de argumentación incluidas en un cuestionario más amplio de pensamiento crítico respondido a modo de pre-test y post-test. La comparación de los valores medios de dichas habilidades revela una ligera mejora del pensamiento crítico en ambos grados. De forma mayoritaria, los estudiantes consideran que la dieta vegana no es saludable, y son poco reacios a cambiar su decisión inicial. Asimismo, se comprueba que la última información recibida influye en la decisión adoptada.



## **Contribución 4**

El juego de rol como estrategia para enseñar a argumentar en ciencias. La visión de maestros en formación inicial



#### CONTRIBUCIÓN 4 (ARTÍCULO)

- **Título:** El juego de rol como estrategia para enseñar a argumentar en ciencias. La visión de maestros en formación inicial.
- **Autores:** Pedro Juárez González, **José Manuel Hierrezuelo Osorio**, Daniel Cebrián Robles y Antonio Joaquín Franco Mariscal
- **Tipo de publicación:** Artículo.
- **Revista:** Aula de Innovación Educativa.
- **Volumen y páginas:** 287, 15-20.
- **ISSN:** 2014-4725.
- **Año:** 2019.
- **Publicada por:** Editorial Graó.
- **Lugar de edición:** Barcelona.
- **Indicadores de calidad científica de la publicación:** Dialnet Métricas (Q4-Educación, índice de impacto 0.037, revista 205/230 en 2020), Latindex.

**Resumen:** Este trabajo muestra las ventajas de instruir a los maestros y las maestras en formación inicial en el juego de rol como una estrategia útil para argumentar sobre ciencias en la etapa de educación primaria, presentando una experiencia sobre la eliminación del uso de los plásticos. Se ofrecen asimismo algunas valoraciones dadas por los docentes sobre los juegos de rol y cómo cambian sus percepciones antes y después de llevarlos a la práctica.







5

# CONTRIBUCIONES COMPLEMENTARIAS





## **Contribución Complementaria A**

Diseño de tareas para desarrollar pensamiento crítico a través de la argumentación y la toma de decisiones



# XI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias

Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible



LISBOA, PORTUGAL  
7-10 SEP 2021

## LIBRO DE ACTAS



Organización



Coordinación y dirección





**Actas electrónicas del XI Congreso  
Internacional en Investigación  
en Didáctica de las Ciencias 2021.  
Aportaciones de la educación científica  
para un mundo sostenible, Lisboa,  
Enseñanza de las Ciencias.**

**ISBN:**

978-84-123113-4-1

**Coordinadores de la edición:**

Florentina Cañada y Pedro Reis

**Colaboradores:**

Mónica Baptista,

Isabel Chagas,

María Rocío Esteban Gallego,

Cláudia Faria,

Cecilia Galvão,

Conxita Márquez,

Vicente Mellado Jiménez,

Jesús Sánchez Martín y Luis Tinoca.

**Edita:**

Revista Enseñanza de las Ciencias

## Diseño de tareas para desarrollar pensamiento crítico a través de la argumentación y la toma de decisiones

José Manuel Hierrezuelo Osorio, Antonio Joaquín Franco Mariscal  
*Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga*

**RESUMEN:** Esta comunicación resalta la importancia del desarrollo del pensamiento crítico como objetivo fundamental en la formación global de los estudiantes en formación inicial como futuros ciudadanos inmersos en la sociedad. Se expone el uso de dilemas de carácter socio-científico mediante diferentes formatos para esta finalidad, así como la percepción de su dificultad y utilidad que tienen estudiantes del Máster en Profesorado.

**PALABRAS CLAVE:** pensamiento crítico, argumentación, toma de decisiones, dilemas sociocientíficos, formación inicial del profesorado.

**OBJETIVOS:** Esta comunicación tiene como eje principal el fomento del uso de dilemas de carácter socio-científico en el aula para desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes. Se centra en el diseño de este tipo de tareas y en la reflexión sobre la práctica que realizan los estudiantes del Máster en Profesorado de especialidades de ciencias mediante el análisis y diseño de actividades de enseñanza-aprendizaje basados en dilemas.

### MARCO TEÓRICO

Hoy día, la gran diversidad de vías de comunicación, incluyendo las redes sociales están ejerciendo una creciente influencia en nuestra forma de pensar y razonar. Por tanto, la formación como ciudadano competente inmerso en la sociedad se aventura vital para ser capaces de tomar decisiones con un sentido crítico ofreciendo argumentos basados en justificaciones evidentes (Díaz y Jiménez-Liso, 2012). En este sentido, esta formación global pasa por fomentar el desarrollo del pensamiento crítico, entendido como un pensamiento racional y reflexivo (Autores, 2017; Solbes y Torres, 2012), donde, además, debemos considerar la argumentación y la toma de decisiones como ejes claves de su desarrollo. Para la enseñanza de las ciencias, argumentar es una habilidad que permite, por un lado, evaluar afirmaciones utilizando pruebas precisas y, por otro lado, ser capaz de detectar posibles falacias argumentativas (Jiménez-Aleixandre, 2010). Por ello, se considera una herramienta útil en el aula para la formación de ciudadanos responsables que puedan tomar posturas y decisiones ante distintas situaciones, lo que hace resaltar su importancia en la educación. A pesar de que esa importancia parece incuestionable, todavía sigue planteando importantes retos para el profesorado sobre qué estrategias se pueden asumir como las más adecuadas y útiles para desarrollar el pensamiento crítico en las aulas. Diferentes autores (Evagorou, Jiménez-Aleixandre y Osborne, 2012; Lipp y Simonneaux, 2013)

## **Contribución Complementaria B**

Argumentando sobre energía a través de la implantación de una luna artificial. Un estudio preliminar con maestros en formación







## VII Seminario Iberoamericano CTS (VII SIACTS)

### **Argumentando sobre energía a través de la implantación de una luna artificial. Un estudio preliminar con maestros en formación**

**Jose Manuel Hierrezuelo-Osorio, Antonio-Joaquín Franco-Mariscal y Vito-Battista Brero-Peinado**

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Málaga. Email: [jose.hierrezuelo@uma.es](mailto:jose.hierrezuelo@uma.es)

#### **Resumen**

En los últimos años, el desarrollo del pensamiento crítico ha tomado un especial interés no solo en cuanto a la importancia que tiene en la formación de los ciudadanos, sino también en la versatilidad educativa que presenta su aplicación en las aulas. En este sentido, el tratamiento de dilemas o problemas socio-científicos se muestra como una estrategia didáctica interesante para trabajar este tema en el aula. Este trabajo explora la importancia del desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad de argumentar para tomar decisiones en maestros/as en formación inicial a través una actividad en torno a la implantación de una luna artificial para ahorrar energía en una ciudad china. La actividad se planteó a través de un titular de prensa, sin ofrecer ninguna información adicional sobre la noticia, y se implementó con 52 maestros/as de primaria de la Universidad de Málaga dentro de un programa formativo para fomentar el pensamiento crítico, en dos momentos diferentes (antes y después del programa). Los resultados muestran que tanto en el pretest como postest los argumentos centrados en el impacto socioeconómico fueron los preferidos para posicionarse a favor del problema, mientras que argumentos apoyados en el impacto ambiental fueron mayoritarios para situarse en contra.

**Palabras clave:** argumentación; dilemas socio-científicos; energía; maestros en formación inicial; pensamiento crítico.

#### **Introducción**

La repercusión que la educación debe tener en la formación inicial de maestros es clave, especialmente en su futuro como ciudadanos, donde se pretende que sean competentes y responsables, capaces de argumentar, ser críticos y tomar decisiones en la sociedad. Sin embargo, la formulación de los currículos actuales en torno al desarrollo de estas capacidades plantea importantes desafíos sobre cómo llevarlas al aula. Es por ello, que un lugar adecuado para fomentar actividades para desarrollar la toma de decisiones, la argumentación y el pensamiento crítico sea desde la formación inicial, al poder favorecer la transferencia a la práctica. Una herramienta útil para este propósito es el uso de dilemas socio-científicos (Evagorou et al., 2012), que ayudan, además, a mejorar el conocimiento científico, la comprensión conceptual, la indagación científica, las actitudes y los valores sociales.

Debemos entender que nuestros maestros en formación inicial tienen que conocer y practicar estrategias didácticas que les sean útiles en su práctica profesional, las cuales deben formularse desde una concepción del docente como práctico reflexivo (Blanco et al., 2017), capaz de construir conocimiento a partir de su implicación personal y profesional.





## **Contribución Complementaria C**

Argumentación de maestros en formación inicial en un dilema socio-científico sobre ahorro energético







# Argumentación de maestros en formación inicial en un dilema socio-científico sobre ahorro energético

**Antonio Francisco Pulido-Bravo, José M. Hierrezuelo-Osorio, Vito-Battista Brero-Peinado y Antonio Joaquín Franco-Mariscal**

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. Email: jose.hierrezuelo@uma.es.

## Resumen

Este trabajo presenta un estudio preliminar de la capacidad argumentativa de 104 maestros de infantil y primaria en formación inicial en un dilema socio-científico sobre ahorro energético basado en la implantación de una luna artificial para iluminar una ciudad. La actividad, que solo incluía el titular de la noticia, planteaba emitir argumentos a favor y en contra, y se administró antes y después de un programa formativo sobre pensamiento crítico. Los argumentos se agruparon en cuatro dimensiones según su impacto (socioeconómico, tecnológico, ahorro energético o ambiental). Se observó que los argumentos dados sobre impacto ambiental por maestros de infantil y primaria eran similares, dando más importancia a los efectos negativos. En este caso, la instrucción planteada no produjo cambios en los argumentos mostrados, poniendo de manifiesto una sensibilización ante consecuencias ambientales.

**Palabras clave:** argumentación; formación inicial de maestros; energía

## Introducción

Actualmente vivimos en una sociedad en la que la especie humana provoca ciertos riesgos que ponen en peligro su propia supervivencia y la de los seres vivos en general. La acción humana puede tener un gran impacto ambiental, por lo que es muy urgente frenar ciertas actuaciones insostenibles que se dan en la actualidad, así como reflexionar sobre la responsabilidad del ser humano sobre nuestro planeta (España y Prieto, 2009).

Hoy día, la conservación de la energía supone un aspecto muy importante para la mejora del medio ambiente, y aquello que se pretende lograr es la sostenibilidad, es decir, el uso de los recursos que se dispone, pero permitiendo a las generaciones futuras que también puedan seguir utilizándolos (Tonello y Valladares, 2015). Sin embargo, la sostenibilidad no es una realidad en la actualidad, ya que el consumo de energía de algunos países industrializados es 17 veces mayor del necesario para la vida. Este dato resalta que, a pesar de que la energía siempre ha supuesto una necesidad básica en nuestras vidas, la aparición de nuevas fuentes de energía ha ido también mejorando su nivel de bienestar en todos los ámbitos, pero al mismo tiempo incrementando su consumo. Además, es evidente que la explotación de carbón, petróleo y gas natural ha sido la base de la era moderna, estando vinculados todos los avances producidos al aumento de la energía por la quema de estos combustibles fósiles.

Debido a que esto puede producir graves problemas medioambientales, sería recomendable comenzar a tomar algunas medidas para minimizar su impacto. Una de ellas es el consumo de energías renovables a gran escala, ya que son inagotables y permiten que se promueva el desarrollo socioeconómico, a la vez que se implementa un



## **Contribución Complementaria D**

The use of plastics as a socio-scientific issue for developing critical thinking through argumentation with pre-service teachers







## CONTRIBUCIÓN COMPLEMENTARIA D (ARTÍCULO)

- **Título:** The use of plastics as a socio-scientific issue for developing critical thinking through argumentation with pre-service teachers.
- **Autores:** José Manuel Hierrezuelo Osorio, Daniel Cebrián-Robles, Vito-Battista Brero Peinado y Antonio Joaquín Franco Mariscal.
- **Tipo de publicación:** Artículo.
- **Revista:** ASE International.
- **Año:** 2021.
- **Volumen y páginas:** 12, 50-59
- **Publicada por:** ASE International Journal.

**Resumen:** The treatment of socio-scientific issues in the classroom using role-playing is a teaching strategy of greater interest for the development of critical thinking in pre-service teachers by way of scientific argumentation. This paper shows a role-playing activity to reflect on the elimination of plastic use, which was put into practice with 66 Spanish pre-service teachers taking the Degree in Primary Education at the University of Malaga (Spain). The game involved several roles in favour (ecologist, fisherman, minister of industry, bioplastics producer) and against (lobby, packaging chain consultant, frozen fish company executive and others), and used a questionnaire, before and after the activity, to analyse the participants' understanding of plastics and their perceptions concerning the use of roleplaying in the classroom. Our findings show how pre-service teachers progress in their understanding of basic concepts related to the properties of plastics and, although there was no significant change in their decisions regarding the production and consumption of plastic, the reasons given were slightly modified before and after the role play. Similarly, after participating in the activity, they were more predisposed to use this technique as a teaching strategy in the classroom, and they also exhibited greater confidence in defending their role.



## **Contribución Complementaria E**

The dilemma of replacing traditional calligraphic skills with technology in the teaching of writing. A study of the attitudes of pre-service infant and primary teachers



## CONTRIBUCIÓN COMPLEMENTARIA E (ARTÍCULO)

- **Título:** El dilema de sustituir la caligrafía tradicional por la tecnología para enseñar a escribir. Un estudio de las actitudes de maestros de educación infantil y primaria.
- **Autores:** Antonio Joaquín Franco Mariscal, **José Manuel Hierrezuelo Osorio**, Isabel María Cruz-Lorite y Daniel Cebrián-Robles.
- **Tipo de publicación:** Artículo.
- **Revista:** International Journal for 21st Century Education.
- **ISSN:** 2444-3921
- **Año:** 2021.
- **Volumen y páginas:** 8, 18-36.
- **Publicada por:** Universidad de Córdoba.

**Resumen:** Se planteó un dilema sobre la sustitución de la caligrafía por las tecnologías para enseñar a escribir a 312 maestros españoles de educación infantil y primaria en formación inicial. Para tomar la decisión se facilitaron varios argumentos de distinta naturaleza y sentido tomados de profesionales de la educación. El 60% de los maestros defendió su decisión en base a opiniones frente a fuentes científicas. La prueba chi-cuadrado no detectó diferencias significativas al comparar titulación y edad con la decisión adoptada o con la naturaleza del argumento, encontrándose diferencias en las mujeres, con menor preferencia al cambio. Como conclusión se encontró que no existe consenso entre los maestros al posicionarse ante el cambio. Esto refuerza la necesidad de que la comunidad educativa se esfuerce por tratar de mejorar la toma de decisiones y las habilidades de argumentación de los maestros.



## **Contribución Complementaria F**

El juego de rol como estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento crítico







LIBRO DE ACTAS

# 1<sup>er</sup> Congreso Internacional sobre **Educación Científica** y **Problemas Relevantes** para la **Ciudadanía**

12 Y 13 DE NOVIEMBRE DE 2020



**GRUPO ENCIC**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**  
**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**

UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



1er Congreso Internacional sobre Educación Científica  
y problemas relevantes para la ciudadanía. Libro de actas.

**EDITORES**

Franco-Mariscal, A. J., Cebrián-Robles, D., Lupión-Cobos, T., Acebal-Expósito,  
M. C. y Blanco López, A. (Eds.) (2020).

**EDICIÓN**

Editor ENCIC, Universidad de Málaga, 2020.

**ISBN**

978-84-09-28033-9

**LUGAR DE EDICIÓN**

Málaga

**PUBLICACIÓN**

Noviembre 2020

© Grupo de Investigación Enseñanza de las Ciencias y Competencias. Universidad de Málaga. Junta de Andalucía (HUM-974).

## 34. El juego de rol como estrategia didáctica para desarrollar pensamiento crítico

### 34. Role-playing as an educational strategy to develop critical thinking

José Manuel Hierrezuelo Osorio<sup>1</sup>, Francisco José González García<sup>2</sup> y Antonio Joaquín Franco Mariscal<sup>3</sup>

Universidad de Málaga. Didáctica de las Ciencias Experimentales

<sup>1</sup> jose.hierrezuelo@uma.es; <sup>2</sup> fggarcia@uma.es; <sup>3</sup> anjoa@uma.es

#### RESUMEN

El pensamiento crítico es un proceso complejo influenciado por diferentes factores como el análisis crítico de la información, la habilidad para crear argumentos sólidos y cuestionar su validez o la toma de decisiones, entre otros. El uso de juegos de rol centrados en problemas socio-científicos se presenta como una buena estrategia para desarrollar estas habilidades en el aula. Este trabajo analiza desde el enfoque de pensamiento crítico propuesto por Blanco et al. (2017) para la enseñanza de las ciencias cómo se pueden desarrollar distintas habilidades de pensamiento crítico a través de un juego de rol centrado en el consumo y producción de plásticos implementado con maestros en formación inicial del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Málaga.

**Palabras clave:** pensamiento crítico, juego de rol, maestros en formación inicial, argumentación, toma de decisiones

#### ABSTRACT

Critical thinking is a complex process influenced by different factors such as the critical analysis of information, the ability to create solid arguments and question their validity, or decision making, among others. The use of role-playing games focused on social-scientific problems is presented as an excellent strategy to develop these skills in the classroom. This paper analyses, from the critical thinking approach proposed by Blanco et al. (2017) for the teaching of science, how different critical thinking skills can be developed through a role-playing game centred on the consumption and production of plastics implemented with teachers in initial training for the Primary Education Degree at the University of Málaga.

**Keywords:** critical thinking, role-playing, pre-service teachers, argumentation, decision-making



## **Contribución Complementaria G**

Socio-Scientific Controversy over the Use of Plastics:  
Argumentation with pre-service teachers with a role-playing game





International Conference

# NEW PERSPECTIVES IN SCIENCE EDUCATION

9<sup>th</sup> Edition

Florence, Italy

19 - 20 March 2020



# Conference Proceedings

Edited by Pixel



International Conference  
New Perspectives  
in Science  
Education

filo DAL 2008  
diritto  
editore







Log in to find out all the titles of our catalogue  
Follow Filodiritto Publisher on Facebook to learn about our new products

ISBN 978-88-85813-90-8  
ISSN 2384-9509

First Edition March 2020

© Copyright 2020 Filodiritto Publisher  
*filodirittoeditore.com*  
inFOROmatica srl, Via Castiglione, 81, 40124 Bologna (Italy)  
*inforomatica.it*  
tel. 051 9843125 - Fax 051 9843529 - [commerciale@filodiritto.com](mailto:commerciale@filodiritto.com)

*Translation, total or partial adaptation, reproduction by any means (including films, microfilms, photocopies), as well as electronic storage, are reserved for all the countries. Photocopies for personal use of the reader can be made in the 15% limits for each volume upon payment to SIAE of the expected compensation as per the Art. 68, commi 4 and 5, of the law 22 April 1941 n. 633. Photocopies used for purposes of professional, economic or commercial nature, or however for different needs from personal ones, can be carried out only after express authorization issued by CLEA Redi, Centro Licenze e Autorizzazione per le Riproduzioni Editoriali, Corso di Porta Romana, 108 - 20122 Milano.*

*e-mail: [autorizzazioni@clearedi.org](mailto:autorizzazioni@clearedi.org), sito web: [www.clearedi.org](http://www.clearedi.org)*



# Socio-Scientific Controversy over the Use of Plastics: Argumentation with Pre-Service Teachers with a Role-Playing Game

José Manuel Hierrezuelo-Osorio<sup>1</sup>, Daniel Cebrián-Robles<sup>2</sup>,  
Vito-Battista Brero-Peinado<sup>3</sup>, Antonio Joaquín Franco-Mariscal<sup>4</sup>  
University of Málaga, Spain<sup>1,2,3,4</sup>

## Abstract

*The construction of arguments to defend different points of view is a common practice in different contexts of our daily life. In the educational sphere, we refer to argumentation as a social, rational and verbal activity [1]. The experience presented here shows the use of a ludic strategy, such role-playing, to improve the argumentation capacity in 66 Pre-Service Elementary Teachers (PSETs) of the University of Malaga (Malaga, Spain). This activity, part of a broader training programme to develop critical thinking, is focused on the current issue of plastics consumption, specifically the elimination of its use from 2021, with the objectives of identify students' perceptions of role-playing as a teaching strategy for dealing with a complex problem such as this controversy and analyse the emotions developed in the role-playing game. Often, role-play, as an educational resource, has limited acceptance in the educational field [2], probably because its benefits are not known, such as the development of argumentative capacity, the motivation of students, or promote attitudes such as empathy or tolerance, among others. In the case of science education, it is ideal for establishing a debate with different points of view. The role-play used eight roles in favour (e.g., ecologist, fisherman, environmental scientist) and another eight against (e.g., lobby, oil extractor, packaging chain consultant) the agreement in order to stimulate debate. Overall, the PSETs considered the experience to be very positive, as their involvement in the game was high. Also, they showed an excellent predisposition to use this strategy to foster the development of argumentation capacity, expressing it with ideas such as "it creates empathy", "it develops critical thinking", or "it encourages the capacity to argue". Concerning the academic potential of role-playing, the PSETs evaluated it better after the implementation in the classroom (8.6/10.0) against a rating of 8.3 out of 10.0 before it. Likewise, before the implementation, 54.1% of the PSETs showed interest, and 20.3% indicated insecurity in defending their role; passing to values of 64.4% and 3.4%, respectively, after it. Therefore, this experience highlights the need to train PSETs in these types of strategies to allow them to transfer successfully to the primary classroom.*

*Keywords: Pre-service teachers, role-playing, plastic consumption, scientific argumentation, socio-scientific issues*

## 1. Introduction

At present, one of the most important aspects of science learning is scientific argumentation [3]. Argumentation has implications in the daily life of students because it not only allows them to construct arguments and defend their ideas but also offers them



## **Contribución Complementaria H**

Emotions about socioscientific issue to develop critical thinking  
in spanish pre-service science teachers





# EMOTIONS ABOUT SOCIOSCIENTIFIC ISSUES TO DEVELOP CRITICAL THINKING IN SPANISH PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS

*Abstract: Nowadays, science education should focus on the development of competences in students, and especially on the development of different skills that allow them to develop their critical thinking (CT), without forgetting the emotional aspects of students that can significantly influence the teaching-learning process. Argumentation and decision making are considered important skills to develop CT and can be developed through socioscientific issues in the classroom. A training programme for pre-service science teachers (PST) on CT was developed based on these ideas, focusing on socioscientific issues in different formats (text, video and opinions). This programme was implemented with 43 Spanish PSTs from the Master in Secondary Education at the University of xx during the academic course 2019-2020. The first phase analysed the emotions felt by the PSTs during the implementation of different issues included in the programme focused on energy, health, or technology. For data collection, the PSTs completed a questionnaire, including a list of emotions. The data were analysed qualitatively, comparing positive and negative emotions. It was found that, regardless of the dilemma format used, the emotions felt by the PSTs were positive, with particular emphasis on their interest and attentiveness. Insecurity appeared in the short opinions' format to solve the dilemma as a main negative emotion. These results show that the use of socioscientific issues in different formats can be very suitable for developing CT since the emotions detected favour learning.*

*Keywords:* Emotion, socioscientific issues, critical thinking

## INTRODUCTION

In recent years, there has been growing concern about students' declining interest in science learning, among other reasons, because it focused on the transmission of knowledge based on conceptual change and without considering the emotional side (Mellado et al. 2014). It is necessary to train competent teachers with critical thinking (CT) who know how to diagnose and self-regulate their emotions both in the cognitive and affective areas. In science education, critical thinking includes as fundamental aspects criticism and questioning in the practice of science since it seems impossible to think that without arguments and their evaluation it would be impossible to build reliable knowledge (Osborne, 2014). According to Vázquez and Manassero (2018), creativity, reasoning, argumentation, and complex processes are CT's outstanding skills, both in the cognitive and attitudinal fields. In short, science education faces the challenge of forming competent citizens who incorporate argumentation, criticism and decision making into their daily lives and, at the same time, self-regulating their emotions as they can act as facilitators or obstacles to teaching-learning.

Although the literature includes different teaching strategies to develop CT, there is no clear identification of a valid methodology for the classroom. An overall strategy is the use of educational issues or situations posed through socioscientific problems (Evagorou, Jiménez-Aleixandre & Osborne, 2012), in which the student must decide reasonably between apparently incompatible options (Authors, 2021) and where they also work on important skills such as argumentation and decision making (Fang, Hsu & Lin, 2019). This work presents the results of the emotions felt by Spanish pre-service science teachers (PSTs) who participated in a training programme on CT focused on the development of argumentation and decision making as important skills in science education and using socioscientific issues as a teaching strategy.





6

REFERENCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS







## 6. Referencias bibliográficas

1. Blanco, A., España, E., y Franco-Mariscal, A.J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice, Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115.
2. Bottiani, J.H., Larson, K.E., Debnam, K.J., Bischoff, C.M. & Bradshaw, C.P. (2018). Promoting Educators' Use of Culturally Responsive Practices: A Systematic Review of Inservice Interventions. *Journal of Teacher Education*, 69(4), 367-385.
3. Bravo, E., Brígido, M., Hernández, M., y Mellado, V. (2022). Las emociones en ciencias en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. En prensa.
4. Bravo, B., & 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.
5. Cebrián, D., Blanco, A., y Noguera, J. (2016). El uso de anotaciones sobre vídeos en abierto como herramienta para analizar las concepciones de los estudiantes de pedagogía sobre un problema ambiental. *Indagatio Didactica*, 8, 158-174.
6. Cebrián, D., Franco-Mariscal, A.J., y Blanco, A. (2021). Secuencia de tareas para enseñar argumentación en ciencias a profesorado en formación inicial a través de CoRubric. Ejemplificación en una actividad sobre una central salina. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 40, 149-168.
7. Cerullo, J., & Cruz, D. (2010). Clinical Reasoning and Critical Thinking. *Revista Latino-Americana Enfermagem*, 18(1), 124-129.
8. Chen, H.-L., & Wu, C.-T. (2021). A digital role-playing game for learning: effects on critical thinking and motivation. *Interactive Learning Environments*. DOI: 10.1080/10494820.2021.1916765
9. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale: Erlbaum.
10. Colmenero, M.J. (2006). Análisis de las percepciones del profesorado de Educación Secundaria sobre los procesos de atención a la diversidad: Su incidencia en la formación. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 10(2), 1-15.
11. Cuban, L. (2001). *How can I fix it? Finding solutions and managing dilemmas: An educator's road map*. Teachers College Press.
12. Crujeiras, B., Martín, C., Díaz, N., y Fernández, A. (2020). Trabajar la argumentación a través de un juego de rol. ¿Debemos instalar el cementerio nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 125-142.
13. Dawson, V., & Carson, K. (2017). Using climate change scenarios to assess high school students' argumentation skills. *Research in Science & Technological Education*, 35(1), 1-16.
14. De Vicente, P. (2004). Creencias y teorías implícitas del profesor. En F. Salvador, J.L. Rodríguez, A. Bolívar (Directs.), *Diccionario Enciclopédico de Didáctica* (Vol.II) (pp.445-447). Archidona (Málaga): Aljibe.
15. Díaz, N., y Jiménez-Liso, M.R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70.
16. Ennis, R.H. (2003). Critical thinking assessment. En D. Fasko (Ed.), *Critical thinking and reasoning. Current research, theory, and practice* (pp. 293-313). Cresskill, NJ: Hampton Press.
17. España, E.; Rueda, J.A. y Blanco, A. (2013). Juegos de rol sobre el calentamiento global. Actividades de enseñanza realizadas por estudiantes de ciencias del Máster en Profesorado de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, extra, 763-779.
18. Evagorou, M., Jiménez-Aleixandre, M.P., & Osborne, J. (2012). Should we kill the grey squirrels? A study exploring students' justifications and decision making.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- International Journal of Science Education*, 34(3), 401-428.
19. Fang, S.C., Hsu, Y.S., & Lin, S.S. (2019). Conceptualizing socioscientific decision making from a review of research in science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 427-448.
  20. Franco-Mariscal, A.J., Hierrezuelo, J.M., Cruz, I.M., & Cebrián, D. (2021). The dilemma of replacing traditional calligraphic skills with technology in the teaching of writing. A study of the attitudes of pre-service infant and primary teachers. *International Journal for 21st Century Education*, 8(1), 18-36.
  21. Franco-Mariscal, A.J., Linde, T., Luque, C.R., y Cebrián, M. (2018) Aprendizaje de la argumentación mediante dilemas. Experiencia interdisciplinar en un proyecto de coordinación. En P. Membiela, M.I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *Panorama actual de la enseñanza de las ciencias*, (pp.539-543). Ourense: Educación Editora.
  22. Fransson, G. & Grannäs, J. (2013). Dilemmatic spaces in educational contexts – towards a conceptual framework for dilemmas in teachers work. *Teachers and Teaching*, 19(1), 4-17.
  23. Grande, M. y Abella, V. (2010). Los juegos de rol en el aula. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(3), 56-84.
  24. Gutentag, T., Horenczyk, G. & Tatar, M. (2018). Teachers' Approaches Toward Cultural Diversity Predict Diversity-Related Burnout and Self-Efficacy. *Journal of Teacher Education*, 69(4), 408-419.
  25. Halpern, D. (2006). *Halpern Critical thinking assessment using everyday situations: background and scoring standards (2nd report)*. [Unpublished manuscript]. Claremont, CA: Claremont McKenna College.
  26. Herreid, C. (1996). Case Study Teaching in Science: A Dilemma Case on “Animal Rights”: Critically Examining a Volatile Scientific and Political Issue. *Journal of College Science Teaching*, 25(6), 413-418.
  27. Hierrezuelo, J.M., Brero V.B., y Franco-Mariscal, A.J. (2020). ¿Es saludable una dieta vegana? Un dilema para desarrollar el pensamiento crítico a través de la argumentación y la toma de decisiones en la formación inicial de maestros. *Ápice, Revista de Educación Científica*, 4(2), 73-88.
  28. Hierrezuelo, J.M., Brero, V.B., y Franco-Mariscal, A.J. (2021a). Dilemas sobre energía, tecnología y salud para desarrollar el pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado. En D. Cebrián, A.J. Franco-Mariscal, T. Lupión, C. Acebal, A. Blanco (Coords.), *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía*, (pp. 253-272). Barcelona: Graó.
  29. Hierrezuelo, J.M., Cebrián, D., Brero, V.B. & Franco-Mariscal, A.J. (2021b). The use of plastics as a socio-scientific issue for developing critical thinking through argumentation with pre-service teachers. *ASE International Journal*, 12, 50-59.
  30. Hoffman, J.V. (1998). When bad things happen to good ideas in literacy education: Professional dilemmas, personal decisions, and political traps. *The Reading Teacher*, 52(2), 102-112.
  31. Instituto Andaluz de la Juventud (2018). *Plan de sensibilización código joven 2018*. Junta Andalucía.
  32. Jiménez-Aleixandre, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
  33. Kuhn, D., Cheney, R., & Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive Development*, 15(3), 309-328.
  34. Lindsey, A.J. (1985). Consensus or Diversity? A Grave Dilemma in Schooling. *Journal of Teacher Education*, 36(4), 31-36.
  35. Lipman, M. (1997). *Pensamiento complejo y educación*. Madrid: Ediciones de la Torre.
  36. López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, 22, 41-60.
  37. Loving, C.C., Lowy, S.W., & Martin, C. (2003). Recognizing and Solving Ethical Dilemmas in Diverse Science Classrooms. En D.L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 183–194). Dordrecht: Springer.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

38. Martín, C. y Prieto, T. (2011). El potencial educativo del problema energético en la sociedad actual. En J. J. Maquilón, A. B. Mirete, A. Escarbajal y A. M. Giménez (Coords.), *Cambios Educativos y Formativos para el Desarrollo Humano y Sostenible* (pp. 29-37). Murcia: Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
39. Martínez, M.A., y Pascual, I. (2013). La influencia de la enseñanza virtual sobre el pensamiento crítico de los profesores en formación. *Revista Currículum y Formación Profesorado*, 17(3), 293-306.
40. Martini, M., Widodo, W., Qosyim, A., Mahdiannur, M.A., & Jatmiko, B. (2021). Improving undergraduate science education students' argumentation skills through debates on socioscientific issues. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(3), 428-438.
41. McAlpine, L. & Weston, C. (2000). Reflection: Issues related to improving professors' teaching and students' learning. *Instructional Science*, 28, 363-385.
42. McPhie, W.E. (1978). A Teacher Education Dilemma: Practical Application vs. Theory. *Journal of Teacher Education*, 29(6), 53-56.
43. McSharry, G. & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. *School Science Review*, 82(298), 73-82.
44. MECD, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. B.O.E. (3 de enero de 2015), núm. 3, pp.169-546.
45. MEC, Ministerio de Educación (2007). Orden ECI/3858/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de las profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. B.O.E. núm. 312, pp.53751-53753.
46. Morris, B.J., Croker, S., Zimmerman, C., Gill, D. & Connie, R. (2013). Gaming science: the "Gamification" of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4, 1-16.
47. Mottola, C. & Murphy, P. (2001). Antidote dilemma. An activity to promote critical thinking. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 4, 161-164.
48. OCDE (2017) *Marco de evaluación y de análisis de PISA para el desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias*. París: OECD Publishing.
49. Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review*, 352, 53-62.
50. Osborne, J., Henderson, J.B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., & 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.
51. Ossa, C., y Díaz, A. (2017). Enfoques intraindividual e interindividual en programas de pensamiento crítico. *Psicología Escolar e Educativa*, 21(3), 593-600.
52. Palma, M., Ossa, C., y Lagos, N. (2017). Propuesta de un programa de PC para estudiantes de pedagogía. *X Congreso Internacional Investigación Didáctica Ciencias, Enseñanza de las Ciencias*, extra, 2833-2837.
53. Petit, M., Solbes, J. y Torres, N. (2021). El cine de ciencia-ficción para desarrollar cuestiones socio-científicas y el pensamiento crítico. *Praxis & Saber*, 12(29), e11550.
54. Pro, A., Pro, C., y Cantó, J. (2022). ¿Qué problemas tiene la formación de maestros para enseñar ciencias en educación primaria? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. En prensa.
55. Puig, B., Bravo-Torija, B., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2012). *Argumentación en el aula: Dos unidades didácticas. Proyecto Science Teacher Education Advanced Methods (S-TEAM) Unión Europea, 7º Programa Marco (FP7)*. Santiago de Compostela: Danú.
56. Puig, B., Crujeiras, B., Mosquera, I., & Blanco, P. (2021). Integration of Critical Thinking and Scientific Practices to Design-Based Pedagogy. En I. Delen (Ed.), *Design Based Pedagogy Book: Design Based Pedagogical Content Knowledge Across European Teacher Education Programs*, (pp. 89-127). Ankara: ANI Yayincilik.
57. Revel, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P. y Adúriz, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las Ciencias*,

- 1-5.
58. Santiuste, B. (Coord.), Ayala, C., Barriguete, C., García, E., Gonzales, J., Rossignoli, J., y Toledo, E. (2001). *El pensamiento crítico en la práctica educativa*. Madrid: Fugaz.
  59. Schneider, J. (2018). Marching Forward, Marching in Circles: A History of Problems and Dilemmas in Teacher Preparation. *Journal of Teacher Education*, 69(4), 330-340.
  60. Solbes, J., y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269.
  61. Stuart J. S., & Tatto, M.T. (2000). Designs for inicial teacher preparation programs: an internacional view. *Internacional Journal of Educational Research*, 33, 493-514.
  62. Talanquer, V., Tomanek, D. & Novodvorski, I. (2007). Revealing Student Teachers'. Thinking through Dilemma Analysis. *Journal of Science Teacher Education*, 18(3), 399-421.
  63. Tomanek, D. (1994). A case of dilemmas: Exploring my assumptions about teaching science. *Science Education*, 78(5), 399-414.
  64. Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument* (2003rd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
  65. Torres, N.Y. (2014). *Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: Un estudio en escenarios de formación docente*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat de València.
  66. United Nations (1992). Agenda 21: Programme for Action for Sustainable Development. *United Nations Conference on Environment & Development*. Rio de Janeiro: United Nations.
  67. Vázquez, A., y Manassero, M.A. (2018). Una taxonomía de las destrezas de pensamiento: una herramienta clave para la alfabetización científica. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, extra, 1-7. VIII Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Bogotá.
  68. Vázquez, A., y Manassero, M.A. (2020). Pensamiento científico y pensamiento crítico: competencias transversales para aprender. En A. Vilches (Coord.), *Veinte años de avances y nuevos desafíos en la Educación CTS para el logro de Objetivos de Desarrollo Sostenible. VII Seminario Iberoamericano CTS*, (pp. 519-522). Valencia: CTS.
  69. Vieira, R.M., & Tenreiro, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 659-680.
  70. Zeidler, D.L. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*, 81(4), 483-496.