

# ANÁLISIS EXPLORATORIO SOBRE LA ARGUMENTACIÓN EN BIODIVERSIDAD EN ALUMNOS DE UN CENTRO DE SECUNDARIA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

Exploratory analysis on the argumentation in biodiversity in students of a secondary school in the Region of Valencia

*Francesc Xavier Martínez Berna\**, *Ignacio García Ferrandis\*\**, *Javier García Gómez \*\**

IES Gilabert de Centelles\*, Universitat de València \*\*

Correspondencia:

Nombre y apellidos: Francesc Xavier Martínez Bernat  
Mail: martinez\_fraber@gva.es

Recibido: 06/06/2017; Aceptado: 21/12/2017  
DOI: <https://doi.org/10.17398/0213-9529.36.2.195>

## Resumen

El propósito de este trabajo es analizar la mejora de la complejidad de los argumentos sobre biodiversidad empleados por el alumnado tras una intervención didáctica. La metodología utilizada es un estudio exploratorio con un diseño de tipo pre-test, tratamiento, post-test. La muestra está constituida por un total 36 grupos de alumnos (en total 108 alumnos) de primer curso de bachillerato. El instrumento de recogida de información se inspira en el funcionamiento de las Comisiones de Consenso para impulsar la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre temas científicos y tecnológicos. Para el análisis de datos se adopta el método de análisis cluster y basándonos en el modelo de análisis de la argumentación de Toulmin, se mide la mejora en la complejidad de la argumentación. Los resultados reflejan la dificultad de formular argumentos para alumnos que todavía no han recibido una preparación específica en competencias de contextualización.

**Palabras clave:** Argumentación en ciencias; Biodiversidad; Educación Secundaria Obligatoria.

## Abstract

The purpose of this paper is to analyze the improvement of the complexity of the arguments on biodiversity used by the students after a didactic intervention. The methodology used is an exploratory study with a pre-test, treatment, post-test design. The sample consists of a total of 36 groups of students (total 108 students) of the eleventh grade. The data collection instrument is inspired by the operation of the Consensus Committee, to promote citizen participation in decision-making on scientific and technological issues. For the analysis of data we adopt the method of cluster analysis, while based on the analysis model of the argumentation of Toulmin, we measure the improvement in the complexity of the argumentation. The results reflect the difficulty of formulating arguments for students who have not yet received a specific preparation in contextualization skills.

**Keywords:** Scientific argumentation; Biodiversity; Compulsory Secondary Education.

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación en didáctica de las ciencias no se ha mostrado indiferente al problema de la conservación de la biodiversidad y lo ha abordado desde diferentes puntos de vista. De esta manera se ha revisado el tratamiento que recibe la biodiversidad en los currículos y en los materiales curriculares, y se han analizado los valores y los conceptos que se ponen en juego en las decisiones sobre conservación. Asimismo, en relación a la biodiversidad y su conservación también se han elaborado estudios para detectar concepciones alternativas y dificultades de su aprendizaje, así como para el diseño de propuestas de mejora de su enseñanza, centradas en la construcción gradual de una noción más compleja de este concepto (Bermúdez y De Longhi, 2006; Songer, Kelcey y Gotwals, 2009; García y Martínez, 2010; Bermúdez et al., 2013). Al mismo tiempo, otra línea de investigación se ha ocupado de la argumentación y de la toma de decisiones sobre la conservación de la biodiversidad, con el objetivo de mejorar la calidad de estos procesos y de su resultado (Patronis, Potari y Spiliotopoulou, 1999; Jiménez-Aleixandre y Pereiro-Muñoz, 2002; Hogan, 2002; Grace, 2009; Lee y Grace 2010).

Por otro lado, es necesario destacar el papel que, en este trabajo, juega la noción de contextualización como referente inexcusable en el aprendizaje de los conceptos y en la resolución de los problemas sociocientíficos que se estructuran en torno a la biodiversidad. Esta premisa está en la base de la definición del elemento central de esta investigación: las competencias de contextualización de la biodiversidad. En este sentido, Le Boterf (2002) advierte del peligro de concebir la competencia en términos de encaje de recursos, en detrimento de una noción de competencia basada en la práctica. Este autor apunta como la definición de los referentes de las competencias a menudo adopta la forma de simple relación de recursos, respondiendo a una noción de la competencia como algo que existe por sí mismo, con independencia de las personas que las ejercen. Así, según el autor, las competencias se concretan en la práctica pertinente de los recursos en contextos particulares, y no es lo mismo evaluar los recursos que la puesta en práctica de estos.

Este trabajo se enmarca dentro de la línea de investigación sobre la argumentación y la toma de decisiones sobre la conservación de la biodiversidad. El objetivo planteado en la presente investigación es analizar la mejora de la complejidad de los argumentos sobre biodiversidad empleados por el alumnado tras una intervención didáctica.

## MARCO TEÓRICO

Una de las definiciones de biodiversidad más utilizada hoy en día es la propuesta en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (UNEP, 1992): "La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de que forman parte; comprende la diversidad en cada especie, entre especies y de los ecosistemas". De esta definición se desprenden tres niveles de biodiversidad: Diversidad dentro de las especies (Diversidad genética), entre especies (Diversidad de especies) y entre ecosistemas (Diversidad de ecosistemas). Así pues la definición de biodiversidad es compleja y por ello ha ido sufriendo modificaciones a lo largo de su historia. Por lo general, una visión reduccionista de este término llevó a pensar, hasta los años 80 del pasado siglo, que únicamente la diversidad biológica aludía a la diversidad de especies y se limitaba principalmente para caracterizar la pérdida de especies y la deforestación tropical. Hoy en día, el concepto ahora abarca la variabilidad de genes, especies y ecosistemas, así como los servicios que proveen a los sistemas naturales y a los humanos. La complejidad de este concepto dificulta las estrategias de comunicación y educación (Núñez, González-Gaudiano y Barahona, 2003).

### **Competencias de contextualización de la biodiversidad**

Respecto al ejercicio de las competencias de contextualización de la biodiversidad, supone una oportunidad para mejorar la toma de decisiones sobre problemas que atañen a la biodiversidad y su conservación. Las competencias de contextualización han sido concebidas a modo de ejes de integración de los conocimientos movilizables en situaciones-problema sobre biodiversidad. Ello facilita el reconocimiento de los patrones de razonamiento que rigen la toma de decisiones fundamentadas en este tipo de situaciones. A tal efecto han sido identificadas y caracterizadas por los autores de esta investigación las siguientes tres competencias o ejes de integración:

- Especificar significados, funciones, cualidades e implicaciones de la biodiversidad, y de sus conceptos asociados, para hacer significativo el concepto desde perspectivas diversas. (Competencia E)
- 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. (Competencia V)
- Aplicar una perspectiva sistémica y biocéntrica al establecimiento de conexiones entre los elementos implicados en la conservación de la biodiversidad. (Competencia A)

La primera competencia toma en consideración la visión general de la problemática con que se enfocan las situaciones relacionadas con la biodiversidad, sugiriendo la necesidad de considerar un abanico suficientemente amplio y complejo de significados, expectativas e implicaciones en torno a este concepto. Esta competencia hace referencia a la noción de alfabetización ambiental que pretende una ciudadanía crítica (González, 2001), capacitada para leer entre líneas e identificar los intereses que se esconden tras las noticias y opiniones sobre biodiversidad, que nos llegan a través de los medios de comunicación.

La segunda competencia aborda la contextualización a través de la capacidad de hacer explícitas las relaciones entre los niveles que conforman la diversidad biológica. Los conocimientos sobre las interacciones entre los niveles genético-poblacional, específico y ecológico, se aplican a la construcción de modelos operativos que sirvan para interpretar contextualmente la problemática de la biodiversidad en toda su complejidad, tanto a nivel estructural como funcional.

La tercera competencia intenta aproximarse a la contextualización de la biodiversidad desde una interpretación sistémica de las relaciones entre sus elementos, encuadrando la problemática en el contexto de las complejas relaciones entre la actividad humana y la biodiversidad. Trata de focalizar la mirada en el análisis de las causas y los efectos de esta problemática, y en la comprensión del lugar que ocupa la humanidad; por una parte, atendiendo a su condición de componente de un sistema a escala planetaria, el funcionamiento del cual supera su limitado campo de reacción; y al mismo tiempo, como único sujeto consciente y, por tanto, responsable, de su papel en la conservación del medio.

Hogan (2002) subraya la importancia de una instrucción científica competente, basada en la tradición constructivista y en conocimiento de las preconcepciones de los alumnos. Esta autora enfatiza que el pensamiento de los estudiantes muestra ser menos integrativo de lo que sería deseable para afrontar la complejidad de los problemas ambientales. Para salvar esta dificultad propone que el alumnado desarrolle una visión sistémica de las cosas, centrada en las interrelaciones, la contextualización y la integración de las ideas.

Siguiendo esta idea, el enfoque por competencias como modelo reúne estas características de integración y funcionalidad en el tipo de aprendizajes que propugna. Del mismo modo, no resulta en absoluto un planteamiento ajeno a la exigencia de contextualización, pues, como veremos más adelante, se definen siempre según el tipo de situaciones que deben ser resueltas.

En esta investigación el principal objeto de saber es el concepto de biodiversidad, caracterizado, como se ha visto anteriormente, por su complejidad. La noción de biodiversidad articula una red semántica hipercompleja constituida no sólo por sus diversos significados, implicaciones y expectativas que genera; si no también por su problemática y conceptos asociados. Hablamos de conceptos como hábitat, variabilidad poblacional, corredor ecológico, especie protegida, espacios naturales protegidos, etc. Estos contenidos pueden ser objeto de múltiples actividades, tales como: definirlos, compararlos, clasificarlos, establecer relaciones causales entre ellos, argumentar, etc. Pero, de acuerdo con Roegiers (2007), la movilización conjunta de estos contenidos y capacidades toma sentido siempre en el contexto de una situación particular que, a su vez y en el caso que nos ocupa, depende de la interpretación del concepto biodiversidad.

## METODOLOGÍA

La metodología utilizada es un estudio exploratorio con un diseño de tipo pre-test, tratamiento, post-test. En este trabajo se utiliza el modelo de Toulmin para el análisis de la argumentación, convenientemente adaptado por Erduran, Simon y Osborne (2004), en forma del método del cluster, para medir la mejora en la complejidad de la argumentación. El método del cluster consiste en categorizar los argumentos en niveles de complejidad creciente. La complejidad de los argumentos se incrementa con la adición de nuevos componentes a partir de una estructura que cuenta sólo con los tres elementos básicos: pruebas, conclusión y justificación. Los argumentos con esta estructura mínima se consideran de un nivel de complejidad III. Teniendo en cuenta esto, el orden de complejidad se incrementa gradualmente cada vez que la estructura de los argumentos aumenta su diversidad incorporando un componente nuevo, hasta completar los 7 de que consta el método del cluster: pruebas, justificación, conclusión, conocimiento básico, razones, refutación y validez.

Esta distinción fundamental que establece Toulmin (1958) entre los componentes básicos del argumento y el resto de elementos citados, obedece a la convicción que existe una estructura fundamental formada por elementos sin cuya presencia explícita, según el autor, no se puede hablar propiamente de argumento. A partir de esta, el argumento gana en complejidad si se aportan matices, ejemplificaciones y, sobre todo, fundamentos teóricos, o si se cuestionan las pruebas de argumentos contrarios. En este estudio se reconoce dicha diferenciación considerando dos grandes categorías de argumentos a comparar: los de nivel III, dotados de esta estructura básica, y los de nivel > III de estructura más compleja, implicando la movilización de las competencias de contextualización de la biodiversidad en la construcción de los componentes adicionales.

### **Muestra**

Para la investigación se realizó un muestreo intencional y participaron 108 estudiantes, 46 alumnos y 62 alumnas, de primer curso de bachillerato de un Instituto de Educación Secundaria de un municipio de la Comunidad Valenciana, durante dos cursos escolares sucesivos: 2010-2011 y 2011-2012. Las limitaciones de las muestras intencionales impiden generalizar a la población los resultados obtenidos. Sin embargo, se trata de un estudio exploratorio que posibilitará llevar a cabo posteriores investigaciones.

A efectos organizativos, se constituyeron un total de 36 unidades experimentales, de tres alumnos cada unidad. La asignación de los alumnos a los diferentes grupos o unidades experimentales tuvo lugar según criterios de afinidad personal entre ellos, siempre en el marco de su grupo-clase.

Los alumnos cursaban las modalidades del Bachillerato Científico-Tecnológico y Humanístico, (grupos B y C, respectivamente), habiendo seguido itinerarios diferentes en relación a las asignaturas de Biología cursadas en cuarto curso de ESO y primer curso de Bachillerato.

Respecto a la distribución en grupos de tres individuos (unidades experimentales), se ha considerado que el trabajo en pequeño grupo reporta ventajas con respecto a algunos asuntos relevantes para esta investigación. Por un lado, de esta manera no queda desatendido un aspecto tan importante como el carácter dialógico y social de la argumentación. Como han demostrado los investigadores de la comunicación, el lenguaje determina la cognición, y cada intervención en la conversación modifica el estado de información de los presentes. Los grupos, pues, disponen de formas especiales de conocer que son irreducibles al conocimiento de los individuos (Van Benthem, 2006). Asimismo, hay que considerar otros asuntos, como que de esta manera se promueve la constitución de comunidades de aprendizaje y la negociación de significados.

A fin de evaluar el ajuste de las muestras a una distribución de tipo normal se utilizó el test estadístico de Shapiro-Wilks, recomendado para muestras de tamaño superior a 30 casos. Debido al tamaño de la muestra ( $N = 36$ ), el ajuste a una distribución normal resulta una condición indispensable para la aplicación del test "T", basado en la comparación de las medias.

Como puede verse en las respectivas tablas 1 y 2 los valores de significatividad, tanto para la variable pretest como para la variable posttest, resultan ser inferiores a 0.05, lo cual indica que no se puede considerar que los respectivos datos se ajusten a una distribución normal, razón por la cual se aplican, en el apartado de resultados, métodos no paramétricos en la comparación de ambas variables.

**Tabla 1:** Resultados del test de normalidad para la variable pretest en argumentos de orden >III. (Df: grados de libertad, Sig: nivel de significación).

SHAPIRO-WILKS		
Estadístico	Df.	Sig.
0.762	36	0.000

**Tabla 2:** Resultados del test de normalidad para la variable posttest en argumentos de orden >III. (Df: grados de libertad, Sig: nivel de significación).

SHAPIRO-WILKS		
Estadístico	Df.	Sig.
0.733	36	0.000

Por otro lado, los conjuntos de datos correspondientes a las categorías de argumentos de orden IV (tabla 3), y superior a IV (tabla 4), no cumplen las condiciones para considerarse ajustados a una distribución normal. Por ello, en el apartado de resultados, se realiza un análisis inferencial para su comparación como datos emparejados en cada nivel de argumentación.

**Tabla 3:** Resultados del test de normalidad para las variables pretest y posttest en argumentos de orden IV. (Df: grados de libertad, Sig: nivel de significación).

SHAPIRO-WILKS					
Variable pre test			Variable post test		
Estadístico	Df.	Sig.	Estadístico	Df.	Sig.
0.762	36	0.000	0.687	36	0.000

**Tabla 4:** Resultados del test de normalidad para la variable posttest en argumentos de orden >IV, (la variable pretest tiene valor constante = 0). (Df: grados de libertad, Sig: nivel de significación).

SHAPIRO-WILKS		
Estadístico	Df.	Sig.
0.624	36	0.000

### **Procedimiento e Instrumento de recogida de datos**

El instrumento de recogida de información en esta investigación se inspira en el funcionamiento de las Comisiones de Consenso, una experiencia puesta en marcha en los años 80 por una comisión del parlamento Danés (The Danish Board of Technology). Se trata de una estrategia para impulsar la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre temas científicos y tecnológicos. Consiste en pedir a un grupo de ciudadanos que, tras consultar con expertos y representantes de grupos con intereses sectoriales relacionados con el tema, elaboren un documento donde se plasmen los puntos en que se ha alcanzado un consenso y aquellos en los que aún se mantiene una cierta discrepancia. Finalmente, este documento es presentado en una rueda de prensa nacional (Cuevas, 2008).

La petición del informe, que tuvo que confeccionar el alumnado en esta investigación, 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 samarugo (Valencia hispánica, pez en peligro de extinción endémico de la zona oriental de la Península Ibérica), así como sobre la toma de medidas efectivas, a nivel local, para la protección de esta especie, tanto a las poblaciones de nueva introducción, como 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 samarugo y al marjal de Nules (zona húmeda situada entre las desembocaduras del río Belcaire y del río Millars, en los municipios de Moncofa, Nules y Burriana, de gran riqueza en fauna y flora que sirve como estación de paso en la migración de las aves entre el norte de Europa y África). El informe realizado por el alumnado fue el instrumento de recogida de información que se analizaría posteriormente.

En primer lugar, antes de la intervención didáctica, se pidió al alumnado un informe siguiendo el funcionamiento de las Comisiones de Consenso. Posteriormente, la intervención didáctica se desarrolló de forma presencial en el transcurso de 18 sesiones, en el marco de la asignatura de "Ciencias para el Mundo Contemporáneo". Durante las sesiones se realizaban explicaciones y se coordinaban actividades en línea por parte de los grupos, asistiéndoles en las dudas planteadas. La intervención didáctica que se planificó incorporaba actividades de aprendizaje que, según Gerard y Braibant (2004), podemos clasificarlas según dos dimensiones. En primer lugar, según si están o no ligadas a un

contexto específico de aprendizaje. En este sentido se configuran dos tipos de actividades: las de estructuración, orientadas a desarrollar los recursos sin hacer referencia al contexto; y las funcionales, vinculadas a un determinado contexto de vida. Por otro lado, según la segunda dimensión, actividades de acuerdo al nivel de generalidad, donde distinguimos las actividades que requieren de una movilización conjunta de los recursos de aquellas en que son movilizados de manera puntual.

Además de las actividades, la intervención didáctica incluyó textos explicativos que desarrollaban asuntos sobre la contextualización de la biodiversidad. Estos textos incluían preguntas, de respuesta tanto abierta como cerrada. Su formato, como el de las actividades, venía dado por las características del soporte escogido para contener los materiales de la intervención. En este caso se trata de la conocida plataforma virtual de aprendizaje Moodle.

Finalmente, tras la intervención didáctica se pidió al alumnado que volvieran a redactar un informe con idénticas características al solicitado en principio, volviendo a considerar las posibilidades de implementar la reserva del samarugo y aconsejar sobre las medidas oportunas para el éxito de la empresa.

En el plano didáctico, esta tarea se puede interpretar, de acuerdo con Roegiers (2006), como el planteamiento de una situación-problema compleja, pensada para la movilización por parte del alumnado de unos determinados recursos o conocimientos, en función de un contexto concreto. Se aproxima al modelo que este autor denomina «situaciones de integración» (Roegiers, 2000, 2003), en el sentido de que está pensado para promover la movilización articulada de los recursos, en función de un perfil esperado de competencias.

De acuerdo con Gerard (2010), entendemos que el planteamiento escogido como situación-problema es adecuado para favorecer esta actividad por parte del alumnado, pues como este autor afirma, la utilización de las situaciones complejas conduce a una producción igualmente compleja por parte de los alumnos.

### ***Criterios empleados en la identificación de los componentes del argumento y de las competencias de contextualización y procedimiento de recogida de información***

Se ha descrito hasta ahora una metodología de análisis de la argumentación centrada en la caracterización de los componentes de los argumentos, de acuerdo con el modelo de Toulmin (TAP). Paralelamente, se ha trabajado con la identificación de las competencias de contextualización, interpretadas a modo de ejes de integración de los recursos empleados en la construcción de los argumentos. Somos conscientes de que este tipo de análisis implica sistemas de reconocimiento que, a pesar de su coherencia, a la hora de aproximarse a la realidad pueden presentar problemas de arbitrariedad, dada la complejidad de los esquemas y de las operaciones mentales que se ponen en juego en la argumentación. Para reducir al mínimo este componente subjetivo, los criterios empleados en la identificación de los componentes, así como su aplicación por parte del autor, han sido revisados por dos expertos en didáctica de las ciencias; reconsiderando los casos donde, de entrada, no ha habido consenso en su interpretación.

Kelly, Druker y Chen (1998) indican la existencia de problemas metodológicos en la aplicación del TAP en el análisis de la argumentación derivados de una cierta ambigüedad a la hora de caracterizar los elementos que forman parte. Debido a ello, concluyen que habría que restringir el ámbito de aplicación de este modelo al análisis de estructuras argumentativas relativamente cortas.

En esta línea, Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003) ejemplifican cómo distintos investigadores pueden interpretar de manera diferente un diálogo de aula. Los autores muestran cómo este componente subjetivo del análisis del discurso se hace patente a la hora de identificar los diferentes componentes de que consta el argumento, y concluyen que los debates sobre si un enunciado puede ser considerado como prueba, justificación u otro elemento, remiten a considerar que cuenta como prueba, justificación o conclusión para los propios alumnos. Y esto, independientemente de que la naturaleza exacta del enunciado esté efectivamente ligada a qué declaración sea tomada como premisa principal. Se establece así una distinción entre la naturaleza de los enunciados y su papel en el discurso, es decir: entre lo que los enunciados son desde el punto de vista ontológico y el papel que desempeñan en la estructura del argumento.

Jiménez-Aleixandre y Pereiro (2002) señalan que en argumentos sociocientíficos, la justificación debe considerarse en un sentido amplio del término, incluyendo no sólo el dominio científico, sino también el de los valores. En cuanto a las pruebas son “aquello a lo que apelamos con el fin de mostrar que un determinado enunciado es cierto o es falso” (Jiménez-Aleixandre, 2010). Así, pueden actuar como pruebas tanto datos de naturaleza empírica como teórica; tanto magnitudes o cantidades como informaciones cualitativas. Nos referimos a ellas como pruebas atendiendo a su papel en la evaluación de la conclusión. En este punto, las pruebas juegan el papel de premisa principal sobre la que se sustenta la conclusión.

También Erduran, Simon y Osborne (2004) hacen referencia a este problema cuando constatan como un enunciado en una conclusión puede, a su vez, actuar como justificación de otra conclusión, o puede constituir una nueva aserción que debe ser probada. Los autores sugieren que una forma efectiva de resolver este tipo de ambigüedades sería examinar el uso de palabras con función de conectores, del tipo de: ya que, entonces, porque... que delatan la intención con que los enunciados son empleados en la argumentación.

En cuanto a esta investigación, también nos hemos encontrado con dificultades derivadas de esta clase de problemas metodológicos, concretamente a la hora de distinguir entre los componentes del argumento, así como entre las competencias o ejes temáticos de integración de los recursos. Como veremos después en los ejemplos, el criterio seguido para salvar estas situaciones, ha sido considerar el grado de concreción en las formulaciones. Así, a la hora de tener que diferenciar el ejercicio de una u otra competencia, consideramos que la primera de las tres competencias de contextualización presenta una formulación más genérica, pudiendo considerar las otras dos competencias como casos concretos de esta especificación de significados e implicaciones que conforma la interpretación del concepto de biodiversidad desde perspectivas diversas.

A continuación, se presentan algunos ejemplos del análisis de argumentos que han sido seleccionados por cuanto plantean la clase de situaciones descritas. En ellos, los componentes de los argumentos se han codificado de la siguiente manera: Pruebas, evidencias o datos (D), Justificación (J), Conclusión (C), Razón o argumento complementario (R).

Ejemplo 1:

«<sup>1</sup>el samarugo necesita un medio donde no sufra alteraciones continuas, <sup>2</sup>por eso pensamos que la marjal de Nules no es el lugar adecuado para la introducción del samarugo y creemos que el lugar donde mejor se adaptaría el samarugo es el Río Anna de Burriana, <sup>3</sup>ya que es un medio donde no sufriría alteraciones tan continuas como en la marjal de Nules; <sup>4</sup>también porque en el Río Anna hay mejor calidad de agua, ya que no está contaminado por pesticidas y vertidos residuales»

Nivel 4 (DJRC)



Identificación de los componentes y de las competencias implicadas:

D «<sup>1</sup>el samarugo necesita un medio donde no sufra alteraciones continua» (competencia E)

C «<sup>2</sup>por ello pensamos que la marjal de Nules no es el lugar adecuado para la introducción del samarugo, y creemos que el lugar donde mejor se adaptaría el samarugo es el Río Anna de Burriana» (competencia E)

J «<sup>3</sup>ya que (el río Anna) es un medio donde no sufriría alteraciones tan continuas como en la marjal de Nules» (competencia E)

R «<sup>4</sup>también porque en el Río Anna hay mejor calidad de agua, ya que no está contaminado por pesticidas y vertidos residuales» (competencia A)

En este caso, consideramos que en los datos, la conclusión y la justificación, se ha puesto en ejercicio la competencia E, en el sentido que la formulación de estos componentes supone la capacidad de identificar las cualidades que hacen del hábitat del samarugo un medio adecuado para el desarrollo de esta especie. Sin embargo, la razón complementaria (R), aducida en el argumento, entendemos que da un paso más en este sentido, puesto que identificar la contaminación con pesticidas y aguas residuales como un factor a evitar, supone reconocer el factor humano como causante y facilitador de los procesos de pérdida de biodiversidad. Hablamos, por tanto, de la competencia A, ya que ello conlleva adoptar un punto de vista biocéntrico y un pensamiento sistémico.

Ejemplo 2.

«<sup>1</sup>En cuanto a la vegetación de la marjal, es necesario dejar que crezcan algas <sup>2</sup>ya que son necesarias para que la marjal este limpia <sup>3</sup>para favorecer el desarrollo de la especie»

Nivel 3DCJ

Identificación de los componentes y de las competencias implicadas:

D «<sup>2</sup>ya que son necesarias (las algas) para que la marjal esté limpia» (competencia E)

C «<sup>1</sup>En cuanto a la vegetación de la marjal, es necesario dejar que crezcan algas» (competencia A)

J «<sup>3</sup>para favorecer el desarrollo de la especie» (competencia E)

En este caso, entendemos que la competencia E ha sido ejercida al formular los datos y la justificación, ya que suponen la capacidad de asignar a las algas (en realidad se refieren a los macrófitos de agua dulce), la propiedad de filtrar y limpiar el agua. En la conclusión, sin embargo, consideramos que la competencia ejercida sería más bien la A, puesto que los autores del argumento se atreven a concretar una posible actuación humana coherente con lo ya expuesto, lo cual requiere de un pensamiento sistémico y biocéntrico.

Ejemplo 3:

«<sup>1</sup>(...), incorporar estas zonas húmedas supondría una mejora ecológica <sup>2</sup> porque filtran la contaminación. <sup>3</sup>Aparte tenemos la ventaja de que ya hay corredores ecológicos que facilitan la circulación de genes entre poblaciones aisladas. <sup>4</sup>Si estos corredores no estuvieran la fragmentación del hábitat de una población la dividiría en varias poblaciones que quedarían aisladas física y genéticamente cosa que formaría varias especies distintas con grupos más reducidos y sería más fácil su extinción»

Nivel 3 DCJ

Identificación de los componentes y de las competencias implicadas:

D «<sup>2</sup>porque filtran la contaminación. (...) <sup>3</sup>Aparte tenemos la ventaja de que ya hay corredores ecológicos que facilitan la circulación de genes entre poblaciones aisladas (competencias E, V y A)»  
C «<sup>1</sup>(...) incorporar estas zonas húmedas supondría una mejora ecológica» (competencia E)  
J «<sup>4</sup>Si estos corredores no estuvieran, la fragmentación del hábitat de una población la dividiría en varias poblaciones que quedarían aisladas física y genéticamente cosa que formaría varias especies distintas con grupos más reducidos y sería más fácil su extinción» (competencia A y V).

En este ejemplo nos encontramos ante el ejercicio simultáneo de las tres competencias de contextualización. La competencia E, se ejerce en los datos y en la conclusión. En ambos casos, se precisa funcionalmente el significado de conceptos clave desde la perspectiva de la conservación, como el de «corredor ecológico», o el de (incorporación al catálogo de) «zona húmeda».

La competencia V, entendemos que interviene tanto en los datos como en la justificación, ya que en estos componentes se interpreta la problemática desde nociones como la «circulación de genes y el aislamiento genético poblacional», respectivamente.

Respecto a la competencia A, pensamos que se ejerce igualmente al formular los datos y la justificación, puesto que en ambos casos se requiere de la aplicación de una perspectiva sistémica y global.

## RESULTADOS

El análisis se realizó sobre 302 argumentos (134 corresponden al pretest y 168 al postest) de todos los niveles extraídos a partir de los informes elaborados por el alumnado, atendiendo a la caracterización explícita de un mínimo de tres componentes: pruebas, conclusión y justificación. El análisis realizado mediante el método de los clusters ha servido para clasificar los argumentos según el orden de complejidad a que pertenecen. Así, se ha podido identificar un total de 222 argumentos correspondientes al orden III, 68 argumentos de orden IV, 7 pertenecientes al orden V y 5 argumentos de orden VI, no habiéndose identificado ningún argumento de orden VII.

En la tabla 5 se presentan los resultados de las medidas realizadas sobre el número de argumentos pertenecientes a los dos grandes órdenes de complejidad establecidos en esta investigación. Como se comentó en el apartado de metodología, se comparan los argumentos correspondientes al nivel III, que se limitan a una estructura básica de pruebas-conclusión-justificación, con los argumentos de nivel superior a III. Ambos bloques han sido organizados según si los argumentos proceden del informe previo a la intervención didáctica (pre) o posterior (post).

**Tabla 5:** Comparación de resultados por orden de complejidad. Número de argumentos según el nivel de complejidad, medido con el método clusters.

GRUPOS	NIVEL: argumentos orden III			argumentos orden > III		
	pre	post	post-pre	pre	post	post-pre
B1-10	2	6	4	0	1	1
B2-10	2	4	2	1	1	0
B3-10	2	2	0	1	0	-1
B4-10	3	0	-3	2	2	0
B5-10	5	2	-3	2	3	1
B6-10	1	5	4	1	1	0
B7-10	2	1	-1	2	1	-1
B8-10	3	15	12	2	2	0
C1-10	6	5	-1	4	6	2
C2-10	3	2	-1	0	0	0
C3-10	1	3	2	3	4	1
C4-10	1	0	-1	0	1	1
C5-10	2	1	-1	2	0	-2
C6-10	2	3	1	0	0	0
C7-10	2	2	0	1	0	-1
C8-10	3	3	0	1	2	1
C9-10	3	4	1	0	8	8
B1-11	4	1	-3	0	1	1
B2-11	5	2	-3	0	1	1
B3-11	1	4	3	0	2	2
B4-11	2	4	2	1	1	0
B5-11	5	1	-4	0	0	0
B6-11	3	3	0	1	1	0
B7-11	2	2	0	2	2	0
B8-11	1	2	1	0	1	1
B9-11	0	3	3	0	1	1
B10-11	5	2	-3	0	0	0
C1-11	8	7	-1	1	2	1
C2-11	4	2	-2	0	3	3
C3-11	4	5	1	0	0	0
C4-11	3	2	-1	0	2	2
C5-11	2	1	-1	0	0	0
C6-11	1	0	-1	0	1	1
C7-11	6	7	1	0	1	1
C8-11	5	8	3	1	1	0
C9-11	2	2	0	0	0	0
n= 36 /total:	106	116	10	28	52	24

Como se puede observar en la tabla 6, dado que el nivel de significación en ambas pruebas resulta ser inferior al nivel de riesgo asumido para el contraste de hipótesis (0.05), puede entenderse que existen diferencias estadísticas significativas entre las variables. A fin de interpretar el sentido de esta relación nos remitimos al número de casos en que la variable posttest supera a la variable pretest (diferencias positivas), que resulta ser de 17 casos frente a los 4 casos en que esto sucede al contrario (diferencias negativas). Ello indica una relación positiva entre la intervención didáctica realizada en el estudio y el aumento significativo del número de argumentos de orden superior a III que acabamos de mostrar.

**Tabla 6:** Resultados de los tests no paramétricos para la comparación de las variables post y pre test. (Sig: nivel de significación).

Wilcoxon Signed Ranks Test				Sign Test		
Diferencias Negativas	Diferencias positivas	z	Sig.	Diferencias negativas	Diferencias positivas	Sig.
4	17	-2.690	0.007	4	17	0.007

Hay que considerar que la distribución de los resultados en dos grandes categorías de argumentos, una de las cuales engloba todos los niveles de orden superior a III, resulta un criterio conveniente desde el punto de vista operativo aunque necesariamente simplificador. Por ello se ha considerado conveniente desglosar esta gran categoría de argumentos de orden superior a III en otras dos categorías (tabla 7), y comparar, mediante el correspondiente análisis inferencial, la distribución de los argumentos de nivel IV con la que siguen los que atañen órdenes superiores, es decir: niveles V y VI.

**Tabla 7:** Comparación de resultados por orden de complejidad. Número de argumentos según el nivel de complejidad, medido con el método clusters.

NIVEL: GRUPOS	argumentos orden IV			argumentos orden > IV		
	pre	post	post-pre	pre	post	post-pre
B1-10	0	1	1	0	0	0
B2-10	1	1	0	0	0	0
B3-10	1	0	-1	0	0	0
B4-10	2	1	-1	0	1	1
B5-10	2	2	0	0	1	1
B6-10	1	1	0	0	0	0
B7-10	2	0	-2	0	1	1
B8-10	2	2	0	0	0	0
C1-10	4	5	1	0	1	1
C2-10	0	0	0	0	0	0
C3-10	3	2	-1	0	2	2
C4-10	0	1	1	0	0	0
C5-10	2	0	-2	0	0	0
C6-10	0	0	0	0	0	0
C7-10	1	0	-1	0	0	0
C8-10	1	1	0	0	1	1
C9-10	0	7	7	0	1	1
B1-11	0	0	0	0	1	1
B2-11	0	0	0	0	1	1
B3-11	0	1	1	0	1	1
B4-11	1	1	0	0	0	0
B5-11	0	0	0	0	0	0
B6-11	1	1	0	0	0	0
B7-11	2	2	0	0	0	0
B8-11	0	1	1	0	0	0
B9-11	0	1	1	0	0	0
B10-11	0	0	0	0	0	0
C1-11	1	1	0	0	1	1
C2-11	0	3	3	0	0	0
C3-11	0	0	0	0	0	0
C4-11	0	2	2	0	0	0
C5-11	0	0	0	0	0	0
C6-11	0	1	1	0	0	0
C7-11	0	1	1	0	0	0
C8-11	1	1	0	0	0	0
C9-11	0	0	0	0	0	0
n= 36 /totals:	28	40	12	0	12	12

Como se vio en el apartado de metodología, los conjuntos de datos correspondientes a las categorías de argumentos de orden IV, y superior a IV, no cumplen las condiciones para considerarse ajustados a una distribución normal. Por esta razón se realiza el correspondiente análisis inferencial para su comparación como datos emparejados en cada nivel de argumentación (tablas 8 y 9).

**Tabla 8:** Resultados de los tests no paramétricos para la comparación de las variables post y pre test en argumentos de orden IV. (Sig: nivel de significación).

Wilcoxon Signed Ranks Test				Sign Test		
Diferencias negativas	Diferencias positivas	z	Sig.	Diferencias negativas	Diferencias positivas	Sig.
6	11	-1.111	0.266	6	11	0.332

**Tabla 9:** Resultados de los tests no paramétricos para la comparación de las variables post y pre test en argumentos de orden > IV. (Sig: nivel de significación).

Wilcoxon Signed Ranks Test				Sign Test		
Diferencias negativas	Diferencias positivas	z	Sig.	Diferencias negativas	Diferencias positivas	Sig.
0	11	-3.207	0.001	0	11	0.001

Como puede observarse en la tabla 8, correspondiente al nivel de los argumentos de orden IV, el nivel de significatividad resulta ser superior al nivel de riesgo asumido para el contraste de hipótesis (0.05), con lo cual no se puede inferir que, a este nivel, existan diferencias estadísticas significativas entre las variables antes y después de la intervención didáctica.

No ocurre igual respecto a los argumentos de nivel superior a IV cuyos resultados, recogidos en la tabla 9, muestran un nivel de significatividad claramente inferior a 0.05, motivo por el cual puede entenderse que existen diferencias significativas entre las variables. Dado que la variable postest supera a la variable pretest en 11 casos (diferencias positivas), no sucediendo en ningún caso al contrario (dado que no se formula ningún argumento de orden superior a IV antes de la intervención didáctica), se entiende que ello indica una relación positiva entre la citada intervención didáctica y la mejora en la argumentación de los sujetos participantes, considerando niveles de argumentación superiores al orden IV.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos antes de la intervención didáctica muestran una baja representatividad del número de argumentos de orden superior a III en el cómputo global de los grupos y una total ausencia de argumentación en órdenes de complejidad superior a IV.

La clave para entender estos resultados reside en los argumentos de orden IV, formulados de manera casi indistinta antes y después de la intervención didáctica. Los resultados de las pruebas no paramétricas de comparación de variables no arrojaban diferencias significativas en relación al número de estos argumentos de orden IV formulados antes y después de la intervención didáctica, lo cual

resulta coherente con el carácter progresivo del desarrollo de las competencias necesarias para aumentar la complejidad estructural de los argumentos. Así pues, como se puede comprobar en la tabla 5, aproximadamente un 41 % de los argumentos de orden IV fueron formulados antes de la intervención didáctica y un 59 % después. Este incremento del número de argumentos de orden IV formulados tras la intervención didáctica, unido al hecho que la formulación de argumentos de nivel superior a IV, haya ocurrido de manera exclusiva con posterioridad a esta intervención, lleva a pensar en una superación progresiva de la dificultad que para los alumnos conlleva la adición de componentes a la estructura básica compuesta por pruebas, justificación y conclusión; lo cual concuerda con el perfeccionamiento de unas incipientes competencias de contextualización de la biodiversidad durante el transcurso de la intervención didáctica. Por tanto, este incremento del número de argumentos de orden IV expuestos tras la intervención didáctica, junto a que la formulación de argumentos de nivel superior a IV, haya ocurrido únicamente tras la intervención, deja entrever que, efectivamente, ha habido una mejora de la complejidad de los argumentos sobre biodiversidad empleados por el alumnado tras la intervención didáctica, como se planteaba en el objetivo de la investigación.

Por otro lado, también se ha podido identificar que cuanto mayor es el número de componentes del argumento, más difícil resulta conseguir un texto cohesionado tanto a nivel micro como macroestructural. Un argumento que conste únicamente de pruebas, justificación y conclusión, resulta más sencillo de planificar y de cohesionar que otro que, además, incorpore la refutación de otros argumentos.

De acuerdo con Saiz y Rivas (2008), en el proceso de pensamiento, la utilización de estrategias de razonamiento precede a la planificación. Primero se ponen estas habilidades en marcha, para corregir y evaluar, después las actuaciones en función de los resultados, elaborando mecanismos de control que buscan asegurar un resultado definitivo y favorable a nuestros intereses. Esta falta de planificación previa supone un factor añadido a la dificultad inherente del proceso de argumentación, basado en el razonamiento. Para Henle (1962), la manera como entendemos la realidad marca el curso de nuestros razonamientos, esto es: empleamos nuestra lógica particular, sin atender aspectos tan esenciales como las relaciones entre las ideas. Así pues, la falta de complejidad estructural en la mayoría de los argumentos formulados en el estudio es, en parte, reflejo de esta improvisación y falta de integración entre las ideas.

Desde el enfoque competencial defendido en este estudio, la mejora de la complejidad en la argumentación responde a la adquisición de nuevos recursos para hacer significativo el concepto de biodiversidad en contextos diversos, y de la capacidad de movilizar coordinadamente estos conocimientos en función de un objetivo y de una situación particular.

Partiendo de la idea que la integración de los conocimientos resulta clave en la creación de sentido ante una situación, y que las relaciones entre las ideas se configuran en función de los significados que adquieren en una situación particular, cabe destacar la importancia del papel que la contextualización del concepto de biodiversidad desempeña en la mejora de la argumentación. Estas conclusiones están en sintonía con los resultados de Jiménez Aleixandre y Pereiro Muñoz (2002), así como con Hogan (2002), que mostraban la importancia fundamental de la manera en que los estudiantes integraban la información a la hora de tomar y argumentar sus decisiones sobre conservación de la biodiversidad. También Grace (2009) enfatiza la necesidad de dotar a los estudiantes de marcos estructurados de pensamiento para mejorar la calidad de sus razonamientos en la resolución de problemas de conservación de la biodiversidad.

Por otra parte, Bermúdez y De Longhi (2006) han señalado la necesidad de una transposición didáctica del concepto de biodiversidad acorde con los enfoques propios de las didácticas específicas. Para Bermúdez et al. (2013), el listado de contenidos del currículo oficial del Estado Español no garantiza la transposición del concepto actual de biodiversidad. Todo ello hace pensar en la necesidad de abrir vías de investigación para reestructurar el enfoque de la enseñanza de la biodiversidad aportando una visión más significativa, funcional e integral de este concepto, tarea en la cual las competencias de contextualización pueden desempeñar un papel relevante.

## REFERENCIAS

- Bermúdez, G. y De Longhi, A. (2006). Propuesta curricular de hipótesis de progresión para conceptos estructurantes de ecología. *Campo Abierto*, 25(2), 13-38.
- Bermúdez, G., De Longhi, A., Díaz, S. y Gavidia, V. (2013). *Tratamiento de la biodiversidad en los textos escolares de la Educación Secundaria en España*. Comunicación presentada en el IX Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona. España.
- Cuevas, A. (2008). Conocimiento científico, ciudadanía y democracia. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 4(10), 67-83.
- 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.
- García, J. y Martínez, F.J. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 175-174.
- Gerard, F.M. (2010). L'évaluation des compétences par des situations complexes. En G. Baillat, D. Niclot y G. Ulma (Ed.), *La formation des enseignants en Europe* (231-241). Bruxelles: De Boeck,.
- Gerard, F.M. y Braibant, J.M. (2004). Activités de structuration et activités fonctionnelles, même combat? Le cas de l'apprentissage de la compétence en lecture à l'école primaire. *Français 2000*, 190-191, 24-38.
- González, E. (2001). ¿Cómo sacar del coma a la Educación Ambiental? La alfabetización: un posible recurso pedagógico-político. *Ciencias Ambientales*, 22,15-23.
- Grace, M. (2009). Developing High Quality Decision-Making Discussions About Biological Conservation in a Normal Classroom Setting. *International Journal of Science Education*, 31(4), 551-570.
- Henle, M. (1962). On the relation between logic and thinking. *Psychological Review*, 69, 366-378.
- Hogan, K. (2002). Small group's ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 341-368.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- 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.
- 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*, 21(3), 359-378.
- Kelly, G., Druker, S. y Chen, C. (1998). Students' reasoning about electricity: combining performance assessments with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, 20(7), 849-871.
- Le Boterf, G. (2002). De quel concept de compétence avons-nous besoin? *Soins cadres*, 41, 1-3.
- Lee, Y. C. y Grace, M. (2010). Students' reasoning processes in making decisions about an authentic, local socio-scientific issue: bat conservation. *Journal of Biological Education*, 44(4), 156-165.
- Patronis, T., Potari, D. y Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21(7), 745-754.

- Roegiers, X. (2000). *Une pédagogie de l'intégration*. Bruxelles: De Boeck.
- Roegiers, X. (2003). *Des situations pour intégrer les acquis scolaires*. Bruxelles: De Boeck.
- Roegiers, X. (2006). *¿Se puede aprender a bucear antes de saber nadar? Los desafíos actuales de la reforma curricular*. Ginebra: UNESCO.
- Roegiers, X. (2007). *Pedagogía de la integración. Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*. San José: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECI.
- Saiz, C. y Rivas, S. (2008). Intervenir para transferir el pensamiento crítico. Comunicación presentada en la *Conferencia Internacional: Lógica, Argumentación y Pensamiento Crítico*. Santiago de Chile. Chile.
- Songer, N. B., Kelcey, B. y Gotwals, A. W. (2009). How and when does complex reasoning occur? Empirically driven development of a learning progression focused on complex reasoning about biodiversity. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 610-631.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- UNEP. (1992). *Convention on Biological Diversity*. Recuperado de <https://www.cbd.int/convention/text/default.shtml>
- Van Benthem, J. (2006), Arte y lógica de la conversación. *Investigación y Ciencia*, 356, 44-49.