



Trabajar la argumentación a través de un juego de rol: ¿debemos instalar el cementerio nuclear?

Learning argumentation through role-playing: should we install a nuclear deposit?

Beatriz Crujeiras-Pérez
Departamento de Didácticas Aplicadas, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, A Coruña, España
beatriz.crujeiras@usc.es

Naira Díaz-Moreno
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia, Murcia, España
nc.diazmoreno@um.es

Carolina Martín-Gamez
Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y las Ciencias Experimentales, Universidad de Málaga, Málaga, España
cmartin@uma.es

Alicia Fernández-Oliveras
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada, Granada, España
alilia@ugr.es

RESUMEN • En este artículo se analizan las operaciones argumentativas llevadas a cabo por profesorado en formación inicial durante un juego de rol sobre la posible instalación de un cementerio nuclear y se examinan los tipos de conocimiento que ponen en juego al construir sus argumentos en la búsqueda de una decisión final. Los participantes son estudiantes de los grados en Educación Infantil y Primaria de tres universidades españolas. La toma de datos incluye las grabaciones de la implementación del juego de rol. Los resultados apuntan a que los participantes son capaces de formular aseveraciones y de exponer sus razones a través de la justificación, pero muestran dificultades para utilizar otros elementos argumentativos. También se pone de manifiesto un mayor uso de conocimiento social y científico-tecnológico a la hora de buscar una decisión consensuada sobre la instalación del cementerio.

PALABRAS CLAVE: Argumentación; Toma de decisiones; Juego de rol; Controversias sociocientíficas; Formación del profesorado.

ABSTRACT • This paper analyses the argumentative operations performed by pre-service teachers during a role play about setting down a nuclear waste deposit. The types of knowledge used for constructing their arguments when they try to reach a final agreement are also studied. The participants are undergraduate students from the degree of Pre-school and Primary Teacher Training at three different Spanish universities. Data collection includes video recordings of the role play. The findings point to the students' ability to make statements and justify their arguments, although they find it difficult to use other argumentative elements in their speech. Moreover, social and scientific-technological knowledge are proved to be the most used types of knowledge in the participants' search of a consensual decision about setting down the nuclear deposit.

KEYWORDS: Argumentation; Decision-making; Role play; Socio-scientific issues; Teacher training.

Recepción: enero 2019 • Aceptación: enero 2020 • Publicación: noviembre 2020

Crujeiras-Pérez, B., Martín-Gamez, C., Díaz-Moreno, N. y Fernández-Oliveras, 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
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2888>

INTRODUCCIÓN

Entre las principales competencias que debe desarrollar el alumnado universitario de los grados en Educación establecidas por el Espacio Europeo de Educación Superior, titulación en la que se enmarca esta investigación, se encuentran aquellas relacionadas con la interpretación crítica de la información y del mundo que les rodea. En particular, se hace alusión, por un lado, a la necesidad de garantizar que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética y, por otro, a que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado. Siendo, por tanto, fundamental trabajar la argumentación como herramienta para alcanzar el pensamiento crítico del alumnado frente a temáticas controvertidas socialmente relevantes, dotándoles de las habilidades necesarias para que sean capaces de trasladar estas competencias a su práctica docente.

En la actualidad, la enseñanza de las ciencias se enmarca en un contexto de aprendizaje competencial (MECD, 2014; OECD, 2017) en el cual la argumentación juega un papel fundamental. La argumentación forma parte de la competencia científica (OECD, 2017), en particular, de la competencia en interpretar datos y pruebas científicas, la cual implica que los estudiantes analicen y evalúen datos y argumentos en una variedad de representaciones, así como que saquen conclusiones adecuadas (MECD, 2016).

Además, la argumentación es una de las prácticas científicas necesarias para comprender cómo se construye, evalúa y comunica el conocimiento científico (NRC, 2012), ya que los científicos utilizan argumentos para relacionar las pruebas que seleccionan con las conclusiones a las que llegan a través de justificaciones y respaldos (Toulmin, 1958). Por ello, los documentos curriculares más recientes la incluyen como una de las prácticas que hay que promover en el aula. Para esto es necesario trabajar esta práctica de forma continuada en las aulas. Como señala Osborne (2012), una forma de promoverla es desarrollar situaciones de aprendizaje que permitan la interacción social entre los propios estudiantes y también entre ellos y el o la docente. Entre los recursos que generan tales situaciones de aprendizaje se encuentran las actividades de toma de decisiones grupales, es decir, aquellas que implican la elaboración de argumentos, debate, negociación y consenso para tomar una decisión (OECD, 2017).

En la actualidad existen numerosos estudios que examinan cómo el alumnado construye y evalúa el conocimiento científico a través de la argumentación (e. g. Blanco Anaya y Díaz de Bustamante, 2014; Bravo-Torija y Jiménez-Aleixandre, 2014), así como la calidad de los productos elaborados y evaluados (e. g. Evagorou y Osborne, 2013; Osborne, Erduran y Simon, 2004; Zohar y Nemet, 2002). Sin embargo, a pesar de los beneficios que las actividades de argumentación proporcionan para el aprendizaje, esta práctica científica todavía no se ha incorporado de forma habitual en las aulas (Evagorou y Osborne, 2013). Algunos estudios achacan tal ausencia a la falta de formación del profesorado (Archila, 2016) o a las dificultades que les supone implementar esta práctica (Driver, Newton y Osborne, 2000; Jiménez-Aleixandre, 2008; Martín-Gamez y Erduran, 2018). Coincidimos con Archila (2016) en considerar necesaria la formación del profesorado en la práctica de la argumentación. Uno de los interrogantes que plantea este autor es: ¿cómo fomentar la argumentación en la clase de ciencias? En este trabajo utilizamos un juego de rol en el que se plantea la instalación de un cementerio nuclear en la zona próxima al campus como recurso para promover la argumentación y la toma de decisiones entre el profesorado en formación inicial, a fin de familiarizarlos con las operaciones argumentativas que emergen en el juego de rol y facilitar que puedan trasladar esta práctica a sus futuras aulas. Cabe señalar que la temática del juego de rol es compleja, por lo que no se pretende que los futuros docentes trasladen la tarea a sus aulas, sino el enfoque argumentativo de esta.

Este trabajo se enmarca en un estudio más amplio, en el que se aborda el proceso de argumentación y toma de decisiones de maestros en formación inicial en una secuencia de actividades sobre gestión de residuos nucleares. En este artículo, las preguntas de investigación son las siguientes:

1. ¿Qué operaciones argumentativas llevan a cabo los futuros docentes durante el juego de rol sobre la instalación de un cementerio nuclear?
2. ¿Qué tipos de conocimiento se ponen en juego en los argumentos utilizados en la búsqueda de una decisión colectiva sobre la instalación de un cementerio nuclear?

MARCO TEÓRICO

El papel de la argumentación y la toma de decisiones en el aprendizaje de las ciencias

La argumentación se considera una de las prácticas necesarias para alcanzar la alfabetización científica (OECD, 2017). Esta implica ser capaz de negociar y tomar decisiones sobre cuestiones sociales complejas relacionadas con la ciencia (Baytelman y Constantinou, 2018). Tal y como se establece en el marco de análisis de la evaluación PISA del año 2015, la más reciente dirigida a evaluar la competencia científica, una persona alfabetizada científicamente necesita ser capaz de juzgar si una serie de pruebas son adecuadas o no, y si las conclusiones establecidas están justificadas, para lo cual necesita ser capaz de argumentar adecuadamente.

Aunque existen varias definiciones, en este artículo utilizamos la proporcionada por Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007), quienes entienden la argumentación como un tipo de discurso a través del cual se construyen enunciados tanto de forma individual como colectiva y se evalúan en base a pruebas empíricas o teóricas.

Practicar la argumentación promueve oportunidades para confirmar y extender el conocimiento previo del alumnado, así como construir nuevo conocimiento a través de ideas de otros compañeros (Kaya, 2013). A medida que participan en la argumentación, los estudiantes construyen conocimiento científico a través de la justificación, la evaluación y el contraste de distintas perspectivas sobre cuestiones científicas y sociocientíficas (Jin et al., 2015).

Estudios recientes han mostrado que al alumnado le resulta difícil proporcionar pruebas relevantes, utilizar pruebas para justificar conclusiones y refutar contrargumentos (Bell, 2004; Berland y Reiser, 2009; McNeill, 2011). La refutación, es decir, la capacidad para rebatir un argumento o una conclusión proporcionada por otros estudiantes es uno de los elementos complicados en la argumentación (Cavagnetto, Hand y Norton-Meier, 2010). Además, presentan dificultades para modificar una conclusión, incluso cuando las pruebas disponibles la contradicen (Evagorou, Jiménez-Aleixandre y Osborne, 2012).

Todas estas operaciones asociadas a la práctica de la argumentación juegan un papel fundamental en los procesos de toma de decisiones, los cuales requieren la elaboración de argumentos basados en pruebas (Kifshe, 2012) y su evaluación crítica (Kolstø et al., 2006). Existe un consenso en la comunidad de didáctica de las ciencias sobre la necesidad de trabajar en las aulas las operaciones implicadas en los procesos de toma de decisiones (e. g. Aikenhead, 1985; Zeidler et al., 2005), ya que muchas de las cuestiones que deben abordar los ciudadanos hoy en día son complejas y requieren la evaluación de los pros y contras de distintas opciones (Acar, Turkmen y Roychoudhury, 2009).

De acuerdo con Ryu y Sandoval (2015), una decisión se identifica desde el momento en que alguien propone una opinión o cuestión, y termina en el momento en que el resto de los miembros de un grupo está de acuerdo o propone una alternativa. La literatura apunta que los estudiantes general-

mente tienden a tomar decisiones en base a sus experiencias personales (Albe, 2008) o a sus convicciones morales y/o éticas (Sadler, 2004), más que en base a conocimientos científicos.

Como señalan Osborne, Erduran, Simon y Monk (2001), que un estudiante cambie su forma de pensar sobre una cuestión es un indicador de calidad, pero solo es posible si se proporcionan oportunidades para el intercambio de opiniones a través de la discusión (Grace et al., 2015). En este estudio utilizamos como estrategia de intercambio de opiniones el juego de rol.

El juego de rol como recurso para aprender ciencias a través de la argumentación

El juego de rol consiste en la recreación de situaciones más o menos desestructuradas en las cuales los participantes improvisan sus comportamientos y conversaciones adaptándolas a los roles asignados (McKeachie, 1986). Como señalan McSharry y Jones (2000), cuando los estudiantes participan en un juego de rol tienen que ejercer un papel determinado y sus intervenciones deben ir en la perspectiva de dicho rol. Este tipo de tarea pretende algo más que el aprendizaje de hechos, ya que permite la creación de ambientes de aprendizaje efectivos a través de la comunicación, cooperación y argumentación (Cakici y Bayer, 2012), aumenta la motivación del alumnado (Ladrousse, 1989) y promueve el aprendizaje de destrezas de pensamiento de orden superior (Dorion, 2009), necesarias para alcanzar la alfabetización científica. Se trata, por tanto, de una tarea de gran valor para la formación docente, ya que es preciso «capacitar a los profesores en la planificación y puesta en marcha de actividades que promuevan en los alumnos el pensamiento de orden superior» y «que impliquen el análisis de situaciones desconocidas, la resolución de problemas complejos y la toma de decisiones informadas» (Furman, Luzuriaga, Taylor, Anauati y Podestá, 2018, p. 99).

Existen distintos tipos de juego de rol que se utilizan como recursos educativos, entre los que se encuentran los juegos de rol metafóricos, juegos de rol analógicos, simulaciones o teatro (McSharry y Jones, 2000). En este trabajo utilizamos el tipo simulación, que consiste en realizar debates organizados, reuniones o casos judiciales. Como señala Archila (2015), los debates proporcionan buenas oportunidades para promover la argumentación de los estudiantes a través de interacciones argumentativas. También mejoran su competencia en la toma de decisiones y sus destrezas de pensamiento crítico (Wesselink, Dekker-Groen, Biemans y Mulder, 2010). Además de favorecer un aprendizaje más efectivo (Byrne, Ideland, Malmber y Grace, 2014).

A pesar de los beneficios que presenta como recurso educativo, el juego de rol no se utiliza de forma habitual en las aulas para el aprendizaje de las ciencias. Aunque se emplee con frecuencia para trabajar cuestiones sobre educación ambiental (Matas, 2003), no es habitual el uso de este recurso para trabajar la toma de decisiones de forma argumentada, especialmente en la formación inicial de profesorado. Uno de los pocos estudios identificados en la literatura es el realizado por Drumond Vieira et al. (2015), quienes utilizaron una actividad de simulación de un juicio para evaluar la utilidad de un texto sobre la formación docente, obteniendo un impacto positivo en la mejora de las destrezas argumentativas del profesorado en formación. Otro ejemplo es el estudio de Cebrián-Robles, España-Ramos y Franco-Mariscal (2018), quienes diseñaron un juego de rol sobre la extensión de la vida de una central nuclear más allá del tiempo establecido, buscando trabajar el uso y evaluación de pruebas. Los resultados apuntan a una valoración positiva de la actividad como recurso de aprendizaje.

En el presente trabajo se diseña y pone en práctica un juego de rol sobre la posibilidad de instalar un cementerio nuclear en una zona próxima a donde estudian los participantes, a fin de analizar las operaciones argumentativas realizadas y los tipos de conocimiento utilizados en la búsqueda de una decisión consensuada.

METODOLOGÍA

Participantes y contexto

Los participantes en el estudio son 112 docentes en formación inicial que cursaban asignaturas del área de didáctica de las ciencias experimentales (DCCEE) durante el curso 2016-17 en tres universidades españolas, que llamaremos Universidades 1, 2 y 3 (UNV1, UNV2 y UNV3). Concretamente, participan 22 estudiantes de 2.º curso del grado en Educación Primaria de la UNV1, 65 estudiantes de 3.º curso del mismo grado de la UNV2 y 25 estudiantes de 4.º curso del grado en Educación Infantil de la UNV3. Para los estudiantes de las UNV1 y UNV3, dicha asignatura era la primera del área de DCCEE que cursaban en su grado, mientras que los estudiantes de la UNV2 ya habían cursado una asignatura de dicha área en el semestre anterior. En las tres universidades el alumnado participante proviene mayoritariamente del Bachillerato humanístico y de ciencias sociales, por lo que el conocimiento científico adquirido en su formación académica anterior se circunscribe a la Educación Secundaria Obligatoria. Cabe señalar que ninguno de los estudiantes había recibido formación explícita sobre argumentación antes de la participación en este estudio.

Diseño e implementación de la tarea

La tarea consiste en organizar y representar un juego de rol en el que se aborda la posibilidad de instalar un cementerio nuclear en la zona próxima al campus donde estudian los participantes. La representación del juego de rol consiste en la simulación de una reunión a la que asisten miembros de los colectivos involucrados en la situación planteada para exponer su posicionamiento a favor o en contra de la instalación del cementerio nuclear. Tales colectivos son: administración central o nacional (AC), administración local y de la universidad (AL), empresa gestora del cementerio nuclear (EM), equipo científico de la instalación (C), personas del vecindario y usuarias del campus (V) y asociaciones ecologistas (EC).

Teniendo en cuenta los colectivos implicados, se definen distintos roles que son asignados a los diferentes grupos de estudiantes, de entre cuatro y cinco miembros. Dado su rol, cada pequeño grupo recoge datos durante la semana previa a la representación del juego, para establecer, argumentar y defender su postura, así como para convencer a los que tengan una postura opuesta a la suya.

Cada grupo prepara su intervención por escrito, a modo de guion. A partir de los guiones preparados, se representa el juego de rol en el cual se deben defender y argumentar todas las posturas. En primer lugar, se hace una ronda en la que cada grupo dispone de unos minutos para defender su posicionamiento y, seguidamente, se abre un debate para tratar de llegar a acuerdos entre los distintos roles.

Herramientas de toma de datos y de análisis

La toma de datos incluye la grabación audiovisual de la representación del juego de rol a través de una cámara móvil y un micrófono (en cada juego), los cuales recogieron las intervenciones de cada pequeño grupo. A fin de describir e interpretar el material cualitativo recabado, se ha realizado un análisis sistemático del contenido (Schreier, 2012), previa transcripción completa de las tres grabaciones realizadas de los juegos de rol en las tres universidades. Se empleó el programa informático Atlas.ti y un marco de codificación adecuado para cada pregunta de investigación.

Para la primera pregunta de investigación, se ha adaptado el marco propuesto por Ryu y Sandoval (2015). El sistema de análisis empleado para identificar las operaciones argumentativas llevadas a cabo en el juego de rol se muestra en la tabla 1. Teniendo en cuenta las intervenciones de los participantes,

en la categoría de justificación, se han sustituido las subcategorías «causa-efecto» y «uso de analogías» del marco mencionado, por «justificación usando conocimiento científico» y «justificación usando solo ejemplos», y se ha incorporado una nueva subcategoría contemplando la justificación usando otros criterios (económicos, de seguridad, laborales, etc.), que emergen de los datos recogidos. Empleando dicho marco se han identificado y contabilizado las operaciones argumentativas, distinguiendo los dos posicionamientos planteados en el juego de rol: a favor y en contra de la instalación del cementerio nuclear.

Tabla 1.
Marco de análisis de las operaciones argumentativas que llevan a cabo futuros docentes durante el juego de rol (adaptado de Ryu y Sandoval, 2015)

<i>Dimensión</i>	<i>Operación argumentativa</i>	<i>Descripción</i>
Afirmación (AF)	Afirmación (AFA)	Declarar un posicionamiento con una aseveración, sin fundamentarla
	Reafirmación (AFR)	Repetir una aseveración ante un desacuerdo, sin respaldarla con pruebas
Oposición (O)	Desacuerdo (OD)	Manifestar explícitamente la oposición a una propuesta o planteamiento
	Refutación (OR)	Rebatir argumentos revelando su debilidad o señalando sus limitaciones
	Aceptación de la refutación (OA)	Reconocer la debilidad o las limitaciones de los argumentos propios tras ser rebatidos
	Contrargumento (OC)	Contradecir un argumento con otro opuesto o alternativo
Justificación (J)	Solicitud de justificación (JS)	Requerir pruebas que respalden un planteamiento
	Justificación usando solo ejemplos (JE)	Apoyar un planteamiento únicamente en la comparación entre casos o situaciones similares
	Justificación usando conocimiento científico (JC)	Apoyar un argumento con conocimiento científico
	Justificación usando otros criterios (económicos, de seguridad, laborales, etc.) (JO)	Apoyar un argumento con apreciaciones de índole distinta a la científica
Acuerdo (A)	Confirmación (AC)	Repetir una aseveración para ratificarla
	Acuerdo explícito (AA)	Manifestar explícitamente la conformidad con una propuesta o planteamiento

Para la segunda pregunta de investigación, se ha empleado el marco de Christenson, Chang Rundgreen y Höglund (2012), que contempla cinco tipos de conocimiento como posibles respaldos en la elaboración de argumentos: científico-técnico, social, ambiental, moral-ético y económico. Este marco de análisis se describe en la tabla 2 y con él se ha identificado y contabilizado el número de veces que los participantes utilizan cada tipo de conocimiento para respaldar sus argumentos, distinguiendo los seis roles definidos en el juego.

Tabla 2.
Marco de análisis de los tipos de conocimiento empleados
por futuros docentes en el juego de rol (Christenson, Chang Rundgreen y Höglund, 2012)

<i>Tipo de conocimiento</i>	<i>Descripción</i>
Científico-técnico (CT)	Se proporcionan conceptos, leyes o teorías de la ciencia para apoyar sus argumentos
Social (S)	Los argumentos son respaldados con ideas, reglas o normas procedentes de la sociología o la cultura
Ambiental (A)	Son aportados conceptos, leyes o teorías de ecología o ciencias ambientales para apoyar sus argumentos
Moral y ético (ME)	Se justifican sus argumentos en ideas, reglas o normas procedentes de la ética o la moral
Económico (E)	Se proporcionan nociones, principios o modelos del área de la economía para apoyar sus argumentos

RESULTADOS

Operaciones argumentativas llevadas a cabo durante el juego de rol

Como se ha comentado, el análisis de las operaciones argumentativas se realiza en función del posicionamiento que adoptan los roles, a favor o en contra de la instalación del cementerio nuclear (tabla 3).

De manera general, los datos recogidos en la tabla 3, correspondientes a las cuatro dimensiones que conforman el marco de análisis, ponen de manifiesto que el número total de operaciones argumentativas realizadas por los futuros docentes es casi coincidente en dos de las tres universidades (UNV1 y UNV 2), con 109 y 108 operaciones respectivamente, mientras que disminuye ligeramente en el caso de la UNV3, donde se han identificado un total de 85 operaciones. No obstante, es necesario destacar que en las tres universidades del estudio son mayoritarias las operaciones argumentativas realizadas a favor de la instalación del cementerio nuclear (69, 80 y 66, respectivamente), frente a las que se realizan en contra (40, 28 y 19). Por otro lado, al desgranar los resultados obtenidos por dimensiones, destaca el infrecuente uso de operaciones relacionadas con el acuerdo, para ambos posicionamientos y en los tres contextos.

En las operaciones argumentativas realizadas a favor, se puede observar que las operaciones relacionadas con la justificación aparecen de manera mayoritaria en las tres universidades (51, 31, 27) y las operaciones relacionadas con la afirmación lo hacen también en los casos de las UNV2 y UNV3, con frecuencias de 33 y 24, respectivamente. Ello parece indicar que en estos dos contextos los participantes realizan argumentos algo más completos en las posturas a favor, al utilizar un mayor número de dimensiones.

Centrándose en las operaciones argumentativas realizadas en las posturas en contra, se observa que, de manera general y como se ha señalado, disminuye el número de operaciones frente a las realizadas a favor, siendo mayoritarias aquellas relacionadas con la justificación en una de las universidades (UNV1), mientras que para las otras dos son mayoritarias las operaciones que tienen que ver con oposición y afirmación.

De manera más pormenorizada y analizando los datos de los tres contextos estudiados por subcategorías, en la tabla 3 se muestra cómo una de las operaciones argumentativas que aparece con mayor frecuencia es la «justificación usando otros criterios», mayoritaria para los participantes de la UNV1. También es destacable la operación de «afirmación», utilizada en total en 70 ocasiones, siendo la predominante en las UNV2 y UNV3. En los tres contextos resalta la baja frecuencia de las operaciones de «aceptación de la refutación», igual a la frecuencia de las operaciones de «confirmación», subcategoría minoritaria dentro la categoría de acuerdo, ya señalada como la dimensión más infrecuente.

Cabe resaltar que ambas subcategorías junto con la «justificación usando conocimiento científico» son las que se utilizan mayoritariamente para defender las posturas «a favor», aunque esta última se usa en mayor medida en la UNV1 que en los otros dos contextos. Es decir, parece que los participantes de la UNV1 tienen más recursos para justificar utilizando criterios científicos que los participantes de las UNV2 y UNV3, a pesar de que su formación científica es similar. Por otro lado, para las posturas a favor, las subcategorías menos empleadas son la «aceptación de la refutación», la «solicitud de justificación» y la «confirmación», apareciendo las tres en una sola ocasión.

En relación a las operaciones utilizadas para sostener las posturas en contra, la tabla 3 muestra que la «afirmación», en las UNV2 y UNV3, y «solicitud de justificación», en la UNV1, son las operaciones argumentativas que aparecen de manera mayoritaria. También es destacable que, en las posturas en contra, en los tres contextos, se hace un uso mínimo de la «reafirmación» y el «acuerdo explícito», e inexistente de la «aceptación de la refutación» y la «confirmación».

Tipos de conocimiento puestos en juego en los argumentos utilizados para tomar una decisión colectiva sobre la instalación del cementerio nuclear

El análisis de los tipos de conocimiento utilizados se realiza a dos niveles: por universidad participante en primer lugar, y en segundo por rol adoptado. Los resultados se resumen en las tablas 5 y 6 respectivamente.

En la tabla 4 se han recogido los tipos de conocimientos que el profesorado en formación inicial ha puesto en juego durante los procesos argumentativos. Tal y como podemos comprobar, en general, el más utilizado es el conocimiento social, con argumentos respaldados por ideas, reglas o normas procedentes de la sociología o de la cultura, seguido del conocimiento científico-técnico. Concretamente, los datos ponen de manifiesto que en dos de las universidades participantes (UNV2 y UNV3) el conocimiento mayoritario es el social (frecuencias 45 y 31 respectivamente), mientras que, en el caso de la UNV1, el más utilizado es el científico-tecnológico, aunque seguido de cerca por el conocimiento social y el ambiental. Es también destacable que el conocimiento económico y el conocimiento moral-ético han sido los menos utilizados por los participantes de las tres universidades del estudio.

Con el objetivo de poder estudiar la relación que existe entre los distintos roles representados y el tipo de conocimiento utilizado en la argumentación hemos elaborado las tablas 6 y 7, que nos permitirán establecer si un rol concreto utiliza de manera mayoritaria un tipo determinado de conocimiento.

En relación con ello, los resultados totales para los tres contextos de estudio nos muestran cómo «empresa» ha sido el rol que ha movilizado mayor número de conocimientos (65), presentando además una variedad en su tipología. En el extremo contrario, con la menor frecuencia se posiciona el rol «administración local» (36). Tanto los roles «vecindario» como «ecologistas» presentan un número intermedio de conocimientos utilizados, pero ambos se centran en el conocimiento social, con escaso uso de conocimientos de tipos específicos (científico-tecnológico y medioambiental).

Tabla 3.
Frecuencias y ejemplos de las operaciones argumentativas identificadas en ambas posturas, a favor o en contra de la instalación del cementerio nuclear

Operación argumentativa	Frecuencia										Ejemplo
	UNV1 (N = 22)		UNV2 (N = 65)		UNV3 (N = 25)		Total				
	A favor	En contra	A favor	En contra	A favor	En contra	A favor	En contra	Total		
AF	4	2	24	9	21	10	49	21	70	«Esta es una buena forma de potenciar el crecimiento industrial de esta región»	
	1	0	9	1	3	0	13	1	14	«Volvemos a señalar que hay seguridad frente a terremotos»	
O	0	9	1	0	1	3	2	12	14	«No estamos de acuerdo porque no buscamos beneficio o dinero»	
	5	3	8	6	2	2	15	11	26	«Eso no está demostrado»	
	0	0	1	0	0	0	1	0	1	«Se utiliza solo el 3 %, eso es verdad»	
	3	3	5	5	7	0	15	8	23	«No, porque se suelen instalar en minas abandonadas, no en un huerto»	
J	0	13	1	2	0	0	1	15	16	«¿Te parece bien que se meta bajo tierra un elemento todavía con el 97 % de radioactividad?»	
	0	0	5	2	5	1	10	3	13	«Como fue el terremoto que hubo en Japón en 2007»	
	16	6	10	1	7	0	33	7	40	«Permite reducir la cantidad de energía producida por los combustibles fósiles»	
A	35	4	15	1	15	3	65	8	73	«Supone la generación de puestos de trabajo»	
	0	0	1	0	0	0	1	0	1	«Sí que es cierto que falló»	
AA	5	0	0	1	5	0	10	1	11	«El acuerdo es que se va a construir»	
Total	69	40	80	28	66	19					

Tabla 4.
Frecuencias totales de los tipos de conocimiento identificados y ejemplos para las tres universidades participantes

Tipo de conocimiento	AC	AL	EM	C	V	EC	N Total	Ejemplos
CT	17	8	21	8	6	13	73	«El funcionamiento de una planta nuclear a tales proximidades de entornos de habitación y concurrencia ciudadana pueden conjeturar un riesgo de perjuicio personal debido a la constante exposición de los mismos a flujos de residuos de repercusión cancerígena y radiactiva a modo de isótopos tóxicos tales como electrones [beta], Co-60, el yodo 131 y el cesio 137»
S	16	15	14	14	23	16	98	«si estos isótopos y esos residuos radiactivos afectan a la población y a su salud, esto podría desembocar en grandes enfermedades como epidemias y pandemias que se podrían transmitir de un sector de la población a otro»
A	6	2	19	7	9	6	49	«La energía nuclear es muy importante porque es la energía más limpia, no emite CO ₂ , no tiene combustión de residuos fósiles como en cambio el petróleo, el gas o el carbón que sí que los tiene, y estos residuos fósiles generan contaminación del aire y la famosa lluvia ácida»
ME	1	3	4	2	2	6	18	«Por otra parte nos gustaría preguntarle al gobierno si el cementerio nuclear se va a poner cerca de vuestra casa o cerca de la casa de personas que no tienen recursos económicos»
E	7	8	7	6	6	5	39	«Va a haber 2,6 millones de euros anuales tanto para la universidad como para los habitantes que estén afectados»
Total	47	36	65	37	46	46		

En el análisis por universidades (tabla 5), podemos observar que para la UNV1 el rol «empresa» es el que ha puesto en juego un mayor número de conocimientos (34), seguido por «ecologistas» (20). Destaca que el grupo que desempeñó el rol «empresa» utilizó mayoritariamente conocimientos de los tipos científico-tecnológico y ambiental, aunque el número de conocimientos de tipo económico resultó menor (5), a pesar de ser relevante para el papel desempeñado. En los roles «administración central» y «administración local» destaca el conocimiento científico-tecnológico entre los más utilizados, y es minoritario el relacionado con cuestiones morales y éticas. Esto último es compartido por todos los grupos participantes. Por otro lado, los roles «vecindario» y «ecologistas» presentan una frecuencia parecida en los conocimientos utilizados pero su tipología cambia. Mientras que el «vecindario» se centra en el conocimiento de tipo ambiental, y no en el social como era de esperar, los «ecologistas» se caracterizan por un escaso uso del conocimiento medioambiental, a pesar de que su rol así lo requería. Algo similar ocurre con el «equipo científico», que presenta el menor número de conocimientos utilizados, con un escaso uso del conocimiento científico-tecnológico.

Tabla 5.
Frecuencias por roles de los tipos
de conocimientos identificados en las tres universidades participantes

Tipo de conocimiento	Frecuencia																	
	UNV1 (N = 22)						UNV2 (N = 65)						UNV3 (N = 25)					
	AC	AL	EM	C	V	EC	AC	AL	EM	C	V	EC	AC	AL	EM	C	V	EC
CT	6	5	14	2	5	6	7	1	2	2	1	3	4	2	5	4	0	4
S	1	6	3	2	3	7	11	6	7	4	11	6	4	3	4	8	9	3
A	3	0	10	1	7	2	3	1	6	3	2	2	0	1	3	3	0	2
ME	0	3	2	0	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	2	2	1	3
E	3	5	5	1	1	3	2	2	1	3	3	1	2	1	1	2	2	1
Total	13	19	34	6	17	20	24	10	16	12	17	13	10	7	15	19	12	13

Con respecto a la UNV2 los participantes que adoptaron el rol «administración central» son los que presentan un mayor uso de conocimientos (24), seguidos por «vecindario» (17) y «empresa» (16). Los resultados obtenidos para esta universidad presentan algunas similitudes con los de la UNV1, aunque es destacable cómo desciende para la mayoría de los roles el uso de conocimiento científico-tecnológico y se incrementa el conocimiento de tipo social, siendo además prácticamente inexistente aquel conocimiento derivado de cuestiones morales y éticas. Al igual que en la UNV1, el grupo que ha desempeñado el rol «empresa» prescinde del conocimiento económico para elaborar sus argumentos, centrándose en el conocimiento social y ambiental. Algo similar ocurre con los roles «equipo científico» y «ecologistas», para los que el número de conocimientos científico-tecnológicos y medioambientales utilizados es muy escaso. Sin embargo, el rol «vecindario» sí que se ajusta a lo esperado, centrándose en el conocimiento de tipo social.

En la UNV3, el grupo «equipo científico» se sitúa en primera posición con respecto a un número de conocimientos utilizados (19), seguido por «empresa» (15) y «ecologistas» (13). Sin embargo, a pesar de ser el rol que más conocimientos ha puesto en juego, el «equipo científico» ha utilizado mayoritariamente conocimientos de tipo social, y no científicos-tecnológicos, como cabría esperar. El rol «empresa» prescinde de los conocimientos económicos para defender su postura, igual que ocurriera en las UNV1 y UNV2, utilizando conocimientos de tipo científico-tecnológico y social. Se repiten además los resultados de la UNV2 para los roles «vecindario», que argumenta basándose en el conocimiento social, y «ecologistas», que de nuevo no recurre al conocimiento de tipo medioambiental para defender su postura.

En relación con la decisión colectiva, solo se llegó a un acuerdo final en una de las tres universidades participantes (UNV1), implicando el uso de conocimientos de los tipos científico-tecnológico y social, que forman parte de los más utilizados en dicho contexto. Los siguientes fragmentos resumen la decisión final:

Ecologistas: «El acuerdo es que sí se va a hacer, pero haciendo controles».

Administración local: «La administración tanto local como nacional se compromete a establecer unos acuerdos con la empresa con el fin de que emita informes de cómo está siendo todo el proceso [...] nosotros estaremos atentos a todos estos informes y en caso de que sean negativos siempre velaremos por los ciudadanos e intentaremos parar esto si vosotros tenáis la razón [...] siempre pensando en las personas y en el bienestar»

CONCLUSIONES

A nivel general, los resultados de este trabajo señalan que los participantes de este estudio necesitan seguir trabajando en el desarrollo de las competencias relacionadas con la interpretación crítica de la información y del mundo que les rodea.

En relación con la primera pregunta de investigación, los futuros docentes muestran más facilidad para realizar operaciones argumentativas a favor de la instalación de un cementerio nuclear que en contra. A priori, esto podría resultar llamativo dado que la temática constituye una controversia socio-científica que debiera ser conocida por los participantes, al menos, a través de los medios de comunicación que, generalmente, muestran argumentos esgrimidos en contra de la instalación de este tipo de cementerios y movilizaciones ciudadanas manifestando un posicionamiento de rechazo. Sin embargo, y dado este hecho, quizás para el diseño de actividades formativas sería necesario reflexionar en torno a cuáles son los medios de comunicación que consultan este tipo de estudiantes, o qué noticias son las que despiertan su interés, y por tanto, les lleva a realizar un seguimiento.

Por otro lado, los tipos de operaciones argumentativas realizadas por los futuros docentes no varían en función de las posturas defendidas, ya que son mayoritarias las relacionadas con la justificación y la afirmación, tanto en las posturas a favor como en contra de la instalación del cementerio nuclear. En ambos posicionamientos los participantes son capaces de formular aseveraciones y, sobre todo, de exponer sus razones a través de la justificación, pero muestran dificultades para utilizar otros elementos argumentativos que les permitan refutar argumentos de sus compañeros, así como enriquecer el debate y, en definitiva, llegar a un acuerdo. Esto coincide con lo señalado por Cavagnetto, Hand y Norton-Meier (2010), entre otros autores, al identificar la refutación como una de las operaciones argumentativas más complicadas para el alumnado.

En este sentido, los resultados apuntan a que los participantes del estudio no son capaces de reconocer la debilidad o las limitaciones de sus argumentos tras ser rebatidos. Esto se podría deber, bien a que disponen de un bajo conocimiento de lo que es y cómo se crea un buen argumento; bien que las refutaciones formuladas carecen de consistencia (en cuanto a su coherencia y convencimiento o al escaso uso de datos); o bien porque los participantes no son capaces de admitir las debilidades de sus argumentos. Además, los futuros docentes muestran grandes dificultades para llegar a un acuerdo, puesto que no utilizan los argumentos de los compañeros para mejorar los propios e ir acercando posturas.

Respecto a los tres contextos de análisis, los resultados ponen de manifiesto que solo en una de las universidades los estudiantes emplean de manera destacable la justificación utilizando conocimiento científico, lo que podría mostrar las carencias existentes en su formación básica, tanto de conocimiento y de la importancia que conceden a este, como de la capacidad de buscar y entender dicho conocimiento para poder incorporarlo a sus argumentos. También cabe destacar que solo en uno de los contextos se solicitan de forma notable justificaciones a las posturas enfrentadas, operación necesaria para llegar a acuerdos y tomar decisiones consensuadas.

En relación con la segunda pregunta de investigación, hemos encontrado más similitudes que diferencias en los tres contextos de análisis. En este sentido, el tipo de conocimiento empleado de forma mayoritaria es el social, siendo especialmente relevante en el caso del rol asociado al vecindario; seguido por el conocimiento científico-tecnológico, cuyo uso es destacable en el caso de la empresa, en consonancia con su posición a favor del cementerio nuclear, aunque el uso de este tipo de conocimiento no es siempre correcto desde el punto de vista científico. Llama la atención el escaso uso que ha hecho de este tipo de conocimiento el rol del equipo científico, aunque este resultado está en línea con la pobre aportación de este rol a la representación. El conocimiento ambiental es utilizado en tercer lugar, aunque de forma muy escasa por parte del rol de ecologistas.

Los resultados concuerdan con lo recogido en la literatura en el sentido de que los futuros docentes toman decisiones en base a sus experiencias personales (Albe, 2008), más que en base a conocimientos científicos, pues estos aparecen escasamente en sus argumentos. Ello puede deberse a que no consideran que el conocimiento científico sea necesario en la toma de decisiones de la ciudadanía, delegando esta responsabilidad en colectivos expertos. Otra causa podría radicar en sus dificultades para utilizar convenientemente la información relacionada con aspectos científicos, a pesar de poder acceder a ella.

Es destacable que los futuros docentes no siempre hayan utilizado mayoritariamente el tipo de conocimiento coherente con el rol que se les ha asignado, lo que podría llevar a cuestionar la idoneidad del juego de rol para trabajar controversias sociocientíficas como plantea Simonneaux (2001), en cuyo estudio el alumnado de Educación Secundaria realizó mejores debates defendiendo ideas propias que participando en juegos de rol. Sin embargo, en este trabajo se plantea que este hecho puede deberse a los motivos anteriormente expuestos, relacionados con el hábito personal de los futuros docentes de Educación Infantil y Primaria a la hora de usar los distintos tipos de conocimiento considerados, dado que en el caso del rol asociado al vecindario sí se da esa coherencia. En este caso este rol usa mayoritariamente el conocimiento social, tipo de conocimiento probablemente más utilizado por los futuros docentes en su cotidianidad que el conocimiento científico.

Por otro lado, el hecho de que el conocimiento ético y moral sea el menos utilizado en la simulación de la reunión representada en el juego de rol es una cuestión que no está en la línea con los resultados obtenidos en otros trabajos, pues la literatura indica que el alumnado apela a este tipo de conocimiento de forma mayoritaria cuando discute cuestiones sociocientíficas (Evagorou, Jimenez-Aleixandre y Osborne, 2012; Zeidler y Nichols, 2009; Zeidler, 2014). Esto puede deberse a la falta de familiaridad de los participantes con este tipo de conocimiento, o también a la organización de la implementación, según la cual los participantes conocieron sus roles con anterioridad a la representación del juego y buscaron información para preparar sus intervenciones, lo cual les permitió dar mayor peso a los datos recabados que a sus convicciones de esa índole.

Limitaciones e implicaciones educativas

A lo largo de este estudio hemos intentado caracterizar las operaciones argumentativas y los tipos de conocimiento puestos en juego por futuros docentes al implementar el juego de rol. Si bien es cierto que hemos contado con tres grupos de estudio procedentes de diferentes universidades con contextos similares para estudiar sus semejanzas y diferencias, el estudio no refleja todas las posibles variables que pueden influir en los resultados obtenidos. No obstante, y a pesar de sus limitaciones, creemos que este estudio permite avanzar en el conocimiento de cómo los docentes en formación argumentan ante una cuestión controvertida, y qué tipo de conocimiento utilizan para ello.

En cuanto a las implicaciones educativas que emergen del estudio, cabe apuntar la necesidad de hacer un mayor hincapié en el uso de recursos como juegos de rol contextualizados en controversias sociocientíficas para trabajar de forma práctica el desarrollo de una alfabetización científica verdaderamente funcional en la formación inicial del profesorado, enfatizando la gestión de la información de índole científica y el desarrollo de prácticas científicas como la argumentación. En este sentido, es necesario diseñar tareas encaminadas a enseñar a los futuros docentes, en primer lugar, a argumentar y después a trabajar operaciones argumentativas, centrándose en aquellas más complicadas y menos utilizadas para el alumnado, como la refutación, y que impliquen el uso de conocimientos para apoyar posturas, a fin de tomar decisiones consensuadas.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades-Agencia Estatal de Investigación/Proyectos EDU2017-82915R y PGC2018-094114-A-I00, así como por los proyectos PPJI2018-06 y PID18-363 financiados por la Universidad de Granada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acar, O., Turkmen, L. y Roychoudhury, A. (2009). Student Difficulties in Socio-scientific Argumentation and Decision-making Research Findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1191-1206.
<https://doi.org/10.1080/09500690902991805>
- Aikenhead, G. S. (1985). Collective decision-making in the social context of science. *Science Education*, 69(4), 453-475.
<https://doi.org/10.1002/sce.3730690403>
- Albe, V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science & Education*, 17, 805-827.
<https://doi.org/10.1007/s1191-007-9086-6>
- Archila, P. A. (2015). Using history and philosophy of science to promote students' argumentation. A teaching-learning sequence based on the discovery of oxygen. *Science & Education*, 24(9), 1201-1226.
- Archila, P. A. (2016). ¿Cómo formar profesores de ciencias que promuevan la argumentación?: lo que sugieren avances actuales de investigación. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 20(3), 399-432.
- Baytelman, A. y Constantinou, C. P. (2018). Investigating the relationship between content knowledge and the construction of ethical arguments on socioscientific issues. En O. E. Finlayson, E. McLoughlin, S. Erduran y P. Childs (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2017 Conference. Research, Practice and Collaboration in Science Education, Part 8: Scientific Literacy and Socio Scientific Issues* (co-ed. J. Alexis y M. Lindahl) (pp. 1031-1038). Dublín: Dublin City University.
- Bell, P. (2004). Promoting students' argument construction and collaborative debate in the science classroom. En M. Linn, E. Davis y P. Bell (Eds.), *Internet environments for science education* (pp. 115-143). New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Berland, L. K. y Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
<https://doi.org/10.1002/sce.20286>
- Blanco Anaya, P. y Díaz de Bustamante, J. (2014). Argumentación y uso de pruebas: realización de inferencias sobre una secuencia de icnitas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 35-52.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1009>
- Bravo-Torija, B. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2014). Articulación del uso de pruebas y el modelo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 425-442.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1281>
- Byrne, J., Ideland, M., Malmberg, C. y Grace, M. (2014). Climate Change and Everyday Life: Repertoires children use to negotiate a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 36(9), 1491-1509.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2014.891159>

- Cavagnetto, A., Hand, B. M. y Norton-Meier, L. (2010). The nature of elementary student science discourse in the context of the science writing heuristic approach. *International Journal of Science Education*, 32(4), 427-449.
<https://doi.org/10.1080/09500690802627277>
- Cakici, Y. y Bayir, E. (2012). Developing Children's Views of the Nature of Science Through Role Play. *International Journal of Science Education*, 34(7), 1075-1091.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.647109>
- Cebrián-Robles, D., España-Ramos, E. y Franco-Mariscal, J. (2018). Diseño de un juego de rol sobre un problema socio-científico relacionado con las centrales nucleares para iniciar en el activismo y el uso de pruebas a maestros de primaria en formación inicial. En C. Martínez Losada y S. García Barros (Coords.), *28 encuentros de didáctica de las ciencias experimentales. Iluminando el cambio educativo* (pp. 1241-1246). A Coruña: Universidade da Coruña.
- Christenson, N., Chang Rundgreen, S. N. y Höglund, H. O. (2012). Using the SEE-SEP Model to Analyze Upper Secondary Students' Use of Supporting Reasons in Arguing Socioscientific Issues. *Journal of Science Education and Technology*, 21, 342-352.
<https://doi.org/10.1007/s10956-011-9328-x>
- Dorion, K. R. (2009). Science through drama: A multiple case exploration of the characteristics of drama activities used in secondary science lessons. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2247-2270.
<https://doi.org/10.1080/09500690802712699>
- Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Drumond Vieira, R., da Rocha Bernardo, J. R., Evagorou, M. y Florentino de Melo, V. (2015). Argumentation in Science Teacher Education: The simulated jury as a resource for teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1113-1139.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1022623>
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). *Research in argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer.
- Evagorou, M., Jiménez-Aleixandre, M. P. y Osborne, J. (2012). «Should We Kill the Grey Squirrels?». A Study Exploring Students' Justifications and Decision-Making. *International Journal of Science Education*, 34(3), 401-428.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.619211>
- Evagorou, M. y Osborne, J. (2013). Exploring Young Students' Collaborative Argumentation Within a Socioscientific Issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 209-237.
<https://doi.org/10.1002/tea.21076>
- Furman, M., Luzuriaga, M., Taylor, I., Anauati, M. V. y Podestá, M. E. (2018). Abriendo la "caja negra" del aula de ciencias: un estudio sobre la relación entre las prácticas de enseñanza sobre el cuerpo humano y las capacidades de pensamiento que se promueven en los alumnos de séptimo grado. *Enseñanza de las ciencias*, 36(2), 81-103.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2519>
- Grace, M., Lee, Y. C., Asshoff, R. y Wallin, A. (2015). Student Decision-Making about a Globally Familiar Socioscientific Issue: The value of sharing and comparing views with international counterparts. *International Journal of Science Education*, 37(11), 1855-1874.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1054000>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Designing argumentation learning environments. En S. Erduran y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 91-115). Dordrecht: Springer.

- Jin, H., Mehl, C. E. y Lan, D. H. (2015). Developing an analytical framework for argumentation on energy consumption issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(8), 1132-1162.
<https://doi.org/10.1002/tea.21237>
- Kaya, E. (2013). Argumentation Practices in Classroom: Pre-service teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1139-1158.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2013.770935>
- Kifshe, R. (2012) Nature of Science and Decision Making. *International Journal of Science Education*, 34(1), 67-100.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199856800.003.0013>
- Kolstø, S. D., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K., Mestad, I., Quale, A., Tønning, V. y Ulvik, M. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to socioscientific issues. *Science Education*, 90, 632-655.
<https://doi.org/10.1002/sce.20133>
- Ladrousse, G. P. (1989). *Role play*. Oxford: Oxford University Press.
- Matas, A. (2003). Los juegos de rol como recurso formativo. Una aplicación en educación ambiental. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 55(2), 281-291.
- Martín-Gámez, C. y Erduran, S. (2018). Understanding argumentation about socioscientific issues on energy: a quantitative study with primary pre-service teachers in Spain. *Research in Science & Technological Education*, 36(4), 463-483.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1427568>
- McKeachie, W. J. (1986). *Teaching tips: A guidebook for the beginning college teacher*. Lexington, MA: DC. Heath & Co.
- McNeill, K. L. (2011). Elementary students' views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 793-823.
<https://doi.org/10.1002/tea.20430>
- McSharry, G. y Jones, S. (2000). Role-play in Science teaching and learning. *School Science Review*, 82, 73-82.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (2014). *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. Madrid: MECD. Obtenido de <https://www.boe.es/boe/dias/2014/03/01/pdfs/BOE-A-2014-2222.pdf>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (2016). *PISA 2015. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español*. Madrid: MECD. Obtenido de http://iaqse.caib.es/documentos/avaluacions/pisa/pisa_2015/pisa_2015_preliminar_espanya.pdf
- National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K12 Science Education: practices, crosscutting concepts and core ideas*. Washington DC: National Academy Press.
- OECD (2017). *PISA 2015. Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition*. París: OECD Publishing.
- Osborne, J. (2012). The role of argument: Learning how to learn in school science. En B. J. Fraser, K. Tobin y C. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 933-949). Dordrecht: Springer.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S. y Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82(301), 63-70.
- Osborne, J., Erduran, S. y Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
<https://doi.org/10.1002/tea.20035>

- Real Decreto 126/2104, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, BOE núm. 52, de 1 de marzo de 2014, pp. 19349-19420.
- Ryu, S. y Sandoval, W. A. (2015). The influence of group dynamics on collaborative argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(2), 335-351.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1338a>
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513-536.
<https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Schreier, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. Londres: Sage.
- Simonneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education*, 23(9), 903-927.
<https://doi.org/10.1080/09500690010016076>
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Wesselink, R., Dekker-Groen, A. M., Biemans, H. J. A. y Mulder, M. (2010). Using an instrument to analyse competence-based study programmes: Experiences of teachers in Dutch vocational education and training. *Journal of Curriculum Studies*, 42(6), 813-829.
<https://doi.org/10.1080/00220271003759249>
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research, and practice. En N. G. Lederman y S. K. Abel (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, volumen II (pp. 711-740). Routledge.
- Zeidler, D. L. y Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
<https://doi.org/10.1007/bf03173684>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.
<https://doi.org/10.1002/sce.20048>
- Zohar, A. y Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 35-62.
<https://doi.org/10.1002/tea.10008>

Learning argumentation through role-playing: should we install a nuclear deposit?

Beatriz Crujeiras-Pérez

Departamento de Didácticas Aplicadas, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, A Coruña, España
beatriz.crujeiras@usc.es

Naira Díaz-Moreno

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia, Murcia, España
nc.diazmoreno@um.es

Carolina Martín-Gamez

Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y las Ciencias Experimentales, Universidad de Málaga, Málaga, España
cmartin@uma.es

Alicia Fernández-Oliveras

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada, Granada, España
alilia@ugr.es

This paper analyses the argumentative operations performed by pre-service teachers during a role play about setting down a nuclear waste deposit in the facilities of the campus. The research questions are: 1) Which argumentative operations do pre-service teachers perform during the role play?, and 2) what types of knowledge do participants include in their arguments to reach an agreement on the installation of the nuclear waste deposit?

The participants are 112 undergraduate students from three Spanish universities in different years of Pre-school and Primary Teacher Training degrees. The role play performance consists of simulating a meeting among the members of the different groups involved in the nuclear deposit issue. In this meeting the participants have to state their position in favour or against the nuclear waste deposit. The collectives involved are central or national administration (CA), local and university administration (AL), management company of the deposit (EM), scientists in charge of the installation (C), neighbours and campus users (V) and environmental associations (EC). The roles are associated to the collectives involved. They are predefined prior to the simulation and shared with students a week before the performance so that they can search for information and prepare their interventions. Each role is represented by a small group of pre-service teachers.

Data collection includes video recordings of the role play that collects small groups' interventions exposing their adopted role, defending their position and trying to reach agreements. The data collected are transcribed and examined through qualitative content analysis. For the analysis we use two coding frameworks, one for each research question, as well as the coding done with the ATLAS.Ti software.

For the analysis of argumentative operations carried out during the role play we adapt Ryu and Sandoval's (2015) framework that involves four dimensions and their corresponding subcategories: assertion, opposition, justification and agreement. As for the types of knowledge, we follow Christenson, Chang Rundgreen y Höglund's (2012) proposal that involves scientific and technological, environmental, moral/ethical and economical knowledge.

The results for the first research question show that the data are examined in terms of the positionings. The main findings suggest that the pre-service teachers are more likely to perform argumentative operations in favour than against the deposit. Furthermore, the type of argumentative operations does not vary in terms of their positions, since the most frequent ones are those related to justification and assertion in both positions. However, the participants show difficulties for using other argumentative operations such as those related to refutations and persuasion, as highlighted in other studies from literature. Regarding the three contexts of analysis, only participants from one university are able to develop scientific-based justifications.

For the second research question, pre-service teachers use mainly social and scientific-technological knowledge in their argumentative operations. However, there are differences according to the role performed, since social knowledge is more frequent in the role of neighbours' operations, whereas the scientific-technological one is used in the management company's utterances.

These findings suggest that the role play is a good resource for engaging students in socio-scientific argumentation and for applying interdisciplinary knowledge. However, there is still a need of training in pre-service teacher education, since they need to learn first how to argue and then how to perform argumentative operations, especially with those which are more complex and less used, such as refutation or persuasion so that they learn how to make informed decisions.