



Competencias para mejorar la argumentación y la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad

Competences to improve the arguments and decision making on biodiversity conservation

Francesc Xavier Martínez Bernat
*IES Gilabert de Centelles, Nules,
Castelló, España*
martinez_fraber@gva.es

Ignacio García Ferrandis
*Departament de Didàctica de les Ciències
Experimentals i Socials.
Universitat de València, València, España*
ignacio.garcia-ferrandis@uv.es

Javier García Gómez
*Estructura de Investigación Interdisciplinar en
Sostenibilidad (ERI - Sostenibilidad). Univer-
sitat de València, València, España.*
javier.garcia-gomez@uv.es

RESUMEN • La biodiversidad es un concepto complejo, convertido en un importante referente curricular. Esta investigación explora si un ejercicio avanzado de las competencias necesarias para hacer significativo el concepto de biodiversidad en diferentes contextos conlleva una mejora significativa de la calidad de los argumentos implicados en la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad. Para ello se ha aplicado una metodología cualitativa al análisis de doce argumentos formulados por estudiantes de 1.º de Bachillerato, caracterizados por su elevada complejidad estructural, de los cuales se muestra uno a modo de ejemplo. Los resultados revelan que, a pesar del nivel de cohesión estructural y de coherencia global que muestran los argumentos analizados, no se puede hablar de una tendencia general hacia la consecución de niveles elevados de abstracción.

PALABRAS CLAVE: Biodiversidad; Argumentación; Competencias; Toma de decisiones; Educación ambiental

ABSTRACT • Biodiversity turns out to be a complex concept, becoming an important curricular point of reference. The problem which it involves concerns all citizens, who can and should be trained to make decisions for their conservation. This research intends to discover if an advanced exercise of the necessary competences to make the concept of biodiversity significant in different contexts entails a considerable improvement of the quality of the arguments involved in the decision making on biodiversity conservation. For this purpose, a qualitative methodology has been applied to the analysis of 12 arguments, formulated by 5th grade students of Secondary Education, characterized by their high structural complexity. One of them is shown as an example. The results reveal that, despite the level of structural cohesion and global coherence shown by the arguments analyzed, it is not possible to speak of a general tendency towards high levels of abstraction.

KEYWORDS: Biodiversity; Argumentation; Competences; Decision making; Environmental education

Recepción: febrero 2017 • Aceptación: agosto 2018 • Publicación: marzo 2019

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>

INTRODUCCIÓN

El informe Rocard (2007) puso de manifiesto que, a nivel general, en los currículos de los países del ámbito europeo se constata una visión de la ciencia alejada de los problemas de la sociedad. En lo referente a la enseñanza de la biodiversidad, algunos autores advierten de un tratamiento reduccionista y descontextualizado para este concepto en los materiales curriculares del Estado español, reivindicando una mayor presencia en los libros de texto de la dimensión ética y política, que consideran consustancial a la noción de biodiversidad y, en general, a la problemática socioambiental (Martínez Bernat y García Gómez, 2009; García Gómez y Martínez Bernat, 2010).

En esta línea, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España (2011) hace referencia en el *Plan Estratégico del Patrimonio Natural y la Biodiversidad 2011-2017* a un tratamiento exclusivamente académico para la noción de biodiversidad en el currículo educativo del Estado español.

Sin embargo, esta orientación de los currículos contrasta con la preocupación de los expertos en conservación de la biodiversidad por implicar a la ciudadanía en la gestión de la crisis que se deriva de esta problemática. Se trata de una nueva tendencia que evidencia el papel fundamental que la cultura y las estructuras sociales desempeñan en la conservación de la biodiversidad, y que enraíza en una línea de pensamiento que tiene su origen en la alfabetización ambiental (*ecological literacy*), iniciada por David Orr (1989).

Respondiendo al reto de capacitar a la ciudadanía para la toma de decisiones ambientales, la investigación en didáctica de las ciencias ha mostrado interés por analizar el razonamiento de los estudiantes cuando se enfrentan a problemas relativos a la conservación de la biodiversidad. Algunos de estos trabajos, Jiménez-Aleixandre y Pereiro (2002) y Hogan (2002), se han centrado en la competencia del razonamiento de los estudiantes a la hora de tomar decisiones similares a las de los expertos. El último de estos estudios concluye que el punto de máxima divergencia entre ambas formas de razonamiento lo constituye la capacidad de integrar las ideas, ya que el pensamiento de los estudiantes resultaba ser menos integrador de lo deseable a la hora de afrontar la complejidad de los problemas ambientales. En consecuencia, la autora propone sustituir la lógica lineal con que frecuentemente se analiza la problemática ambiental en el ámbito educativo por una visión sistémica centrada en la contextualización y la integración de las ideas.

Arvai *et al.* (2004) remarcan la posibilidad de que marcos de interpretación alternativos para un mismo problema ambiental conlleven la activación de diferentes estrategias de decisión, en función de cómo la información sea presentada a los tomadores de decisiones y, en consecuencia, contextualizada por estos.

El objetivo de esta investigación consiste en explorar si un ejercicio avanzado de las competencias necesarias para hacer significativo el concepto de biodiversidad en diferentes contextos conlleva una mejora significativa de la calidad de los argumentos implicados en la toma de decisiones sobre conservación de la biodiversidad.

MARCO TEÓRICO

Competencias para contextualizar la biodiversidad

La noción de biodiversidad articula una red semántica hipercompleja, constituida no solo por los diversos significados, implicaciones y expectativas que genera la propia noción de biodiversidad (Van Weelie y Wals, 2002), sino también por los conceptos y la problemática que se le asocian. En el ámbito educativo estos elementos pueden ser objeto de múltiples actividades: definirlos, compararlos, clasificarlos, establecer relaciones causales entre ellos, argumentar, etc. Pero de acuerdo con Roegiers (2007),

la movilización conjunta de estos contenidos y capacidades se articula siempre en el contexto de una situación particular. Por nuestra parte se considera que, en el caso de la biodiversidad, el contexto toma sentido según el significado construido para dicho concepto. Este proceso de recontextualización de la noción de biodiversidad, sin embargo, no atañe a cada sujeto individualmente; sino que, de acuerdo con Van Weelie y Boersma (2018), supone la traducción de prácticas sociales proveedoras de significados adicionales.

La movilización conjunta de los recursos necesarios para la resolución de los diversos problemas sobre la biodiversidad requiere la transferencia de conocimientos de unas situaciones a otras dentro del ámbito de una misma familia de situaciones. Esta transferencia de recursos que tiene lugar desde situaciones de aprendizaje a problemas reales exige, en primera instancia, que el estudiante detecte la clase de situaciones en que los conocimientos aprendidos son susceptibles de ser movilizados. Se trata, como indica Rey (2000), de una toma de conciencia de la identidad de estructura entre el nuevo problema y las situaciones de aprendizaje.

Solamente después de este proceso (mayormente implícito) al cual Rey (2000) se refiere como encuadre, el sujeto consigue, tras tomar conciencia de la homología de estructura entre las situaciones, movilizar los conocimientos pertinentes en su triple vertiente: declarativa, procedimental y condicional. Esto ocurre de acuerdo con ciertos patrones de integración de los recursos y, en el caso de la biodiversidad, en función de una o más dimensiones o competencias de contextualización.

Se identifican, así, tres ejes temáticos (tabla 1) donde tiene lugar el encuadre de la problemática y la posterior movilización e integración de los conocimientos necesarios para su resolución.

Tabla 1.
Ejes de integración (competencias)
de los conocimientos para la contextualización de la biodiversidad

<i>Competencias de contextualización de la biodiversidad</i>
Cuando se enfrentan a un problema de conservación de la biodiversidad, los alumnos son capaces de...
... especificar significados, funciones, cualidades e implicaciones de la biodiversidad y sus conceptos asociados para hacer significativo el concepto desde perspectivas diversas.
... vincular los niveles de la jerarquía biológica, a través de sus relaciones estructurales y funcionales, para construir modelos operativos que permitan interpretar la problemática de la biodiversidad.
... aplicar una perspectiva sistémica y biocéntrica al establecimiento de conexiones entre los elementos implicados en la conservación de la biodiversidad.

Mejorando la argumentación sobre biodiversidad

En la construcción de un argumento relativo a la biodiversidad, las relaciones entre las ideas se construyen en el marco de un proceso interactivo que toma en consideración los conocimientos previos de los alumnos, los factores contextuales propios de la situación (entre los cuales cabe destacar la finalidad con que se emite el discurso y el receptor a quien va dirigido) y los recursos para hacer significativo el concepto de biodiversidad. Este proceso implica la necesidad de una movilización deliberada de los conocimientos para la producción de sentido y la consecución de un determinado objetivo.

Lloréns y De Jaime (1995) y Jiménez-Aleixandre y Pereiro (2002) coinciden en distinguir entre producir conocimiento y reproducir (consumir) conocimiento. La diferencia se establece al considerar que, a la hora de argumentar, los estudiantes pueden limitarse a reproducir lo ya aprendido, sin tratar de aprender nada nuevo y sin que ello suponga una movilización deliberada de los conocimientos

previos y de los objetivos del discurso, o bien aplicar sus conocimientos para llegar a conclusiones a un nivel de profundización tal que implique producir, utilizar, evaluar o revisar modelos científicos en sus razonamientos.

Trabajos más recientes de análisis de las relaciones entre las prácticas de argumentación y de modelización vinculan el proceso argumentativo con la evaluación de los modelos científicos, pero también con su construcción y reelaboración (Böttcher y Meisert, 2011; Mendonça y Justi, 2013).

Partiendo de la idea de que cuanto mayor es el número de componentes de un argumento, más difícil resulta producir un texto cohesionado a nivel micro y macroestructural, un argumento que conste solamente de pruebas, conclusión y justificación resulta más fácil de cohesionar que otro que incorpore, además, refutaciones, restricciones y/o conocimiento básico. De esta manera, la noción de calidad en la argumentación adoptada en este trabajo toma en consideración la relación de dependencia entre la complejidad estructural del texto y la coherencia del discurso. En otras palabras: se considera un argumento de calidad aquel que consigue alcanzar simultáneamente elevados niveles de coherencia y de complejidad estructural.

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

El planteamiento metodológico responde a un esquema de diseño preexperimental de un solo grupo de medidas dependientes. El enfoque de esta investigación es de tipo cualitativo, de análisis de casos. De acuerdo con Sabariego, Massot y Dorio (2014), los estudios de análisis de casos no basan su credibilidad en las relaciones de causa-efecto, sino en la comprensión fundamental de la complejidad de los casos analizados, de su estructura y de los procesos que discurren. En esta investigación se ha aplicado este método con una finalidad explicativa.

Sujetos participantes

Los participantes: 108 estudiantes (46 de sexo masculino y 62 de sexo femenino) fueron distribuidos en 36 grupos de 3 personas que constituyeron las unidades experimentales de la investigación. Consideramos que el trabajo en grupos pequeños reporta ventajas puesto que permite atender el carácter dialógico y social de la argumentación. Como apunta Van Benthem (2006), los grupos disponen de formas especiales de acceder al conocimiento que son irreducibles a los individuos que los forman, ya que cada intervención en la conversación modifica el estado de información de los presentes. Así mismo, de esta manera se promueve la negociación de significados (Albe, 2008).

Para constituir las unidades experimentales se recurrió a criterios didácticos, procediendo a crear grupos de habilidad mixta. De esta manera se intentó conferir cierta representatividad a la muestra a nivel situacional, al tratarse de una experiencia en el contexto real de una clase de Biología. En ningún momento se informó a los estudiantes de que participaban en una investigación.

En el momento de participar en la investigación, durante los años 2010 a 2012, los estudiantes se encontraban cursando las modalidades de Bachillerato Científico-Tecnológico y Humanístico, habiendo seguido dos itinerarios distintos en relación con las asignaturas de Biología cursadas en cuarto curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria y primer curso de Bachillerato. El posible sesgo introducido por esta variable queda neutralizado por el carácter equilibrado de la muestra, ya que exactamente la mitad de los grupos correspondía a cada itinerario.

Instrumento de recogida de datos y procedimiento

Primeramente, se solicitó a los estudiantes que elaboraran un informe argumentado sobre una decisión que se debía tomar en el contexto de la problemática de la biodiversidad. El documento solicitado consistía en la simulación de un encargo por parte de la administración a grupos ciudadanos para elaborar un informe sobre las posibilidades de ampliar las zonas de reserva del samaruc (*Valencia hispanica*, pez en peligro de extinción, endémico de la zona oriental de la península ibérica), dentro de las respectivas provincias; así como sobre la toma de medidas efectivas, a nivel local, para la protección de esta especie, tanto de las poblaciones de nueva introducción, como de las ya existentes. El documento donde se pedía el informe se acompañaba de un dossier con la información necesaria para interpretar la problemática sobre las zonas húmedas y, en concreto, la relativa al samaruc y a la marjal de Nules.

Tras la redacción de este primer informe (pretest) se realizó una intervención didáctica con la que se pretendía introducir factores de variación respecto a la situación previa al aprendizaje, con el fin de contribuir a la mejora de la calidad de los argumentos. Estos factores hacen referencia a cómo entender, relacionar y aplicar determinados conceptos relacionados con la biodiversidad y su conservación.

La intervención didáctica se diseñó con la intención de mejorar los recursos para la contextualización de la biodiversidad y, sobre todo, la capacidad para su movilización conjunta y estratégica en la toma de decisiones.

En la segunda fase de la investigación, los estudiantes reescribieron el informe (postest) intentando, esta vez, aplicar lo aprendido mediante la intervención didáctica. La premisa que fundamenta esta investigación es que las nuevas formas de relación y de producción de sentido que aporta nuestra intervención didáctica han de poderse visibilizar a través del análisis del discurso argumentativo desarrollado en esta segunda etapa.

El análisis de los resultados se efectuó, igualmente, en dos fases. Primeramente se aplicó el método del *cluster* (Erduran, Simon y Osborne, 2004) a un total de 302 argumentos producidos por los estudiantes. Este método, basado en el esquema de análisis de la argumentación de Toulmin (1958), más conocido como TAP (*Toulmin's Argument Pattern*) fue ampliado posteriormente por Toulmin, Rieke y Janik (1979). Se caracteriza por partir de una estructura mínima para el argumento, que se considera de orden III, el cual cuenta con los tres componentes considerados básicos: datos, conclusión y justificación. Así, el nivel de complejidad se incrementa gradualmente cada vez que la estructura del argumento aumenta su diversidad incorporando un nuevo componente, hasta completar los siete de que consta el modelo: datos, conclusión, justificación, conocimiento básico (fundamentación), razones complementarias, refutación de las pruebas de argumentos contrarios y condiciones de validez.

La aplicación de esta metodología permitió examinar comparativamente la complejidad estructural de los argumentos formulados antes y después de la intervención didáctica, seleccionando aquellos que, por alcanzar un nivel igual o superior a V, merecieron ser investigados en una segunda fase de análisis de resultados.

Para el análisis cualitativo de los argumentos con mayor complejidad estructural se optó por una metodología basada en el esquema propuesto por Sardá y Sanmartí (2000). Este modelo, a su vez, se fundamenta en el de Toulmin (1958), convenientemente adaptado a las dificultades constatadas en alumnos por las autoras citadas, a la hora de elaborar textos argumentativos. El enfoque se caracteriza por abordar, además, aspectos provenientes de la lingüística textual, como el descubrimiento y análisis de las relaciones entre la microestructura y la macroestructura del texto. Este último aspecto nos remite al modelo de análisis del discurso de Van Dijk (1978), que interpreta la estructura del texto atendiendo a las operaciones cognitivas que se ponen en juego para cohesionarlo.

El análisis realizado de la calidad argumentativa contempla dos enfoques complementarios. Por una parte, se analizan las propiedades del texto: la cohesión y la coherencia, desde el doble punto de

vista de los componentes estructurales del argumento y de las relaciones que se establecen entre las proposiciones, a nivel micro y macroestructural. Por otra parte, se tratan de analizar las relaciones entre los recursos movilizados para hacer significativo el concepto de biodiversidad. En este último enfoque, nuestro examen se ha centrado en todos aquellos aspectos que revelan cómo la movilización coordinada de los conocimientos aporta coherencia global al discurso, a través del establecimiento de relaciones lógicas lineales, de relaciones semánticas y también de las que responden a la intención comunicativa.

El protocolo seguido con cada argumento comienza con el análisis de la secuencia textual, examinando aspectos como qué componentes del argumento aparecen, en qué orden y si están conectados entre ellos de forma explícita a través de marcadores discursivos, o implícitamente mediante relaciones de significado entre las ideas.

Un segundo ítem examina la concordancia entre los hechos y las conclusiones. Es sabido que, tanto en la práctica científica como en la ciencia escolar, los criterios que intervienen en la selección de los datos que se tienen por evidencias de un argumento forman parte del mismo esquema mental que guía el progreso hacia la conclusión del razonamiento. Se trata, en realidad, de una interpretación que se hace de unos datos en función de un determinado modelo, cuya naturaleza determina las posibilidades de llegar a una conclusión válida, según si permite o no seleccionar aspectos pertinentes para ello. Así, el alumno corre el riesgo de confundir hechos con interpretaciones personales si opta por un modelo de pensamiento propio. Otra posibilidad, como apuntan Izquierdo y Sanmartí (1998), consiste en establecer conclusiones desde el punto de vista de los hechos en sí o desde una interpretación meramente descriptiva de estos, conduciendo en este caso a una tautología.

En un tercer paso se examina la pertinencia de la justificación del argumento como regla de paso entre las pruebas y la conclusión, analizando si este componente permite establecer las inferencias adecuadas en virtud de su grado de certeza, y de su carácter más o menos tentativo.

El siguiente ítem analizado es la relevancia de los argumentos y de las razones que complementan a la justificación, basándose en el mismo o diferente campo de conocimiento que esta, pero refiriéndose a otros aspectos relacionados con los hechos para reforzar el establecimiento de la conclusión. Según Sardà y Sanmartí (2000), estas razones resultan más o menos convincentes en virtud de su coherencia con el resto del argumento. Puesto que la finalidad de convencer está en la misma esencia de la argumentación, un texto que no resulte coherente pierde su validez como argumento.

La adaptación del modelo de análisis descrito a las particularidades de este trabajo ha consistido en añadir dos ítems más al protocolo: la relación entre los recursos que integran las competencias de contextualización y los componentes estructurales del argumento; así como el reconocimiento de patrones de integración de estos recursos y del papel que estos patrones desempeñan en dotar de coherencia al argumento.

A fin de identificar los conocimientos específicos que intervienen en el ejercicio de las competencias de contextualización de la biodiversidad, se elaboró una tabla de indicadores de movilización de estos recursos. Se incluye a continuación un extracto de dicha tabla que contiene únicamente los indicadores aplicados en el análisis del argumento que sirve de ejemplo para este artículo, y que se comenta en la sección de resultados. En la tabla 2 los recursos de contextualización se han organizado según la competencia con que guardan relación, así como con el tipo de conocimiento a que hacen referencia, de acuerdo con la taxonomía de Tardif (1992), que establece tres tipos de conocimiento: declarativo, procedimental y condicional. Cada indicador se acompaña de su correspondiente codificación, pensada para su posterior aplicación en el análisis de los argumentos producidos por los estudiantes.

Tabla 2.
Ejemplo de indicadores de movilización
de los recursos de contextualización y su correspondiente codificación

<i>Competencias de contextualización</i>	Indicadores de movilización de conocimiento		
	<i>declarativo (d)</i> (conocimiento descriptivo)	<i>procedimental (p)</i> (conocimiento funcional)	<i>condicional (c)</i> (conocimiento valorativo y bagaje experiencial y afectivo)
Tipo E: Especificar significados, funciones, cualidades e implicaciones de la biodiversidad.		(Ep1) Precisa el significado funcional de los conceptos.	
Tipo V: Vincular niveles de la jerarquía biológica a través de sus relaciones estructurales y funcionales.		(Vp1): Explicita implicaciones internivel entre la biodiversidad y su conservación.	(Vc1): Critica el empobrecimiento que suponen los planteamientos mononivel sobre la biodiversidad. (Vc2): Plantea la importancia de considerar el nivel genético y/o ecosistémico.
Tipo A: Aplicar una perspectiva sistémica y biocéntrica al análisis de la problemática de conservación de la biodiversidad.	(Ad2): Conoce los efectos de algunas actividades humanas sobre la biodiversidad.	(Ap3): Interpreta los problemas sobre biodiversidad aplicando un planteamiento sistémico.	

En los casos en que, de entrada, ha existido falta de acuerdo entre los autores a la hora de identificar los componentes estructurales del argumento, o en la asignación de los indicadores de movilización de los recursos, se ha recurrido a la mediación de un experto en didáctica de las ciencias, externo a la investigación y con experiencia en análisis de la argumentación según el modelo de Toulmin. Así mismo, la distinción entre la naturaleza de los enunciados y su papel en el discurso, como señalan Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003), se ha considerado un principio básico a la hora de buscar el consenso en situaciones de ambigüedad, primando la interpretación basada en el papel que el enunciado desempeña en la estructura del discurso sobre la que atiende a su naturaleza ontológica.

RESULTADOS

En la primera fase de la investigación, tras la aplicación del método del *cluster*, se pudieron identificar un total de doce argumentos cuya complejidad correspondía a un nivel superior a IV; esto es, que incorporaban un mínimo de dos componentes estructurales adicionales a los considerados básicos por Toulmin (1958). Un dato significativo es que la totalidad de estos argumentos de nivel igual o superior a V resultaron pertenecer a la etapa posterior a la intervención didáctica.

Análisis de un argumento

Como se ha descrito en el apartado anterior, estos doce argumentos fueron examinados siguiendo un patrón metodológico cualitativo. A continuación se presenta el análisis de uno de ellos. Por la combinación de componentes que integra su estructura (*cluster*) se trata de un argumento de nivel VI:

¹Respecto a la conservación total de la marjal o solo del «Estany», en el primer dictamen propusimos que la introducción del samaruc se hiciera solamente en la zona del «Estany», y por tanto que la protección medioambiental de la zona se viera reducida también al «Estany». ²Ahora podemos afirmar que en ambas propuestas estábamos equivocados. ³En primer lugar, el «Estany» es consustancial al resto de la marjal, es decir, que depende directamente de todas las acequias y canales que desembocan en él. ⁴Sin proteger el resto de la marjal la supervivencia del «Estany», y en consecuencia, de toda la fauna y flora que allí habita, se vería notablemente afectada. ⁵Por otra parte, el hecho de que dentro de un ecosistema existan los llamados «corredores ecológicos» es muy favorable para las especies que habitan, ⁶ya que por ejemplo, en el caso del samaruc, si en lugar de reintroducir una población en un lugar determinado, se introdujeran más pequeñas poblaciones en diferentes zonas de la marjal conectadas entre sí, esto sería muy favorable para la especie, ⁷ya que mediante los corredores las poblaciones se pueden reproducir entre ellas favoreciendo así la variabilidad genética; por contra si cualquier población de una especie se encuentra aislada tiene más facilidad de desaparecer.

Tabla 3.
Ejemplo de análisis de un argumento
en función de sus componentes estructurales y de los recursos movilizados

<i>Componentes</i>	<i>Texto</i>	<i>Indicadores de movilización de los recursos</i>
Datos (pruebas, hechos o premisas)	¹ Respecto a la conservación total de la marjal o solo del «Estany», en el primer dictamen propusimos que la introducción del samaruc se hiciera solamente en la zona del «Estany», y por tanto que la protección medioambiental de la zona se viera reducida también al «Estany».	Ep1
Conclusión	² Ahora podemos afirmar que en ambas propuestas estábamos equivocados.	Ep1
Justificación	³ En primer lugar, el «Estany» es consustancial al resto de la marjal, es decir, que depende directamente de todas las acequias y canales que desembocan en él. [...] ⁵ Por otra parte, el hecho de que dentro de un ecosistema existan los llamados «corredores ecológicos» es muy favorable para las especies que habitan,	Ap3 Ep1
Refutación	⁴ Sin proteger el resto de la marjal la supervivencia del «Estany», y en consecuencia, de toda la fauna y flora que allí habita, se vería notablemente afectada.	Ap3 Ad2
Razón complementaria	⁶ ya que, por ejemplo, en el caso del samaruc, si en lugar de reintroducir una población en un lugar determinado, se introdujeran más pequeñas poblaciones en diferentes zonas de la marjal conectadas entre sí, esto sería muy favorable para la especie,	Ep1
Fundamentación (conocimiento básico)	⁷ ya que mediante los corredores las poblaciones se pueden reproducir entre ellas favoreciendo así la variabilidad genética; por contra si cualquier población de una especie se encuentra aislada tiene más facilidad de desaparecer.	Vp1 Vc1 Vc2

a) Análisis de la secuencia textual y de conectores

La conclusión (2) sigue inmediatamente a los datos (1), cuestionando la validez de las propuestas que se plantean en ella. Con este propósito, se utiliza como conector el adverbio *ahora*, que desplaza la conclusión en el tiempo respecto al momento en que ocurrieron los hechos que constituyen las pruebas o premisas del argumento.

A continuación se introduce la justificación, utilizando un conector, *en primer lugar*, asociado a otro que aparece más adelante, *por otra parte*. Esta asociación entre ambos conectores establece dos aspectos diferenciados en la justificación (3 y 5), entre los cuales se introduce una refutación de las pruebas (4), a modo de crítica a unas premisas que se pretenden equivocadas basándose en los efectos indeseables de las propuestas que plantean.

A continuación del segundo aspecto de la justificación (5), el conector *ya que* introduce una ejemplificación que relaciona la justificación con el caso concreto de la reintroducción del samaruc en la marjal, funcionando a modo de razón conveniente (6).

Por último, y de nuevo a través del conector *ya que*, otro componente de la argumentación, la fundamentación (7), apoya el enunciado precedente, apelando a razones teóricas de contenido científico-técnico.

El uso de los conectores resulta adecuado, pues, como hemos podido ver, cumplen su función de estructurar el texto. A pesar de ello, la secuencia de componentes del argumento queda un poco confusa, en el sentido de que se pasa directamente de las premisas a la conclusión; y también porque la refutación se intercala entre los dos aspectos que constituyen la justificación.

b) Análisis de la concordancia entre los hechos (datos) y la conclusión

En este argumento, funciona como prueba la existencia de dos propuestas que pretenden introducir el samaruc únicamente en el *Estany* de Nules, protegiendo exclusivamente esta área. La conclusión expresa la equivocación que, a juicio de los autores del argumento, suponen estos planteamientos. Por tanto, la conclusión se construye por oposición a las premisas, sugiriendo un cambio de postura ocurrido con el paso del tiempo. Las pruebas han sido escogidas en función de este esquema de pensamiento y resultan, por tanto, concordantes con la conclusión.

c) Análisis de la aceptabilidad de la justificación principal

Las razones aducidas en la justificación resultan válidas para establecer las inferencias adecuadas para pasar de los datos a la conclusión, ya que se basan en principios reconocidos de naturaleza científico-técnica. Tanto la interdependencia entre el *Estany* y el resto de la marjal, como la necesidad de establecer corredores ecológicos entre las poblaciones que los habitan, resultan razones que avalan de forma pertinente la idea de que intentar gestionar el *Estany* como si funcionara independientemente del ecosistema en el que se integra supone un criterio equivocado.

d) Análisis de la relevancia de los argumentos

La refutación señala las consecuencias negativas que tendría una gestión independiente del área del *Estany* respecto al resto de la marjal. Constituye, al mismo tiempo, una crítica a las propuestas planteadas como premisas, y un argumento más a favor del establecimiento de la conclusión.

Igualmente pertinente y relevante resulta ser la razón conveniente, que señala, en este caso y a modo de ejemplo, las ventajas de hacer una gestión de las poblaciones de samaruc basada en la conexión a través de corredores ecológicos.

Este ejemplo supone la aplicación, al caso concreto del samaruc y de la marjal de Nules, del conocimiento básico de naturaleza científico-técnica que constituye la fundamentación. La fundamentación sigue a la ejemplificación y aporta los criterios para que la inferencia aplicada pueda ser válida.

e) Análisis de la relación entre los recursos de contextualización de la biodiversidad movilizados y los componentes del argumento

Las propuestas que se plantean en las pruebas suponen considerar el *Estany* como zona prioritaria de introducción y protección del samaruc (Ep1). Así mismo, en la conclusión se interpreta que estas propuestas están equivocadas (Ep1).

En la justificación, por una parte se remarca el interés de los corredores ecológicos como medida de conservación (Ep1) y, por otra parte, se aplica un planteamiento sistémico a la interpretación de las relaciones entre el *Estany* y el resto de la marjal (Ap3). Este mismo planteamiento constituye la tesis de la refutación (Ap3), la cual implica también ser conscientes de los efectos de aplicar planteamientos reduccionistas a la conservación del samaruc (Ad2).

En la ejemplificación se interpreta como óptimo un determinado método de introducción del samaruc (Ep1). Para explicar las razones de esta valoración se recurre, en la fundamentación, a poner de manifiesto implicaciones entre los niveles de la biodiversidad y la conservación del samaruc (Vp1), considerando oportuno establecer estas a nivel genético-poblacional (Vc2), y criticando los efectos de los planteamientos a un solo nivel en conservación de la biodiversidad (Vc1).

f) Reconocimiento de patrones de integración de los conocimientos y del papel que estos patrones desempeñan en la coherencia del argumento

Se establece una relación de contraposición entre las ideas expresadas como pruebas (Ep1) y la conclusión (Ep1). La conclusión queda conectada con la justificación por la expresión *en primer lugar*, la cual articula con una segunda expresión: *por otra parte*, estableciendo dos aspectos diferenciados: la interpretación de la marjal siguiendo un planteamiento sistémico (Ap3) y el interés por la conservación de los corredores ecológicos (Ep1). Entre estos dos aspectos se intercala una refutación de las premisas basada en este mismo planteamiento sistémico (Ap3), que revela que los autores del argumento son conscientes de los efectos de llevar a cabo planteamientos reduccionistas (Ad2).

El último planteamiento de la justificación, que habla de la conveniencia de los corredores ecológicos, es explicado a través de un ejemplo (Ep1) en la razón conveniente. La relación entre la idea y su ejemplo, explicitada mediante la expresión *ya que, por ejemplo*, es, por tanto, de causa-efecto.

Por último, la fundamentación introducida mediante el conector *ya que* profundiza en esta misma relación de causa-efecto, aportando los principios científicos en los que se basa. Así, aparecen ideas como las relaciones entre los niveles de la biodiversidad (Vp1) o la importancia de considerar el nivel genético-poblacional (Vc2). Además, el uso de la expresión *por contra* introduce una crítica sobre los efectos de llevar a cabo planteamientos que no tengan en cuenta estos principios (Vc1).

En la justificación se establecen dos líneas de argumentación que quedan diferenciadas por el uso de las expresiones *en primer lugar* y *por otra parte*, pese a que ambas intentan convencer al lector de la conveniencia de distribuir al samaruc por toda la marjal. Por una parte, se argumenta aplicando un planteamiento sistémico, basado en la interdependencia de los hábitats que componen el ecosistema, y, por otra, se considera la importancia del factor genético y de interconexión entre poblaciones.

La integración de los conocimientos se produce en torno a dos ejes que se corresponden con las competencias de aplicar una perspectiva sistémica al establecimiento de conexiones entre los elementos implicados en la conservación de la biodiversidad, y la competencia de vincular niveles de la jerarquía biológica para construir modelos de interpretación de la problemática de la biodiversidad.

Descripción general de los resultados

El argumento que acabamos de analizar contribuye a revelar algunas de las pautas de relación entre los componentes que desempeñan un papel clave en la construcción de la coherencia en un argumento estructuralmente complejo. Otras propiedades de la calidad argumentativa aparecen al considerar el resto de casos analizados, hasta un total de 11 argumentos más, lo cual nos permite elaborar la siguiente descripción, con carácter más general:

En general, se constata un uso correcto de los conectores con el fin de estructurar la secuencia de componentes del argumento. Como es lógico, el eje estructural de todos los argumentos está consti-

tuido por la tríada datos-conclusión-justificación, no necesariamente organizados en esta misma secuencia.

La mayoría de los argumentos examinados operan de manera progresiva, planteando primero las pruebas para extraer, seguidamente, la conclusión; o criticar algún aspecto, en forma de refutación de sus planteamientos. Otros adoptan una secuencia con carácter regresivo, más propia del discurso oral (Adam, 1992), comenzando directamente con la conclusión.

Otra cuestión que hay que destacar es que algunos argumentos presentan dos conclusiones. En este caso cabe hablar de una conclusión principal, derivada directamente de las pruebas, y de una conclusión complementaria, que se infiere de la justificación o que es subsidiaria de la razón conveniente.

Una constante en los argumentos analizados es que la conclusión se construye directamente sobre los datos mediante el establecimiento de relaciones de causalidad. En otros casos se establecen relaciones de antagonismo entre ambos componentes. A menudo, como en el ejemplo examinado en la primera sección de resultados, esta oposición se manifiesta en forma de un cambio de postura a través de la refutación. Las refutaciones, cuando aparecen, tienden a ocupar posiciones intermedias en la secuencia de componentes y, en algunas ocasiones, se acompañan de su propia justificación.

Si bien en la mayoría de los casos (60 % sobre el total de 12 argumentos analizados) los planteamientos recogidos como pruebas resultan plenamente pertinentes a la hora de establecer la conclusión, han aparecido también algunos defectos de concordancia debidos a errores cometidos al seleccionar las pruebas o en el establecimiento de la conclusión. Un ejemplo de lo comentado es cuando el esquema mental, según el cual se establece la conclusión, contempla razones complementarias a las que orientan la selección de los datos. En este caso, la concordancia entre pruebas y conclusión resultó ser parcial. Se ha incurrido, también en ocasiones, en razonamientos poco fiables o incluso tautológicos, debido a que se partía de falsas premisas o a que se han confundido las causas con los efectos. Otro aspecto constatado ocasionalmente consiste en una excesiva vaguedad en el establecimiento de las pruebas, lo cual no permite aclarar qué aspectos se han considerado como relevantes para establecer la conclusión.

Por lo que respecta a las justificaciones, la mayor parte de los argumentos (70 % sobre el total de 12 argumentos analizados) cumplen correctamente su papel de establecer las inferencias necesarias para pasar de las pruebas a la conclusión. En los casos en que no ocurre así, constatamos cómo este componente pierde su validez como regla de paso por la insuficiencia de las inferencias que puede aceptar, o por adoptar un carácter excesivamente indeterminado o tentativo en su formulación. En algún caso, pierde además su fiabilidad por aludir a normas arbitrarias.

Respecto a otros componentes de la argumentación, hemos constatado cómo en el 90 % de los doce argumentos analizados, las refutaciones, las razones convenientes e inconvenientes, la fundamentación y las ejemplificaciones, aportan coherencia a la argumentación, tanto de forma directa como indirectamente. En el primer caso, lo hacen al aportar argumentos o explicaciones complementarias, en sintonía con la línea principal de argumentación. En el segundo caso, sirven de base para líneas de argumentación secundarias, complementarias de la principal.

Como ya se ha comentado, el objetivo más específico de nuestra investigación ha sido analizar la puesta en juego de los recursos que permiten hacer significativo el concepto de biodiversidad. Estos conocimientos han sido movilizados de manera heterogénea por los estudiantes en la mayoría de los componentes del argumento, a excepción de las pruebas y de las razones complementarias. Así, en estos últimos casos es muy frecuente que se recurra a identificar cualidades e implicaciones de los hechos que se aportan como pruebas (Ep1), a fin de precisar planteamientos que los relacionen con la conclusión. De igual modo ocurre con los intereses y expectativas (Ep2) que gravitan en torno a estos hechos. Un caso concreto de esto es cuando se identifican estos hechos como actividades humanas causantes de la pérdida de biodiversidad (Ad1), o cuando se precisan algunos de los efectos que tienen en este sentido (Ad2).

En cuanto a las razones complementarias, en este componente se acostumbra igualmente a precisar aspectos en favor de la conclusión, mediante la identificación de cualidades, implicaciones, valores e intereses asociados a algunos de los conceptos de la problemática de la biodiversidad (Ep1, Ep2).

En general, los recursos utilizados presentan una considerable variedad en lo relativo al tipo de conocimientos movilizados y a las competencias con que estos se asocian, con la excepción de los que han sido utilizados como pruebas o como razones complementarias. A pesar de ello, se pueden identificar algunas regularidades respecto a su contribución en la conformación de la coherencia textual. Una primera constatación en este sentido es que entre las proposiciones que integran los recursos de contextualización se establecen a menudo relaciones lógicas lineales de tipo consecutivo o causal. En alguna ocasión estas relaciones lógicas incurrir en planteamientos tautológicos, al confundirse causas con efectos.

En la mayoría de los casos las relaciones de causalidad se establecen de forma explícita, a través de conectores como *porque, entonces, ya que...* Otros conectores, como *aunque, pero o por contra...*, con marcado carácter concesivo o adversativo, explicitan relaciones de tipo semántico entre las proposiciones, como es el caso de la contraposición entre significados o los cambios de postura, estos últimos expresados mediante marcadores textuales como *ahora sabemos o ahora podemos afirmar...*

Las conexiones de significado entre las ideas aparecen, también a menudo, de forma implícita, sin conectores ni marcadores textuales que las delaten. En este caso se trata de relaciones de identidad o contraposición de significado. En alguna ocasión aparecen también relaciones de tipo consecutivo de carácter implícito.

La intención comunicativa adquiere cierto protagonismo en los argumentos en los que la continuidad y linealidad de la secuencia de componentes básicos: pruebas, conclusión y justificación, queda alterada al responder a una determinada estrategia de comunicación. Ocurre que la orientación argumentativa de algunos enunciados dentro del texto puede no coincidir con la que mantiene el texto considerado globalmente (Ducrot, 1980). Una táctica que aparece bastante a menudo en los argumentos analizados consiste en plantear una refutación de las pruebas que justifique un posterior cambio de postura en la conclusión. En ocasiones, este giro o evolución del punto de vista adopta una estructura polifónica y ocurre a través de secuencias encadenadas de refutaciones y contrarrefutaciones o de concreción concesiva de significados, de manera que el esquema superestructural del texto adquiere una especial visibilidad. En otras ocasiones, alguno de los componentes básicos queda aislado del resto por la interposición de líneas auxiliares o alternativas de argumentación, con la intención de matizar o relativizar el peso de la línea principal de razonamiento.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

Como apuntan Arvai *et al.* (2004), ante un variado rango de contextos, los estudiantes tienden a recurrir a rutinas simplificadoras que conducen a la introducción de sesgos sistemáticos en la toma de decisiones. Los citados autores abogan por la enseñanza de marcos estructurados de toma de decisiones ambientales, centrados en la reflexión a la hora de evaluar las alternativas. En esta investigación se adopta un punto de vista complementario que toma en consideración la necesidad de estructurar los esquemas de pensamiento, en este caso a través de la argumentación como modalidad de discurso que integra las diversas formas de razonamiento.

Partiendo de esta investigación es posible percatarse de que la complejidad estructural de un argumento, cuando existe, responde a una doble intención. Por un lado, se tiende a diversificar los canales de expresión, es decir, los componentes del argumento, así como los itinerarios para poner en relación las ideas. Se critican las pruebas de argumentos contrarios, se relativiza el valor de la conclusión, se con-

sideran razones alternativas e inconvenientes, se ejemplifica o se fundamentan las propias razones, etc. Por otra parte, y en contraposición a esto, se busca la concordancia entre los componentes del texto, dotándolo de cohesión y de coherencia global, tomando como referente el propósito de convencer al lector, mediante la creación de al menos una línea coherente de razonamiento, de algún aspecto de la decisión tomada. Todo ello ha sido interpretado, por nuestra parte, como una consecuencia lógica de la posesión, por parte de nuestros alumnos, de un esquema complejo y global de pensamiento que se manifiesta en la calidad de sus argumentos.

Los recursos de contextualización de la biodiversidad juegan un papel esencial en la conformación de los argumentos formulados por los alumnos. El análisis de la producción de sentido revela una movilización deliberada de estos conocimientos con miras a cohesionar el texto argumentativo, tanto a nivel microestructural como macroestructural. Prescindiendo de algunas regularidades bastante significativas, su movilización no se ajusta a pautas marcadas, sino que adopta todo tipo de combinaciones, con recursos de contextualización de todo tipo, coordinados de acuerdo con uno, dos o incluso tres ejes de integración.

Considerando los resultados de esta investigación cabe concluir que los alumnos, al argumentar después de la intervención didáctica la decisión que han tomado ante una situación-problema de conservación de la biodiversidad, han alcanzado niveles de coherencia y de complejidad estructural que revelan la vinculación entre un desempeño avanzado de las competencias de contextualización de la biodiversidad y una elevada calidad en sus argumentos. Sin embargo, resulta fundamental resaltar cómo estos mismos resultados no indican una tendencia hacia la consecución de niveles elevados de abstracción, puesto que la mayor parte de los argumentos hacen referencia a hechos y a conocimientos concretos al aportar las pruebas y razones que los sustentan.

Algunos autores vinculan la calidad de los argumentos científicos con el uso de pruebas en el mayor número de niveles epistémicos posible, caracterizados por sus diversos grados de abstracción (Kelly y Takao, 2002; Bravo y Jiménez-Aleixandre, 2014). Sin embargo, la noción de calidad en la argumentación en que se basa esta investigación está relacionada con los niveles de coherencia y de complejidad estructural alcanzados en argumentos de temática sociocientífica, entendiendo la argumentación como un proceso que va más allá de operativizar una idea abstracta relacionada con alguno de los significados atribuibles a la biodiversidad.

Los bajos niveles de abstracción constatados en este trabajo pueden ser interpretados, de acuerdo con Van Weelie y Boersma (2018), como el resultado de una transferencia directa del tipo de conocimiento, concreto y funcional, que se deriva de prácticas sociales relacionadas con la biodiversidad, proveedoras de significados adicionales en torno a este concepto.

No obstante, se han podido constatar en cuatro ocasiones argumentos que hacían referencia a abstracciones derivadas de diversos casos o a ideas teóricas en su formulación. De estos cuatro casos, la mitad recurrían a la abstracción en la descripción de sus pruebas, y el resto lo hacían en otros componentes del argumento. En sintonía con Von Aufschnaiter *et al.* (2008), puede entenderse que ha sido la familiarización con el contexto lo que, en estos casos, ha permitido a los estudiantes construir argumentos dotados de un elevado nivel de abstracción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, J. M. (1992). *Les textes: types et prototypes*. París: Nathan.
- ALBE, V. (2008). When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socio-scientific Issue. *Research in Science Education*, 38, 67-90.
<https://doi.org/10.1007/s11165-007-9040-2>

- ARVAI, J. L., CAMPBELL, V., BAIRD, A. y RIVERS, L. (2004). Teaching Students to Make Better Decisions About the Environment: Lessons From the Decision Sciences. *The Journal of Environmental Education*, 36 (1): 33-44.
<https://doi.org/10.3200/joeec.36.1.33-44>
- BÖTTCHER, F. y MEISERT, A. (2011). Argumentation in Science Education: a model-based framework. *Science & Education*, 20, 103-140.
<https://doi.org/10.1007/s11191-010-9304-5>
- 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: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 32 (3), 425-442.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1281>
- DUCROT, O. (1980). *Les mots du discours*. Paris: Minuit.
- ERDURAN, S., SIMON, S. y OSBORNE, J. (2004). TAPPING into argumentation: developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88 (6), 915-933.
<https://doi.org/10.1002/scce.20012>
- GARCÍA GÓMEZ, J. y MARTÍNEZ BERNAT, F. J. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 28 (2), 175-184.
- HOGAN, K. (2002). Small group's ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 341-368.
<https://doi.org/10.1002/tea.10025>
- IZQUIERDO, M. y SANMARTÍ, N. (1998). Ensenyar a llegir i a escriure textos de ciències de la naturalesa. En Jorbà, J., Gómez, I. y Prat, A. (eds.). *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d'ensenyament-aprenentatge de les àrees curriculars*. Bellaterra: ICE de la UAB.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. y DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. (2003): Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 21(3), 359-378.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. y PEREIRO, C. (2002): Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24, 1171-1190.
<https://doi.org/10.1080/09500690210134857>
- KELLY, G. J. y TAKAO, A. (2002). Epistemic levels in Argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86: 314-312.
<https://doi.org/10.1002/scce.10024>
- LLORENS, J. A. y DE JAIME, M. (1995). La producción de textos escritos en el aprendizaje de las ciencias. Bases para un programa de investigación. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 7(2), 113-132.
<https://doi.org/10.1174/021470395321340484>
- MARTÍNEZ BERNAT, F. J. y GARCÍA GÓMEZ, J. (2009). Análisis del tratamiento didáctico de la biodiversidad en los libros de texto de Biología y Geología en Secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 23, 109-122.
- MENDONÇA, P. C. y JUSTI, R. (2013). The relationships between modelling and argumentation from the perspective of the model of modelling diagram. *International Journal of Science Education*, 35 (14), 2047-2434.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2013.811615>

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2011). Plan Estratégico del Patrimonio Natural y la Biodiversidad 2011-2017. Recuperado de: <http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/libro_plan_estrategico_pnb_tcm7-202703.pdf>.
- ORR, D. W. (1989). Ecological literacy. *Conservation Biology*, 3(4), 334-335.
- REY, B. (2000). ¿Existen las competencias transversales? *Educación*, 26, 9-17.
- ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALBERG-HENRIKSSON, H. y HEMMO, V. (2007). *Science education now. A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission.
- ROEGERS, X. (2007). *Pedagogía de la integración. Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*. San José, Costa Rica: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECI.
- SABARIEGO, M., MASSOT, I. y DORIO, I. (2014). Métodos de Investigación Cualitativa. En Bis-querra (coord.). *Metodología de la Investigación Educativa*. Madrid: La Muralla.
- SARDÀ, A. y SANMARTÍ, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 18, 405-422.
- TARDIF, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*. Montréal: Les Éditions Logiques.
- TOULMIN, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- TOULMIN, S., RIEKE, T. y JANIK, A. (1979). *An introduction to reasoning*. New York: Macmillan.
- VAN BENTHEM, J. (2006). Arte y lógica de la conversación. *Investigación y Ciencia*, 356, 44-49.
- VAN DIJK, T. A. (1978). *La ciencia del texto*. Barcelona: Paidós.
- VAN WEELIE, D. y BOERSMA, K. (2018). Recontextualising biodiversity in school practice. *Journal of Biological Education*, 52 (3), 262-270.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1338596>
- VAN WEELIE, D. y WALS, A. E. J. (2002). Making biodiversity meaningful through environmental education. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1143-1156.
<https://doi.org/10.1080/09500690210134839>
- VON AUFSCHNAITER, C., ERDURAN, S., OSBORNE, J., SIMON, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131.
<https://doi.org/10.1002/tea.20213>

Competences to improve the arguments and decision making on biodiversity conservation

Francesc Xavier Martínez Bernat
IES Gilabert de Centelles,
Nules, Castelló, España
martinez_fraber@gva.es

Ignacio García Ferrandis
Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials.
Universitat de València, València, España
ignacio.garcia-ferrandis@uv.es

Javier García Gómez
Estructura de Investigación Interdisciplinar en Sostenibilidad (ERI - Sostenibilidad).
Universitat de València, València, España.
javier.garcia-gomez@uv.es

Biodiversity turns out to be a complex concept, becoming an important curricular reference point. However, in the curricula of the European countries, a vision of science as detached from the problems of society is detected. Regarding the teaching of biodiversity, some authors warn about a reductionist and decontextualized treatment of this concept in the curricular materials of Spain. On the other hand, a greater presence in textbooks of ethical and political dimensions is claimed, which is consubstantial to the notion of biodiversity, and in general, the socio-environmental issue.

Biodiversity concerns all citizens, who can and should be trained to make decisions for their conservation. The orientation of the curricula contrasts with the preoccupation of the experts in biodiversity conservation on involving the public in the management of the crisis that derives from this problem. It is a new trend that demonstrates the fundamental role that culture and social structures play in the conservation of biodiversity, and which roots in a line of thought that has its origin in environmental literacy.

This research intends to discover if an advanced exercise of the necessary competences to make the concept of biodiversity significant in different contexts entails a considerable improvement of the quality of the arguments involved in the decision making on biodiversity conservation. For this purpose, a qualitative methodology has been applied to the analysis of 12 arguments, formulated by 5th grade students of Secondary Education, characterized by their high structural complexity. One of them is shown as an example.

First, students were asked to prepare an argued report on a decision to be taken in the context of the problem of biodiversity. The requested document consisted in the simulation of an order by the administration among citizen groups who would prepare a report on the possibilities of expanding the reserve areas of the samarugo (*Valencia hispanica*, an endangered fish, endemic to the eastern part of the Iberian Peninsula), as well as on the taking of effective measures, at a local scale, for the protection of this species, both in the newly introduced populations, as well as in those already existing. The document requested was accompanied by a dossier with the necessary information to interpret the problem on the wetlands and, specifically, the local territory. After the writing of this first report (pretest) a didactic intervention was carried out with the aim of introducing factors of variation regarding the situation prior to learning, in order to contribute to the improvement of the quality of the arguments used. These factors refer to how to understand, relate and apply certain concepts related to biodiversity and its conservation. The results reveal that, despite the level of structural cohesion and global coherence shown by the arguments analyzed, it is not possible to speak of a general tendency towards high levels of abstraction.