

¿Qué discursos argumentativos construye el alumnado ante un problema relacionado con la procedencia de una partida de miel? Un estudio de caso en la formación inicial docente

María José Sáez-Bondía

Universidad de Zaragoza. IUCA, msaezbo@unizar.es

Resumen: Son numerosos los trabajos que utilizan adaptaciones del diagrama de Toulmin para evaluar la calidad de los discursos argumentativos elaborados por el alumnado. No obstante, la presencia de estos trabajos en la formación inicial docente es menor y más, si se piensa en su evaluación para plantear mejoras en secuencias basadas en la resolución de problemas. Este trabajo, enmarcado en un estudio de caso, evalúa la calidad de los discursos argumentativos escritos elaborados por docentes en formación inicial. La secuencia planteada presenta un problema relacionado con la procedencia de una partida de miel que tiene un apicultor novel. En el proceso el alumnado busca estrategias para dar respuesta al problema, recoge datos y los interpreta para llegar a una conclusión. Tras trabajar sobre los elementos de un discurso argumentativo, se pide que elaboren una carta para dar respuesta al apicultor. Dichas cartas fueron analizadas siguiendo una adaptación del diagrama de Toulmin transformada en una plantilla de análisis. Los resultados muestran que el alumnado es capaz de conectar adecuadamente los datos con las conclusiones, pero se observa la presencia de justificaciones poco fundamentadas o la ausencia argumentos. Derivado de estos resultados, se evalúan las limitaciones de la propuesta aplicada y se proponen algunas mejoras para promover para el desarrollo de destrezas argumentativas.

Palabras clave: argumentación, polinizadores, prácticas científicas, formación inicial docente.

Title: What argumentative discourses do students construct when faced with a problem related to the origin of a batch of honey? A case study in preservice teacher training.

Abstract: There are numerous studies that use adaptations of Toulmin's diagram to assess the quality of argumentative discourse produced by students. However, the presence of these studies in initial teacher training is less common, especially if we consider their evaluation in order to propose improvements in sequences based on problem-solving. This work, framed in a case study, evaluates the quality of written argumentative discourses produced by teachers in

initial teacher training. The sequence presents a problem related to the origin of a batch of honey that a novice beekeeper has. In the process, students look for strategies to answer the problem, collect data and interpret them in order to reach a conclusion. After working on the elements of an argumentative discourse, they are asked to write a letter in response to the beekeeper. These letters were analysed following an adaptation of the Toulmin diagram transformed into an analysis template. The results show that students are able to adequately connect the data with the conclusions, but the presence of poorly substantiated justifications or the absence of arguments is observed. Derived from these results, the limitations of the applied proposal are evaluated and some improvements are proposed to promote the development of argumentative skills.

Keywords: argumentation, pollinators, scientific practices, preservice teacher training.

Introducción

Desde la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales, parece existir un consenso cada vez más amplio en plantear la enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde la participación de los estudiantes en el desarrollo de prácticas científicas (National Research Council (NRC), 2012; Osborne, 2014; Crujeiras y Jiménez-Aleixandre, 2015; García-Carmona, 2020). Este enfoque parte de la idea de aprender ciencias llevando a cabo actividades similares a las que realizan los científicos y científicas, en las que se conecten las destrezas científicas con conocimientos científicos y metacientíficos (García-Carmona, 2021). De este modo, se pretende promover una formación integral del alumnado que le permita la comprensión del mundo y el análisis y valoración de los problemas socio-ambientales que presenta y que le capacite para desenvolverse en él y para participar en su mejora (Pujol, 2003).

El NRC (2012) propone ocho elementos como esenciales dentro del desarrollo de las prácticas científicas entre los que se encuentra el análisis e interpretación de datos, la obtención, evaluación y comunicación de la información o la elaboración de argumentos basados en pruebas. Así, estos elementos se relacionan directa o indirectamente con la argumentación, pudiéndose considerar como una práctica científica (Jiménez-Aleixandre y Eduram, 2008; Berlan y Rieser, 2011; Eduran, Ozdem y Park, 2015).

La argumentación es una práctica compleja que incluye la evaluación del conocimiento a través de la combinación de los datos y pruebas existentes con modelos teóricos relevantes (Jiménez-Aleixandre y Eduram, 2008). La argumentación, como práctica científica, ayuda a desarrollar una mejor comprensión de los modelos científicos, puede ofrecer una visión de la ciencia como proceso de construcción de conocimiento y no como producto acabado y puede contribuir en la formación de ciudadanos críticos que sean capaces de valorar entre diferentes argumentos (Sardá y Sanmartí, 2000).

A nivel general, para el desarrollo de esta práctica científica en el aula pueden plantearse dos enfoques que podemos denominar como explícitos o

implícitos. El enfoque explícito consiste en que el alumnado, inicialmente, conozca los elementos del discurso argumentativo para, después, argumentar. El implícito se plantea desde el desarrollo de experiencias de enseñanza que invitan a la producción de discursos argumentativos (Revel Chion, Díaz Guevara y Adúriz-Bravo, 2021).

Así, las actividades bajo las que se inscribe la argumentación pueden ser de carácter teórico o empírico y pueden enmarcarse en: (1) la evaluación de argumentos con el uso de diferentes modelos explicativos; (2) el análisis de problemas socio-científicos o (3) la conexión entre datos y conclusiones de forma fundamentada para dar respuesta a una pregunta científicamente orientada (Cebrián-Robles, Franco-Mariscal y Blanco-López, 2018; Fraize, Husain y Nisar, 2018).

No cabe duda de la importancia que tiene trabajar esta práctica científica en las aulas y, por ese motivo, introducirla en la formación inicial del profesorado es fundamental. El conocimiento del docente sobre qué es la argumentación en ciencias puede determinar el modo en el que un futuro trabajará esta práctica en sus aulas (Sampson y Blanchard, 2012; Wess, Priemer y Parchmann, 2023). Los docentes no solo deben conocer la naturaleza de la argumentación y aprender a argumentar. Además, deberían tener en consideración las dificultades con las que se pueden encontrar sus estudiantes para, después, transformar esas ideas en actividades de enseñanza (Jiménez-Aleixandre y Evangorou, 2018). Así, un punto inicial, puede ser trabajar con los maestros y maestras en formación inicial esta práctica científica realizando actividades que inviten a argumentar (Cebrián-Robles et al., 2018).

En un reciente análisis sistemático sobre las habilidades de argumentación en los programas de formación docente, se enfatiza en la necesidad de la realización de estudios enmarcados en la formación inicial docente del profesorado en los que se evalúen situaciones concretas en el desarrollo de habilidades de argumentación (Wess et al., 2023). Dada la necesidad de más trabajos que exploren este contexto, el presente trabajo evalúa la calidad de los discursos argumentativos construidos por un grupo de maestros y maestras de educación primaria en formación inicial. Estos discursos fueron construidos en el contexto de una secuencia de actividades que pretende dar respuesta a una pregunta relacionada con la procedencia de una partida de miel.

Fundamentación teórica

La estructura de la argumentación y su evaluación

Desde su visión epistémica, numerosos autores toman como referencia el diagrama propuesto por Toulmin como herramienta de enseñanza y aprendizaje de destrezas argumentativas o como instrumento para evaluar el discurso argumentativo dado por los estudiantes (Fraize et al., 2018). Este esquema es utilizado bien en sus versiones simplificadas, donde se establecen relaciones entre los datos y conclusiones a través de una justificación, o bien en formatos más complejos en los que se introducen elementos a la estructura argumentativa como las ventajas, inconvenientes o ejemplificaciones (Sardá y Sanmartí, 2000; Bravo y Jiménez-Aleixandre,

2014; Cebrián-Robles et al., 2018).

La evaluación de los discursos argumentativos a partir de su estructura ha sido planteada tanto en contextos escolares, para que el alumnado aprenda a argumentar, como desde la investigación.

Desde el punto de vista escolar, Domenèch-Casal (2022) propone una lista de comprobación simplificada para ayudar a evaluar las argumentaciones. Dicha lista incorpora como elementos objeto de evaluación los datos, la justificación o garantía, la fundamentación o respaldo, la conclusión, la refutación (o contraargumento) y el uso de calificadores modales que aportan información sobre la certidumbre de la conclusión. Para cada uno de ellos incorpora ítems que permiten valorar la calidad del discurso argumentativo, enfatizando en la importancia de que los datos aportados deberían ser específicos, fiables y suficientes.

Desde la investigación y la evaluación de los argumentos recogidos en textos escritos por el alumnado de Educación Secundaria, Sardá y Sanmartí (2000) proponen un instrumento que incorpora dos niveles de análisis. Dicho instrumento ha sido empleado con posterioridad por Martínez-Bernat, García-Ferrandis, y García-Gómez (2019) para evaluar la calidad de los discursos argumentativos sobre la conservación de la biodiversidad. De forma resumida, el análisis de la calidad argumentativa que emplean estos autores valora los componentes y su orden, la coherencia existente entre hechos y conclusiones, la pertinencia de la justificación aportada y la relevancia de los argumentos dados, sintetizados en la tabla 1.

Nivel	Ítems	Indicadores
Anatomía del texto	Validez formal	Incorpora en el discurso, de forma implícita o explícita los siguientes elementos: datos, conclusiones, justificaciones y uno de los tres argumentos (ventaja, inconveniente o comparación).
	Secuencia textual	Presenta conectores entre los elementos incluidos.
	Conectores	Uso adecuado de los conectores utilizados.
Fisiología del texto	Concordancia hechos y conclusión	Existe coherencia entre los datos/hechos y la conclusión.
	Aceptabilidad de la justificación principal	Las razones dadas son pertinentes y coherentes en relación con el conocimiento científico o el conocimiento empírico construido.
	Relevancia de los argumentos	La ventaja, inconveniente o comparación incorporados ayudan a persuadir y son pertinentes.
	Ejemplificación	El ejemplo, que conecta el conocimiento científico con la vida cotidiana, es pertinente.

Tabla 1. Síntesis de elementos para la evaluación del discurso argumentativo considerados por Sardá y Sanmartí (2000) e indicadores de calidad.

Las abejas y su miel: un contexto cotidiano

Las abejas son insectos responsables de la polinización de numerosas especies vegetales y de la obtención directa o indirecta de muchos de los alimentos que llegan a nuestros hogares. Entre ellos, producen la miel. La problemática relacionada con el peligro de desaparición de los polinizadores ha hecho que esta temática genere interés en la investigación e innovación en didáctica de las ciencias. Se trata de una situación que permite trabajar en contexto asuntos que intersectan la ciencia con la sociedad y que puede ser enfocada desde la argumentación y construcción de modelos (Puig, 2015; Puig y Evangorou, 2020; Puig y Gómez, 2021), la gamificación (López-Carrillo et al., 2020) o la resolución de problemas (Ruiz-Zapata et al., 2008).

La mayoría de las propuestas planteadas parten de secuencias de aprendizaje que, bajo el contexto de la pérdida de polinizadores, presentan diferentes subcontextos sobre los que ir modelizando el papel de las abejas o de los polinizadores dentro de los ecosistemas, ampliando su papel a una visión más sistémica (López-Carrillo et al., 2020; Puig y Evangorou, 2020). De entre las estrategias incluidas en las secuencias localizadas en la literatura, el análisis polínico de la miel constituye un elemento común en casi todas ellas con el objetivo de vincular el trabajo de las abejas con el ecosistema en el que habitan.

Cuando se trata de contextualizar una secuencia de actividades, existe una tensión entre el contexto y el contenido científico a abordar (Sanmartí y Márquez, 2017). Resulta complejo construir un modelo amplio sobre un determinado contenido a partir de un mismo contexto. Esto implica, bien responder solo al problema en ese contexto y los conceptos implicados en el mismo o bien introducir varios contextos con cierta relación que permitan ir ampliando el modelo (Marchán-Carvajal y Sanmartí, 2015). Así, tal y como se detalla en el siguiente apartado, se optó por plantear la secuencia bajo un único contexto.

Metodología

El estudio presentado se enmarca en un estudio de caso de tipo exploratorio en el que se evalúan los discursos argumentativos construidos por estudiantes del Grado de Magisterio en Educación Primaria para dar respuesta a una pregunta referida a la procedencia de una partida de miel. Los estudios de caso tratan de comprender una situación educativa (caso) en los que los límites con el contexto en el que se inscribe son difusos (Simons, 2011). Así, en este trabajo el caso hace referencia a la evaluación de los discursos argumentativos construidos en el contexto de una secuencia de actividades en la que los maestros y las maestras en formación inicial participantes utilizan diferentes estrategias para responder a la problemática planteada.

Contexto del estudio

La evaluación de los argumentos dados por los participantes en el estudio parte de una secuencia de actividades centradas en la resolución de un problema abierto sobre la procedencia de dos muestras de miel. En el

estudio participaron 51 estudiantes del grado de Magisterio en Educación Primaria de una universidad española (20 chicas y 31 chicos) que trabajaban en equipos de tres y cuatro personas, formando un total de 14 equipos. Uno de los productos finales de la secuencia era la elaboración de un texto argumentativo que diese respuesta a la pregunta de partida. Dicho texto fue elaborado grupalmente.

Previo al desarrollo de esta actividad no se había mencionado explícitamente ningún aspecto relacionado con la argumentación. No obstante, en la secuencia de actividades anterior se introdujo el diagrama de Toulmin con sus elementos esenciales como base orientativa para redactar las conclusiones de una investigación anterior.

La secuencia presentada tuvo una duración de 5 horas presenciales y se estructuró en las fases que se presentan en la Tabla 2. El objetivo era que el alumnado participante conociera algunas de las consecuencias de la elaboración de la miel por parte de las abejas, así como el proceso a partir del cual obtienen este producto. A nivel general se pretendía que los conociesen que: 1) la miel que producen las abejas es el resultado del procesamiento del néctar de las flores y es su fuente de alimentación principal. En la miel se pueden encontrar restos de polen procedente de las flores de las que han obtenido el néctar; 2) dependiendo de la vegetación cercana al emplazamiento donde se sitúan las abejas y de la fenología de dicha vegetación, las abejas producen mieles con características organolépticas diferentes (diferentes colores, texturas, sabores.); 3) el polen de la vegetación que poliniza las abejas puede observarse con ayuda de un microscopio y la realización de un estudio polínico de la miel, dándonos pistas sobre el ecosistema de las zonas próximas a dónde habitan las abejas. Asimismo, en el desarrollo de la secuencia el alumnado trabajaba destrezas científicas asociadas principalmente a las siguientes prácticas científicas: diseñar estrategias para dar respuesta a la pregunta, recoger datos e interpretarlos, construir explicaciones, argumentar a partir de pruebas y, obtener evaluar y comunicar información.

Fases	Resumen de las tareas realizadas
Fase 1. Presentación del problema y pregunta	Se plantea un problema contextualizado que trata de conocer la procedencia de una partida de miel.
Fase 2. Discusión de estrategias	Emergen preguntas sobre información necesaria para responder a la pregunta: ¿Qué vegetación hay en la zona? Se plantean estrategias para responder a la pregunta: análisis organoléptico y polínico de la miel y comparación de datos.
Fase 3. Recogida de datos	Entrevista con el apicultor de la zona. Estudio comparativo con otras mieles similares. Análisis organoléptico y polínico de las muestras.
Fase 4. Análisis e interpretación de datos	Valorar los diferentes datos obtenidos para tratar de dar respuesta a la pregunta de partida.
Fase 5. Conclusiones y comunicación	Redacción del proceso, lectura de un extracto de Sardá y Sanmartí (2000) sobre la estructura de un texto argumentativo y redacción de carta argumentativa al apicultor dado una posible solución a su problema.

Tabla 2. Resumen de la secuencia trabajada

En la primera fase se presentó el problema al alumnado participante. Un apicultor novel de la zona y conocido por la docente produjo en la temporada anterior miel con dos aspectos muy diferentes. Una era de un color blanco-amarillento, mientras que la otra era muy oscura (Figura 1, a). El apicultor dispone de dos asentamientos donde habitan sus abejas. No recuerda en qué asentamiento ha obtenido cada miel. Le interesa saberlo, ya que está comenzando la temporada y quiere conseguir producir más miel oscura. Pide ayuda al alumnado sobre el emplazamiento al que debería mover sus colmenas para producir esa miel.

Tras ello, durante una sesión de dos horas se discutieron las posibles acciones a llevar a cabo para poder ayudar al apicultor (Fase 2). De entre las demandas planteadas surgía la necesidad de preguntarle al apicultor sobre detalles relacionados con las abejas y las características de los asentamientos (lugares donde se podían encontrar). Algunas de las cuestiones que emergieron estaban relacionadas con posibles variables a tener en cuenta para ayudarlo a resolver el problema: ¿la flora en ambas zonas era igual?, ¿se recogió la miel en la misma época del año?, ¿el color de la miel es diferente según las plantas? Otras preguntas planteadas tenían menos relación con el problema planteado, pero estaban vinculadas a la temática: ¿cómo se comunican las abejas?, ¿son todas las abejas iguales?, ¿cómo de necesarias son las abejas para la existencia del planeta? Dada la unanimidad del grupo en la necesidad de conocer esa información para poder seguir pensando en las estrategias para dar respuesta a la pregunta del apicultor, se decidió contactar con el apicultor a través de una videollamada.

Durante la videollamada, el apicultor describió cómo se organiza una colmena, el papel de la reina, los zánganos y las obreras en el funcionamiento de la misma, así como las repercusiones que tenía su trabajo sobre las zonas próximas. Comentó que ambas muestras habían sido recogidas a finales de primavera del año anterior. Los asentamientos donde tiene a las abejas están relativamente distanciados y en la zona existe vegetación diferente (Tabla 3). Ante la pregunta sobre la posible relación entre la vegetación y el color de la miel, no aportó mucha información. Tan solo que las plantas más aromáticas se solían asociar con una coloración más clara de la miel.

Zona 1	Zona 2
Almendro (<i>Prunus dulcis</i>)	Encina (<i>Quercus ilex ilex</i>)
Viñas (<i>Vitis vinífera</i>)	Carrasca (<i>Quercus ilex ballota</i>)
Olivos (<i>Olea europaeae</i>)	Zarzas (<i>Rubus spp.</i>)
Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	Ginesta (<i>Retama vulgar</i>)
Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)
Otras aromáticas	Brezo (<i>Calluna vulgaris</i>)

Tabla 3. Vegetación predominante en cada zona declarada por el apicultor. Entre paréntesis, nombre científico.

Una vez recopilada la información se pasó a discutir sobre las estrategias a seguir para ayudar al apicultor. De entre ellas se propuso:

1) localizar si en alguna tienda que vendan miel sale la "composición" (de qué vegetación procede esa miel) y compararla, a partir de sus

características organolépticas, con las dos muestras. Este estudio analizando la coloración, sabor, cristalización, textura también se podría realizar comparándolo con información fiable localizada en artículos y libros. Es decir, realizando un análisis organoléptico y comparando las similitudes con las características de otras mieles, deducir la zona de donde procede cada una de ellas;

2) analizar el polen que contiene la miel. Para ello era necesario conocer el procedimiento a utilizar y encontrar cómo es el polen de las plantas citadas por el apicultor. Para ello se localizó el trabajo de Cardellach (2020) donde se recogían fotografías de los diferentes pólenes que se podrían encontrar en las muestras de miel. Se estableció un protocolo sencillo para realizar el análisis polínico basado en la centrifugación de una pequeña muestra de miel disuelta en agua templada y la observación directa con el uso del microscopio óptico (Figura 1, b y c).

En el laboratorio se procedió a realizar las estrategias propuestas para la obtención de datos que permitiesen dar una respuesta al apicultor (Fase 3). Para la realización del análisis organoléptico, cada grupo de estudiantes acordó una serie de criterios a valorar atendiendo a la información consultada sobre algunas características de algunos tipos de miel monoflorales, sintetizando la información con el uso de tablas. Respecto al análisis polínico, cada grupo observaba las muestras preparadas e identificaba, por comparación con las fotografías presentes en el trabajo de Cardellach (2020), el polen presente en cada muestra de miel (Figura 2).

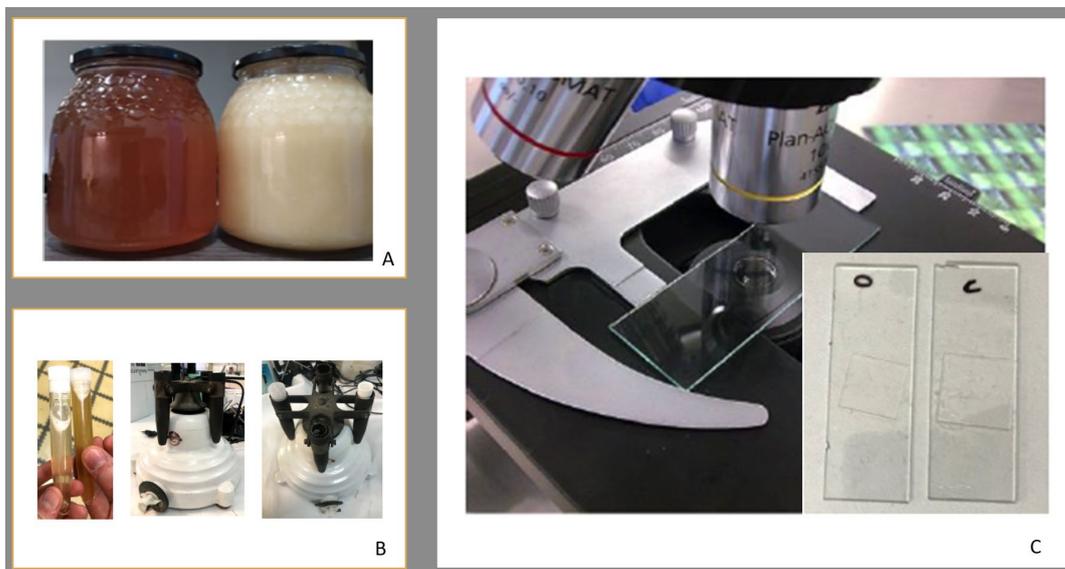


Figura 1. a) Muestras de mieles “problema”; b) procedimiento de preparación de las muestras para el análisis polínico con el uso de una antigua centrifugadora; c) identificación de muestras para observar el polen en el microscopio.

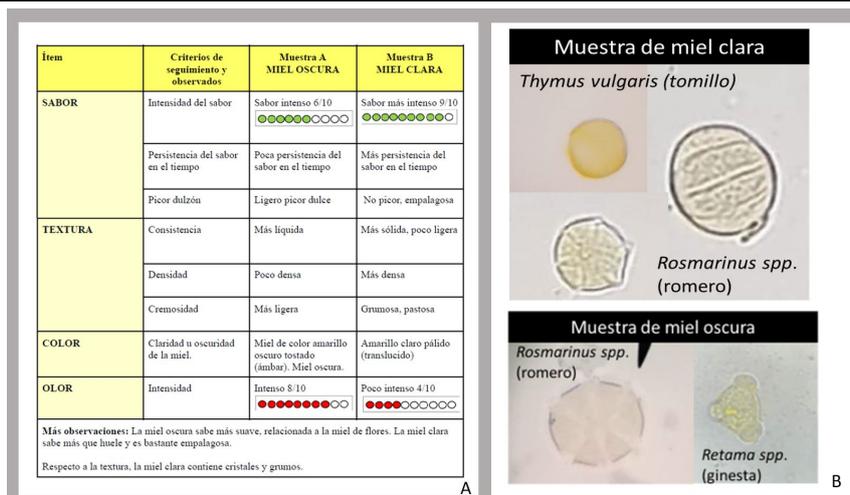


Figura 2. a) Tabla elaborada por un grupo tras el análisis organoléptico; b) fotografías realizadas por un grupo de estudiantes de los granos de polen identificados en las muestras.

Una vez recopilados los datos sobre las diferencias entre las dos muestras y su posible relación con la zona, se discutió con el grupo-clase sobre los aspectos que habían suscitado dudas para dar respuesta al apicultor: (1) el romero se observaba en las dos muestras y, por experiencia de algunos de los estudiantes, asociaban que la miel de romero era clara, aspecto que generó dudas; (2) había polen que no coincidía con ninguno de los vegetales citados por el apicultor, como el que aparentemente procedía de la jara (*Cistus spp.*); (3) a unos pocos estudiantes no les encajaba que la miel oscura fuese recogida en la época que el apicultor comentó, porque por la zona donde habían visto retama, su floración comenzaba más cerca del verano. Algunas de estas observaciones, que cuestionaban la fiabilidad de los datos aportados por el apicultor, fueron introducidas intencionalmente para que la respuesta dada a la pregunta no se pudiese responder únicamente con el uso de una prueba. Es decir, con los datos obtenidos en el análisis polínico. Por ejemplo, es difícil que en una misma zona se pueda localizar brezo y romero, debido a las diferentes necesidades que poseen estas plantas o que no toda la vegetación citada por el apicultor es aprovechada por las abejas para su alimentación.

Tras ello, durante la fase 4, se propuso al alumnado participante la realización de un informe con todo el proceso seguido y la redacción de una carta al apicultor dando argumentos sobre el lugar donde debería mover sus colmenas para producir más miel oscura. Para la redacción de la carta se presentó al alumnado el ejemplo de estructura argumentativa que utilizan Sardá y Sanmartí (2000) y se aportó un extracto simplificado de este trabajo en el que se indican las características de la "calidad" de un texto argumentativo. A partir de ello, de forma autónoma cada grupo de estudiantes elaboró el informe y la carta que debía enviar al apicultor con la respuesta.

Instrumento y procedimiento de análisis de los datos del caso

Para evaluar la calidad argumentativa de las cartas escritas por los 14 equipos, se utilizó como herramienta de recogida de la información los

informes completos elaborados por cada uno de los grupos. Aunque se analizó la carta final, el resto de los apartados del informe donde recogían información sobre las estrategias empleadas, los datos obtenidos y su interpretación, fue considerada para comprender información aparentemente contradictoria en relación con los datos obtenidos y declarados en la carta. Por ejemplo, algunos grupos en la carta hacían referencia al número de zona, sin especificar las especies vegetales presentes, observándose inicialmente incoherencias entre los datos obtenidos y la conclusión, pero relacionado con lo que quedaba reflejado en otras partes del informe, donde se observaba que habían cambiado la numeración de las zonas.

Para el análisis de las cartas elaboradas, en un primer paso, se identificaron los componentes del discurso, incorporando la información contenida junto con los conectores empleados (véase ejemplo en la Figura 3). Tras ello, se procedió al análisis de las cartas con el uso de una plantilla de análisis adaptada (Tabla 4), atendiendo a los criterios propuestos por Sardá y Sanmartí (2000) y Domenèch-Casal (2022). Dicha lista permite valorar en qué medida el alumnado participante contempla en el discurso construido cada uno de los elementos y su pertinencia.

Referido a...	Indicadores	Equipo		
		1	2	...
Validez formal	Incorpora en el discurso, al menos, un dato, la conclusión, una justificación y un argumento			
Concordancia entre datos y conclusión	Los datos son específicos de la conclusión que indican. Es decir, apoyan esa interpretación más que cualquier otra.			
	Los datos son suficientes como prueba para la conclusión. Es decir, se presentan datos de diferente naturaleza sin ignorar o dejar de comprobar otros datos disponibles.			
	Los datos se ofrecen completos, y no de forma sesgada para favorecer la conclusión. Es decir, son fiables.			
Aceptabilidad de la justificación	La justificación no se basa únicamente los datos que se aportan o se obtienen. Es decir, no es tautológica.			
	La justificación es aceptada y consensuada por la comunidad. Es coherente con el conocimiento sobre el tema.			
	La justificación es pertinente. Es decir, apoya la relación entre datos y conclusión			
Relevancia de los argumentos	La ventaja, inconveniente o comparación incorporados ayudan a que la conclusión gane validez. Es decir, valora las certidumbre y limitaciones de la conclusión obtenida y/o incorpora razones que apoyan que los datos obtenidos son suficientes para llegar a la conclusión, comparándolo con otros datos o informaciones.			
	La ventaja, inconveniente o comparación son pertinentes. Es decir, apoyan la relación entre los datos y la conclusión.			

Tabla 4. Plantilla de análisis construida para evaluar los discursos argumentativos construidos por los diferentes grupos de trabajo e indicadores que contiene.

En la Figura 3 se incluye un ejemplo de análisis de uno de los equipos. En

ella, se muestra el proceso de transformación de los datos, desde la carta inicial elaborada (A), su transformación para identificar los elementos del discurso argumentativo que incorpora (B) y el análisis con el uso de la plantilla (C). En dicho análisis se sombrea en gris aquellos indicadores que cumple el discurso construido.

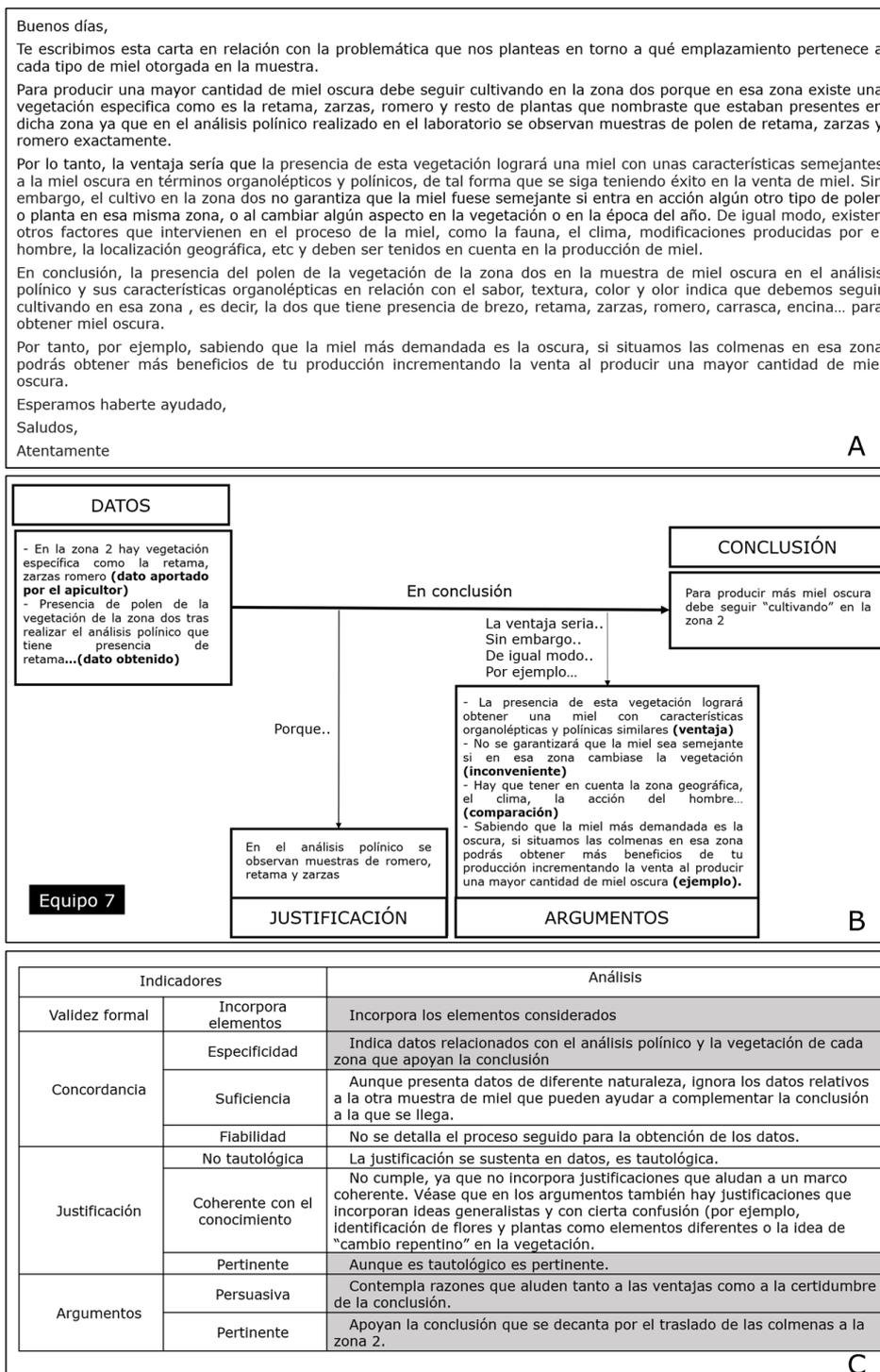


Figura 3. Proceso de análisis aplicado a las cartas elaboradas por los equipos. A. Carta original elaborada por uno de los equipos. B. Transformación de la carta para identificar los elementos del discurso argumentativo. C. Uso de la plantilla de análisis. En ella aparece sombreado en gris los indicadores que se cumplen.

Una vez realizado el análisis de todos los equipos, se unificaron los datos para valorar en qué medida la actividad planteada contribuye en la calidad de los discursos argumentativos construidos por el alumnado.

Resultados

Las cartas elaboradas por cada uno de los equipos muestran que, a nivel general, la calidad de sus argumentos puede ser considerada como media-baja, observándose una media de cumplimiento de indicadores de cinco sobre nueve. No obstante, es necesario realizar una valoración referida a las circunstancias derivadas de los resultados observados. Para ello, se han incorporado los resultados obtenidos en la Tabla 5, donde se muestran los indicadores alcanzados por cada equipo y el número total de equipos que en su discurso se ve reflejado ese indicador.

Indicadores		Equipos														N
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Validez formal	Incorpora elementos	■		■			■	■	■	■	■	■		■		9
Concordancia	Especificidad	■	■	■	■		■	■	■			■	■	■	■	12
	Suficiencia		■		■		■		■			■			■	7
	Fiabilidad		■		■		■		■			■				6
Justificación	No tautológico	■	■	■					■	■	■		■	■	■	9
	Coherente con el conocimiento	■	■	■					■	■	■		■	■	■	8
	Pertinente							■	■	■	■		■	■	■	7
Argumentos	Persuasivo	■		■			■	■				■		■		6
	Pertinente	■		■			■	■	■	■	■		■		■	9

Tabla 5. Resultados del análisis de los discursos de cada equipo (se muestra en gris los equipos que cumplen el indicador contemplado).

En cuanto a la validez formal, nueve de los equipos contemplan en sus cartas datos, justificaciones, conclusión y argumentos. Sin embargo, el resto de los equipos no incorporan alguno de estos elementos, siendo, en esos casos, predominante la ausencia de argumentos. El equipo cinco no emite conclusiones, aportando datos empíricos y teóricos sin responder al problema. En el caso del equipo cuatro se observa una interpretación relacionada con los argumentos dados y su carácter persuasivo que no aporta valor a la conclusión. Por tanto, no puede ser considerado como un argumento. El equipo trata de convencer al apicultor con un mensaje propagandístico que no aporta ninguna razón (*"con un par de botes de miel clara y una visita a su centro de producción y almacenamiento nos bastará como incentivo para seguir investigando en otra ocasión si nos necesita"*). Es decir, parecen haber interpretado que los argumentos se tratan de

mensajes persuasivos que no necesariamente tienen que estar conectados con las conclusiones. El resto de los equipos no incorporan en sus discursos argumentos.

Respecto a la concordancia entre datos y conclusiones, se observa que un alto número de los equipos utilizan datos coherentes para la interpretación realizada. Se trata de un aspecto esperable, ya que el proceso de obtención de algunos datos fue discutido y realizado por el propio alumnado. No obstante, predominan como datos los obtenidos tras la realización del análisis polínico, obviando otros también necesarios para apoyar la conclusión (por ejemplo, la vegetación supuestamente presente en cada zona). Este hecho hace que haya menos equipos que aporten los datos suficientes como pruebas para la conclusión. En cuanto a la fiabilidad de los datos, menos de la mitad de los equipos describen con detalle los datos y el modo en el que han sido obtenidos: incorporan fotografías de los granos de polen observados como prueba y, en algunos casos, valoran la certidumbre de los datos obtenidos dada la dificultad del proceso de identificación. Es decir, conectan el proceso seguido para la obtención de datos con argumentos que dan certidumbre a la conclusión (*"es un poco complicado observar (e identificar) el polen (...) y nos hemos podido equivocar, pero pensamos que se puede conseguir más miel oscura en la zona 2, concretamente de retama"*).

Respecto a las justificaciones aportadas, se observa la presencia de tautologías en cuatro de los equipos, utilizando los propios datos como justificación, sin conectarlo con las ideas científicas asociadas. Estas justificaciones se relacionan con el "descarte" de una de las muestras, al observar polen no presente en una de las zonas (*"si la miel oscura tiene retama, entonces la clara tiene que ser de la zona 1"*).

Solo un equipo incorpora justificaciones que no son coherentes con el conocimiento científico, aunque, tal y como se ha mostrado en el ejemplo, algunos de los argumentos dados, también plantean ideas alejadas del conocimiento científico asociadas a la reproducción de las plantas (por ejemplo, confusión entre polen y néctar o la consideración de plantas y flores como organismos diferentes). Así, las principales justificaciones dadas se centran en dos ideas: (1) el tipo de miel que se obtiene tiene relación con la vegetación próxima al lugar donde están las abejas; (2) que la miel contiene polen de las flores de las que las abejas han obtenido su néctar para producir la miel. Otras ideas que surgen hacen referencia a la cristalización de la miel, justificando que la temperatura tiene influencia, pero que la cantidad de azúcar también favorece la presencia de más cristales. No obstante, esas justificaciones son, en ocasiones, poco pertinentes para la conclusión que consideran algunos de los equipos.

Por último, todos los equipos aportan argumentos que son pertinentes. Es decir, que apoyan la conclusión. Sin embargo, muchos de estos argumentos únicamente comparan los datos obtenidos de cada una de las muestras tratando de mostrar la suficiencia de los datos obtenidos, pero sin dar nuevas razones. Por ejemplo, redactado los datos obtenidos de otro modo (*"por ello, hay que evitar las zonas donde haya encina, carrasca y zarzas si se quiere fabricar miel clara"*). Seis grupos incorporan argumentos relacionados con las limitaciones de las pruebas realizadas u otros aspectos

externos (clima, época del año, cambio en la demanda de los consumidores) que pueden afectar a las conclusiones, favoreciendo que la conclusión gane validez (*"la demanda de miel blanca podría aumentar y entonces no tendrías suficientes recursos si mueves todas las colmenas a la zona 2"*).

Discusión de los resultados y conclusiones

El presente trabajo analiza los discursos argumentativos elaborados por un grupo de maestros y maestras en formación inicial en el contexto de una actividad que plantea un problema relacionado con la procedencia de una partida de miel. El problema planteado trataba de generar una situación con cierta controversia en la que hiciese falta más de una prueba para poder llegar a una conclusión. Para ello, se planteó la elección de mieles aparentemente diferentes, pero que podían contener restos de polen de las mismas especies vegetales. Además, en los datos que aportó el apicultor se incorporaban informaciones incompletas o parcialmente correctas que pretendía hacer que el alumnado se cuestionase la fiabilidad de alguno de estos datos aportados.

Además, la secuencia planteada incorporaba el planteamiento y uso de estrategias por parte del alumnado para recoger datos que pudiesen servir como pruebas para dar respuesta al apicultor. Dicha respuesta era recogida en una carta que tenía que responder a las características de un discurso argumentativo. Para ello, se comentaron, con el uso de un ejemplo, los elementos y características de este tipo de textos y se aportó al alumnado una lectura para orientar la redacción de sus cartas basado en el trabajo de Sardá y Sanmartí (2000).

Una adaptación de estas orientaciones fue empleada para construir una lista de comprobación con la que evaluar los discursos argumentativos construidos en dicho contexto. En la literatura existen numerosos instrumentos basados en el diagrama de Toulmin que permiten evaluar los discursos argumentativos elaborados por el alumnado (Erduran, Simon y Osborne, 2004; Henao y Stipcich, 2008) que han sido adaptados a diferentes contextos y niveles educativos (por ejemplo, Bravo y Jiménez-Aleixandre, 2014; Crujeiras y Jiménez-Aleixandre, 2015; Lee et al., 2019; Ageitos y Puig, 2021). Aunque las líneas divisorias que separan la diferenciación de elementos del discurso argumentativo hacen que la tarea de análisis pueda ser compleja (Fraize et al., 2017), la plantilla de análisis construida e inspirada en la planteada por Domenèch-Casal (2022), pensamos que facilita el análisis y la realización de una valoración tanto global como particular de la calidad de los discursos argumentativos construidos por el alumnado. Así, esta plantilla puede ser empleada como instrumento de análisis en otros contextos y etapas educativas en los que se pretenda evaluar la calidad de los discursos argumentativos escritos producidos por el alumnado.

A nivel general se observan carencias en los discursos escritos planteados por el alumnado que pueden derivarse del modo en el que se enfocó la secuencia de actividades realizada. No obstante, a esto podría añadirse la falta de familiarización del alumnado con el uso de la argumentación en ciencias (Iordanu y Constantinou, 2014). De este modo, comenzar con la

realización de actividades que inviten a que el alumnado, desde las primeras etapas educativas, construya discursos argumentativos adaptados al nivel puede ayudar a que, cuando lleguen a etapas posteriores, estén más familiarizados con esta práctica científica (Bravo y Jiménez-Aleixandre, 2014).

Todos los grupos, con excepción de uno, incorporan todos los elementos básicos de un discurso argumentativo (datos, justificaciones y conclusión). Sin embargo, cuatro de los trece grupos no incorporaron argumentos, o si tratan de introducirlos, parece que fueron confundidos con mecanismos de persuasión que no aportaban razones. Consideramos que esto es debido a que, durante el desarrollo de la secuencia, se debería haber andamiado más el proceso de construcción de los textos argumentativos, tal y como proponen Iordanu y Constantinou (2014). El uso de un pequeño ejemplo para comentar los elementos de un discurso argumentativo y la aportación de un texto a modo de orientación pudo no ser suficientemente clarificador para el alumnado.

A nivel general, los datos incorporados para llegar a la conclusión se apoyan las interpretaciones dadas. Cuando es el alumnado el que recoge datos en primera mano, los argumentos escritos suelen ser mejores y el alumnado es más consciente de las limitaciones de dichos datos (Tang, 2022). No obstante, se observa que, aunque los datos aportados por los diferentes equipos son específicos, son menos equipos los que aportan datos suficientes y completos. Este hecho puede ser debido a: (1) la carta presentada constituye la parte final de un informe donde los grupos recogían el proceso y puede ser que asumiesen que determinada información ya se había contemplado anteriormente, omitiéndola en la carta; (2) la elección de las muestras de miel hizo que muchos alumnos no se cuestionasen pruebas más allá de la correspondencia de la vegetación con el polen observado en el análisis polínico, descartando otros posibles datos relevantes. Este hecho plantea la necesidad de una elección de muestras que generen la necesidad de búsqueda de nuevas pruebas o bien, enfatizar en el desarrollo de la secuencia en la fiabilidad de los datos aportados por el apicultor.

Una de las dificultades descritas por Sampson, Enderle y Grooms (2013) que presenta el alumnado a la hora de argumentar consiste en utilizar la interpretación de los resultados como justificación, sin conectarlo con la teorías o conocimientos científicos que hay detrás de esas interpretaciones. En el caso analizado, aproximadamente una cuarta parte de los equipos, utilizaba lo datos interpretados para justificar sus conclusiones. No obstante, el resto incorporaban, en general, justificaciones basadas en el conocimiento sobre el proceso de obtención de miel por parte de las abejas que se quedaban en un plano general. Pensamos que el proceso de recogida de datos y la dificultad del alumnado para identificar el polen presente en las muestras pudo hacer que centrasen su interpretación en los datos, sin considerar las ideas relacionadas con cómo las abejas obtienen la miel.

Respecto al uso de argumentos, tal y como se ha comentado, el hecho de que los datos hubiesen sido recogidos por el alumnado, parece haber favorecido en algunos de los equipos la consideración de las limitaciones presentes en sus conclusiones. No obstante, a nivel general, se observan

argumentos repetitivos o tautológicos.

Por tanto, desde el punto de vista de las destrezas argumentativas, la secuencia planteada parece favorecer que el alumnado sea capaz de identificar datos conectándolos de forma coherente con las conclusiones en sus discursos. No obstante, es necesario, si se pretenden trabajar habilidades argumentativas, enfatizar en algunos puntos de la secuencia como la importancia de los conocimientos que hay detrás de la interpretación de los datos o la consideración de la fiabilidad de los datos aportados. En este sentido, en los resultados observados se identifican dificultades y fortalezas detectadas en otros niveles educativos. Entre ellos, la dificultad para elaborar justificaciones fundamentadas (Campaner y De Longhi, 2007; Ageitos, y Puig, 2021) o el valor de la recogida de datos por parte del alumnado para identificar pruebas que sustenten las conclusiones desde Educación Infantil hasta niveles universitarios (Tang, 2022).

Por último, respecto a la secuencia en su totalidad, en el contexto de la formación inicial docente, en la línea de lo planteado por Jiménez-Aleixandre y Evangorou (2018) pensamos que es necesario la realización de una última fase en el que se discuta con los maestros y las maestras en formación inicial la secuencia seguida y las dificultades detectadas durante el proceso para poder valorar cómo abordar secuencias similares en la etapa de Educación Primaria, proponiendo la construcción de andamios y debatiendo sobre prácticas clave de implementación (Grossman, 2018) para promover el desarrollo de destrezas argumentativas adaptadas a dicho nivel educativo.

Agradecimientos

Grupo de referencia Beagle. Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (S27_23R, Gobierno de Aragón), perteneciente al IUCA y proyecto PID2021-1236150A-I0 de la AEI.

Referencias bibliográficas

Ageitos, N., y Puig, B. (2021). Argumentation as a tool to explain the evolutionary links between human diseases: a case study. *Journal of Biological Education*, 55 (2), 188-195. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1667409>

Bravo, 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>

Campaner, G., y De Longhi, A.L. (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 442-456.

Cardellach, P. (2020). *Análisis esporo-polínico de la miel y el propóleo, y su relación con el entorno*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Cebrián-Robles, D., Franco-Mariscal, A.J. y Blanco-López, Á. (2018). Preservice elementary science teachers' argumentation competence: impact

of a training programme. *Instructional Science*, 46(5), 789–817. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9446-4>

Crujeiras, B., y Jiménez-Aleixandre, M.P. (2015). Challenges posed by open inquiry tasks in the laboratory: Articulation of theoretical and practical knowledge in scientific practices. *Enseñanza de las ciencias*, 33(1), 63–84. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>

Domènech-Casal, J. (2022). *Mueve la lengua, que el cerebro te seguirá. 75 acciones lingüísticas para enseñar a pensar ciencias*. Barcelona: Graó.

Erduran, S., Ozdem, Y., y Park, J.Y. (2015). Research trends on argumentation in science education: A journal content analysis from 1998–2014. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0020-1>

Erduran, S., Simon, S., y Osborne, J. (2004). TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, 88, 915–933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>

Faize, F.A., Husain, W., y Nisar, F. (2018). A critical review of scientific argumentation in science education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 475–483. <https://doi.org/10.12973/ejmste/80353>

García-Carmona, A. (2020). From inquiry-based science education to the approach based on scientific practices. *Science & Education*, 29(2), 443–463. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00108-8>

García-Carmona, A. (2021). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en las prácticas científicas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 18 (1), 1108. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1108

Grossman, P.L. (2018). *Teaching core practices in teacher education*. Cambridge: Harvard Education Press.

Heno Sierra, B.L., y Stipcich, M.S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 7(1), 47–62.

Iordanou, K., y Constantinou, C.P. (2014). Developing pre-service teachers' evidence-based argumentation skills on socio-scientific issues. *Learning and Instruction*, 34, 42–57. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.07.004>

Jiménez Aleixandre, M.P. y Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: an overview. En S. Erduran y M.P. Jiménez Aleixandre (eds.). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 3–27). Dordrecht: Springer.

Jiménez-Aleixandre, M.P. y Evangorou, M. (2018). Argumentation in biology education. En K. Kampourakis y M.J. Reiss (Eds.), *Teaching biology*

in schools (pp. 249-262). New York: Routledge.

Lee, H.S., Pallant, A., Pryputniewicz, S., Lord, T., Mulholland, M., y Liu, O.L. (2019). Automated text scoring and real-time adjustable feedback: Supporting revision of scientific arguments involving uncertainty. *Science Education*, 103(3), 590-622. <https://doi.org/10.1002/sce.21504>

López-Carrillo, M.D., Calonge, A., Gil-García, M.J., y Ruiz-Zapata, M.B. (2020). ¡Alerta, las abejas desaparecen! Investigando el polen en el laboratorio usando gamificación. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 29-37.

Marchán-Carvajal, I., y Sanmartí, N. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación química*, 26(4), 267-274. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.06.001>

Martínez-Bernat, F.X., García-Ferrandis, I., y García-Gómez, J. (2019). Competencias para mejorar la argumentación y la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 55-70. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2323>

National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>

Puig B., y Gómez B. (2021) Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de insectos, plantas y el problema de la pérdida de polinizadores. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 18(3), 3203. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3203

Puig, B. (2015). ¿Sería posible un mundo sin abejas? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 82, 75-76.

Puig, B., y Evagorou, M. (2020). Design of a Socioscientific Issue Unit with the Use of Modeling: The Case of Bees. *International Journal of Designs for Learning*, 11(1), 98-107. <https://doi.org/10.14434/ijdl.v11i1.24142>

Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias experimentales en Educación Primaria*. Madrid: Síntesis.

Revel-Chion, A., Díaz-Guevara, C.A., y Adúriz-Bravo, A. (2021). Argumentación científica escolar y su contribución al aprendizaje del tema «salud y enfermedad». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (3), 3101. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3101

Ruiz Zapata, M.B., Gómez González, C., Gil García, M.J., y González, A. (2008). La Palinología como herramienta de interpretación: propuesta de una experiencia didáctica tipo "CSI" en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*

de la Tierra, 16(1), 43-48.

Sampson, V., y Blanchard, M.R. (2012). Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1122–114. <https://doi.org/10.1002/tea.21037>

Sampson, V., Enderle, P., y Grooms, J. (2013). Argumentation in science education. *The Science Teacher*, 80(5), 30-33.

Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>

Sardà, A.M., y Sanmartí Puig, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 405-422. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4028>

Simons, H. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. Madrid: Morata.

Tang, K.S. (2022). Material inquiry and transformation as prerequisite processes of scientific argumentation: Toward a social-material theory of argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(6), 969–1009. <https://doi.org/10.1002/tea.21749>

Wess, R., Priemer, B., y Parchmann, I. (2023). Professional development programs to improve science teachers' skills in the facilitation of argumentation in science classroom—a systematic review. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 5(1), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s43031-023-00076-3>