



La competencia de acción con conciencia socioecológica y los centros de ciencia

The Action Competence with Socio-Ecological Consciousness and Science Centers

Elena Boadas Mir

*Departamento de Educación, Facultad de Psicología, Ciencias de la Educación y del Deporte (Blanquerna),
Universidad Ramon Llull, Barcelona, España*
elenabm@blanquerna.url.edu

Conxita Márquez Bargalló

*Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación,
Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España*
conxita.marquez@uab.cat

RESUMEN • Los centros de ciencia se han convertido en referentes para las escuelas que buscan para sus alumnos contextos reales que favorezcan la educación para el desarrollo sostenible desde una perspectiva competencial. Este estudio analiza la aportación de un centro de ciencia en el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica en estudiantes de primaria (10-11 años), después de participar en una de sus actividades, a partir del análisis de los argumentos en respuesta a una pregunta abierta. La investigación compara los resultados durante dos cursos escolares, después de modificar didácticamente la actividad en el segundo curso para incrementar el desarrollo de dicha competencia. Se constata que con dichos cambios el alumnado aumenta su competencia de acción con conciencia socioecológica, incorporando conocimientos y confianza en su capacidad de influir para actuar.

PALABRAS CLAVE: Centro de ciencia; Competencia de acción; Conciencia socioecológica; Educación para el desarrollo sostenible; Educación Primaria.

ABSTRACT • Science centers have become references for schools that seek real-world contexts and promote Education for Sustainable Development from a competence perspective. This study analyzes the contribution of a science center to the development of the action competence with socio-ecological Consciousness in primary school students (aged 10-11), after participating in one of its activities, based on the analysis of arguments in response to an open-ended question. The research compares the results over two school years, after pedagogically modifying the activity in the second year to increase the development of this competence. It is confirmed that with these changes, students increase their action competence with socio-ecological Consciousness, incorporating knowledge and confidence in their ability to influence and act.

KEYWORDS: Science center; Action competence; Socio-ecological Consciousness; Education for Sustainable Development; Primary Education.

Recepción: octubre 2023 • Aceptación: abril 2025 • Publicación: junio 2025

Boadas Mir, E. y Márquez Bargalló, C. (2025). La competencia de acción con conciencia socioecológica y los centros de ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 43(2), 125-143.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6056>

INTRODUCCIÓN

El aumento de los problemas socioecológicos en la era del Antropoceno del siglo *xxi* ha impulsado iniciativas que plantean una nueva relación de las personas con el entorno. Naciones Unidas (2015) promovió la Agenda 2030 concretando los ámbitos que debían abordarse para mejorar el futuro de la humanidad. Este impulso dio valor a propuestas que desde los años setenta del siglo *xx* trabajaban en educación ambiental a través de entidades de educación no formal y a la actualización de sus enfoques hacia la ecociudadanía (Sauvé, 2017), la ciudadanía ambiental (Hadjichambis y Reis, 2020) y la perspectiva socioecológica (Eisenmenger et al., 2020). La voluntad de contribuir a la educación para una ciudadanía con conciencia socioecológica, es decir, con capacidad multidimensional para actuar de manera sostenible (Gericke et al., 2019), ha orientado las actividades de estas entidades. Un caso particular de ellas son los centros de ciencia (museos de ciencia, parques zoológicos, centros de recuperación de fauna, por citar algunos ejemplos) (Boadas, 2020), especializados en ciencia, naturaleza o tecnología, que investigan, conservan, exhiben el patrimonio material e inmaterial, están abiertos al público, divulgan y tienen voluntad educativa (ICOM, 2023).

Desde la educación formal, los currículos competenciales también hacen hincapié en una formación que contribuya a la consecución de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. Para ello, la Unesco (2017) ha facilitado sugerencias desde la pedagogía transformadora orientada a la acción, poniendo énfasis en la respuesta activa, crítica y transformadora de los alumnos. Asimismo, el «Marco de Ciencias PISA 2025» (OECD, 2023) ha descrito las actitudes para tomar decisiones ante retos socioecológicos y actuar de forma transformadora, sintetizadas en la «Agencia en el Antropoceno». Estas aportaciones refuerzan la identidad de la competencia de acción (Breiting y Mogensen, 1999; Olsson et al., 2022). Por último, destacan que el centro escolar debe colaborar con agentes del entorno (Unesco, 2020), construyendo ecosistemas educativos (Díaz-Gibson et al., 2014) para favorecer una educación de calidad (Sass et al. 2020).

Hay pocos estudios sobre la incidencia de las actividades educativas de un centro de ciencia en el desarrollo competencial del alumno, y menos aún orientados a la competencia de acción. Por ello, esta investigación pretende ofrecer datos para constatar el papel del centro de ciencia en el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica a través del diseño de sus actividades educativas. El estudio se centra en interpretar la capacidad de los alumnos de primaria (10-11 años) para tomar decisiones y actuar a través del análisis de sus argumentos, al responder a una pregunta sobre un problema socioecológico trabajado previamente en una actividad en un centro de ciencia e identificar correlaciones entre el diseño de la actividad y los resultados obtenidos.

MARCO TEÓRICO

Relación de los centros de ciencia y los centros escolares

La tendencia de alfabetizar científicamente a la ciudadanía ha favorecido que muchos centros de ciencia incorporen en sus objetivos un enfoque educativo. En su voluntad de abrirse a los escolares para compartir conocimientos, dichos centros han diseñado actividades desde la pedagogía de educación no formal (Trilla, 1993). Este enfoque les ha permitido ofrecer propuestas vinculadas a los currículos establecidos, pero más flexibles, que contribuyen a despertar la motivación por sus temáticas (Revuelta et al., 2016) y a generar opinión a partir de problemas socioecológicos (Koster, 1999), complementando la tarea de la escuela en entornos diferentes (Colom, 2005).

Los docentes de los centros educativos consideran los centros de ciencia un recurso didáctico (Abenza-Bernal y Robles-Moral, 2022; Medir et al., 2023) que da continuidad al proceso de

enseñanza-aprendizaje fuera de la escuela (Llebrés, 2021). A su vez, les permite tener experiencias directas y contextualizadas en la realidad, y les ayuda a tratar temáticas complejas con metodologías y datos actualizados, que incorporan en su secuencia de enseñanza-aprendizaje. En algunos casos, los docentes consultan catálogos de actividades como consumidores de propuestas. Sin embargo, en otros casos, la relación entre escuela y centro de ciencia se establece desde una perspectiva de cooperación y enriquecimiento mutuo (Díaz-Gibson et al., 2014). El interés compartido entre ambas instituciones puede facilitar la transparencia en los objetivos de aprendizaje, el vínculo de los contenidos con el currículum escolar, el enfoque de las actividades y la integración en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de materiales didácticos para preparar la visita y para continuar trabajando en el aula después de la visita (Alves, 2017); pero también puede incrementar su visión de los problemas socioecológicos y enriquecer el desarrollo de la capacidad para tomar decisiones de cara a la acción ambiental. En definitiva, podría contribuir al desarrollo competencial, que requiere tiempo y perseverancia.

Las investigaciones que abordan la aportación de los centros de ciencia en los escolares han constatado, por un lado, una contribución al desarrollo de la competencia científica en general (Boadas, 2020), un incremento en el desarrollo de aprendizajes conceptuales (Ceballos y Vilchez, 2017; Talisayon, 1998) y de aprendizajes afectivos y actitudinales (Salmi, 2003; Zapata et al., 2012), así como un cambio en la relación de los alumnos con el entorno desde la perspectiva socioambiental (Alves, 2017). Y, por otro lado, la valoración del docente para fortalecer este vínculo a través del trabajo en el aula (Anderson et al., 2003). Este estudio pretende avanzar en esta relación y evidenciar cómo la participación del alumnado en una actividad concreta contribuye al desarrollo de la competencia de acción.

El centro de ciencia en el que se contextualiza esta investigación es la Fundación para la Conservación y Recuperación de Fauna Marina (Fundación CRAM), situada en El Prat de Llobregat (España). Su programa educativo aborda problemáticas socioecológicas vinculadas con el medio marino y se basa en el desarrollo competencial desde el conocimiento, la sensibilización y la actuación en el alumnado (Boadas et al., 2018).

Enfoque socioecológico de las actividades educativas en los centros de ciencia

Las problemáticas científicas y ambientales que emergen en la era del Antropoceno son un reto para los ciudadanos que deben construir nuevas relaciones con el entorno. Para ello, deben desarrollar una conciencia socioecológica que aborda pensamiento sistémico y creatividad resolutoria (Olsson et al., 2020).

Las actividades educativas diseñadas bajo el enfoque socioecológico se sustentan en los principios de la educación ambiental, que reconoce el valor de comprender la realidad desde una perspectiva compleja, sistémica y global para apreciar las relaciones de las personas con el medio ambiente, tomar decisiones y tener comportamientos afines a la calidad ambiental (Charles et al., 2018). Se enriquecen con la perspectiva de la educación para el desarrollo sostenible (EDS), que promueve un desarrollo más justo, equitativo y sostenible para las generaciones actuales y las futuras (Sauvé, 2017), e integran la conexión de los sistemas humanos con los naturales en relación con los retos ambientales (Eisenmenger et al., 2020). Las recomendaciones de la Unesco (2017) también constituyen una referencia centrada en el alumno como aprendiz y como ciudadano activo capaz de pensar de forma crítica, de plantear un futuro sostenible y de actuar.

La perspectiva competencial (OECD, 2000) que orienta el enfoque de las situaciones de aprendizaje en el aula ha sido una oportunidad también para replantear las actividades en los centros de ciencia. En este sentido, se han introducido aspectos didácticos como la contextualización del aprendizaje a partir de problemas socioecológicos y las metodologías participativas y grupales. También las aportaciones del marco PISA 2025 (OECD, 2023), en su concreción de la competencia científica y la competencia científica ambiental, al destacar que, además de los conocimientos, los alumnos deben

desplegar actitudes y factores afectivos, en contextos socioecológicos diversos, que han contribuido a este replanteamiento. Así como la interpretación de algunos autores que integran ambas competencias bajo el nombre de competencia en sostenibilidad, dando una visión vinculada a la EDS (Bianchi et al., 2022; Brundiens et al., 2021; Cebrián et al, 2024; González y Gomez, 2022), y que identifican tres dimensiones: conceptual (enunciados informativos o declarativos sobre conocimientos relacionados con la sostenibilidad), actitudinal (motivaciones, creencias y predisposición) y comportamental (formas sostenibles de actuar o de comportarse). Estas dimensiones han sido utilizadas para analizar parte de los resultados de este estudio.

A partir de estos referentes y considerando el modelo de aprendizaje constructivista y colaborativo (Rennie y Johnston, 2004), se puede orientar el diseño de las propuestas didácticas para que sean competenciales, con un enfoque socioecológico y que promuevan la acción. Las características que deberían tener estas actividades de centros de ciencia con este enfoque se presentan a modo de resumen en la tabla 1.

Tabla 1
Características de actividades educativas competenciales con enfoque socioecológico

<i>Elementos didácticos</i>	<i>Características</i>
Contexto	- Problemáticas del entorno cercano del alumno (personal o local) (escuela y fuera de ella), aunque tengan repercusiones globales.
	- Contacto con otros agentes educativos.
Problemática	- Reflejo de la complejidad socioecológica.
Secuencia didáctica	- Sitúa el problema en el centro de la actividad y se plantea como un reto socioecológico.
	- Favorece la construcción de aprendizajes significativos.
	- Alumno protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje.
Metodología en la resolución del problema	- Experiencial, cooperativa y participativa.
	- Despierta la curiosidad, el interés y comporta una investigación tanto de los aspectos científicos como de los diferentes puntos de vista de las partes interesadas.
	- Promueve el debate y el consenso social.
	- Potencia el desarrollo de la conciencia socioecológica e impulsa el hábito de tomar decisiones sostenibles.
	- Favorece la construcción de una visión futura.
	- Desarrolla la confianza en la capacidad de influir, de actuar y de transformar la realidad socioecológica, individual y colectivamente.

Fuente: elaboración propia a partir de Breiting et al. (2009), González y Gómez (2022), Jensen y Schnack (1997), Schnack (2008) y Unesco (2017).

Este enfoque socioecológico de las actividades diseñadas en centros de ciencia se presenta como una oportunidad de aprendizaje conceptual, actitudinal y comportamental que puede constituir un modelo para centros escolares (Hasselhorn y Gold, 2022) y que enriquecería las propuestas que realizan algunos docentes, centradas en la búsqueda de información o en acciones puntuales y que no favorecen procesos transformadores (Breiting et al., 2009; Sanmartí y Pujol, 2002). Implican también una revisión del trabajo previo y posterior en el centro escolar coherente con esta perspectiva (Medir et al., 2023).

Algunos estudios han identificado las aportaciones en el alumnado al trabajar a partir de un problema ambiental (Malone, 2008), algunas implicaciones metodológicas para favorecer el pensamiento

crítico en alumnos de primaria ante este tipo de problemas (Breiting et al., 2009), y cómo desplegar la conciencia ambiental (Yesilyurt et al., 2020). Sin embargo, se detecta la necesidad de continuar generando conocimiento sobre la contribución de los centros de ciencia al desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica.

El desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica en el alumnado de primaria

En ocasiones, los alumnos de primaria se enfrentan a situaciones donde deberían dar respuesta desde una mirada socioecológica a la construcción de un futuro más sostenible. Para abordarlas, necesitan tanto un conocimiento científico y unas competencias que les permitan comprender los fenómenos relacionados con la ciencia y el medioambiente como desarrollar su identidad científica (OECD, 2023) para tomar decisiones fundamentadas y actuar responsablemente ante los impactos que se generen. Algunos autores consideran esta última capacidad una competencia en sí misma, bajo el nombre de competencia de acción (Breiting y Mogensen, 1999; Olsson et al., 2022).

La competencia de acción ha sido muy estudiada en el ámbito de la educación ambiental, que la sitúa en el centro de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Mogensen y Schnack, 2010; Torsdottir et al., 2024). Para explicarla, Breiting et al. (2009) identificaron tres categorías (una cognitiva, otra basada en valores sociales y una tercera basada en la personalidad), y posteriormente Sass et al. (2020) las actualizaron (cognitiva, conductual y afectiva). En la tabla 2 se describen estas últimas categorías en las que se fundamenta parte del análisis de esta investigación.

Tabla 2
Categorías de la competencia de acción según Sass et al. (2020)

<i>Categoría</i>	<i>Descripción</i>
Cognitiva	Conocimientos y habilidades sobre el problema y las posibilidades de acción individual y normativa. Estrategias de reflexión crítica y priorización de diferentes soluciones posibles.
Conductual	Compromiso (intención, objetivos) y pasión para contribuir a la acción.
Afectiva	Confianza en las propias capacidades para influir en el cambio.

Estas categorías están relacionadas y constatan que se requiere conocimiento crítico y motivación para realizar una acción concreta (OCDE, 2023). También Schnack (1977) expone que el desarrollo de esta competencia va asociada a acciones conscientes, informadas y con una intencionalidad concreta, y que pueden ser indirectas, como protestas o recomendaciones a terceros, o directas, como una restauración ecológica realizada en primera persona (Jensen y Schnack, 1997).

Las situaciones de aprendizaje con retos socioecológicos que se plantean a los alumnos están integradas en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación formal o en la educación no formal, y se vinculan a diferentes contextos (OECD, 2023): personales (relacionados con uno mismo, la familia y los grupos de pares), locales (relacionados con la comunidad) o globales (en relación con todo el mundo), que evidencian la relación interdisciplinar de conocimientos (Sinakou et al., 2019). En este estudio, el reto socioecológico proporcionado por el centro de ciencia en la actividad responde a un contexto local (la sobreexplotación pesquera y el desequilibrio del ecosistema) con repercusiones tanto personales (el uso de los recursos naturales) como globales (importancia de la biodiversidad y la extinción de especies). La percepción que pueda tener el alumno de la problemática y del contexto determi-

ará su compromiso para influir y su acción (Breiting, 2018), ya sea porque despierta el sentimiento de propiedad o por considerarlo como algo ajeno resultado de un ejercicio escolar.

Por ello, el reto que implica el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica en los alumnos de primaria conlleva plantear propuestas que les inquieten, en las que puedan influir (Sinakou et al., 2019) y que les generen emociones positivas de forma colectiva (Sanmartí y Pujol, 2002). Sin embargo, algunos estudios señalan que en las escuelas o bien no se generan estas situaciones, debido a la percepción que los alumnos son demasiado jóvenes para ello y delegan dicha responsabilidad a los adultos, o bien, si trabajan con problemas socioambientales, no siempre se traduce en acciones reales, sino en propuestas teóricas, incluso a veces reproductivas (Breiting et al., 2009). Por otro lado, otros estudios (Sass et al., 2020) muestran cómo la participación del alumnado en los procesos socioecológicos de la escuela desarrolla la confianza en su capacidad de influencia para intentar un cambio. Estos resultados indican que, aunque surgen investigaciones en el entorno educativo para comprender los factores que contribuyen al desarrollo de la competencia de acción en el alumnado, no hay datos suficientes para identificarlos ni para concretar las implicaciones pedagógicas que se deberían considerar. Este estudio pretende aportar conocimiento sobre el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica en alumnos de primaria desde un centro de ciencia, así como sobre sus implicaciones didácticas.

OBJETIVOS

El objetivo de este artículo es contribuir a la investigación del desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica a partir de la participación de alumnos de primaria en una actividad de un centro de ciencia. Los objetivos específicos planteados para esta finalidad son:

- O1 Identificar las tipologías de argumentos (conceptual, actitudinal y comportamental) que utilizan los alumnos para justificar sus decisiones para actuar, al responder a una pregunta sobre un problema socioecológico trabajado previamente en una actividad educativa en un centro de ciencia.
- O2 Interpretar el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica que muestran los alumnos de primaria a partir de la categorización de sus argumentos comportamentales y relacionarlo con los elementos didácticos de la actividad.

METODOLOGÍA

Participantes

En esta investigación han colaborado centros escolares que han participado en la actividad educativa «Protegemos los tiburones» en la Fundación CRAM, repartidos en dos cursos escolares (2013-2014 y 2014-2015), siendo un total de 19 grupos de alumnos de 10-11 años, y un total de 429 alumnos (tabla 3).

Tabla 3.
Distribución de grupos, códigos
de grupo y alumnos participantes por curso escolar

<i>Curso escolar</i>	<i>N.º de grupos</i>	<i>Códigos de los grupos</i>	<i>N.º de alumnos</i>
2013-2014	7	A, C, D, E, F, G, H	158
2014-2015	12	I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T	271

La participación en la actividad venía determinada por la elección del docente antes de visitar el centro de ciencia. A partir de ese momento, la investigadora contactó con él para invitarlo a participar en el estudio y le facilitó un cuestionario con preguntas abiertas (<https://bit.ly/Cuestionariomaestro>) para contextualizar la visita dentro de su programación de aula. En las respuestas se constató que los grupos que participaron desconocían la problemática socioecológica planteada. En algunos casos habían trabajado el concepto de especie en peligro de extinción buscando información (grupos A, C, E, F), otros habían buscado información sobre los tiburones desde el punto de vista biológico sin tener en cuenta su problemática (grupo H), y algún grupo había buscado noticias sobre el impacto humano en el medio (grupos J, S), por citar algunos ejemplos. En este estudio, aunque se ha recogido esta información, debido a no poder incidir en ella, no se ha considerado y se ha puesto el foco en la actividad de la entidad sobre la cual sí se podía incidir.

Contexto de la actividad

La actividad educativa en la que participaron, «Protegemos los tiburones», fue diseñada por el equipo pedagógico de la Fundación CRAM en el que colaboraba la primera firmante del artículo, y la implementaron los educadores. El problema socioecológico que planteaba era la conservación de los tiburones, ya que debido a la sobrepesca y al aleteo (cercenamiento de las aletas, en inglés *finning*) algunas especies de tiburón están en peligro de extinción. Para contextualizar dicha problemática se facilitaron datos reales que acercaban la situación a su entorno cercano (la flota de su país era una a las que más afectaba). Los objetivos de esta eran dar a conocer la problemática de la conservación de tiburones, sensibilizar al alumnado para que empatizara con la situación y, sobre todo, motivarlo para sugerir acciones que mitigaran el problema.

La secuencia didáctica de la actividad constaba de cuatro fases dinamizadas por un educador o educadora:

- Fase 1: Explicación del educador o educadora sobre las características morfológicas de los tiburones delante de una maqueta de tiburón blanco y en una exposición sobre la diversidad de tiburones y su estado de conservación.
- Fase 2: Visualización del impacto humano en el mar a través de vídeos y fotografías sobre prácticas de pesca no sostenibles (aleteo, pesca de tiburones pequeños o capturas accidentales) y a través de un juego de simulación sobre el papel de estos animales en la red trófica.
- Fase 3: Debate (juego de rol) sobre una situación ficticia de pesca de tiburones, representando a distintos agentes (pescadores artesanales, pescadores industriales, Administración y ecologistas) para tomar una decisión resolutive.
- Fase 4: Reflexión crítica sobre acciones en su contexto personal y local para reducir la problemática.

En la actividad del primer curso se detectaron aspectos de mejora con base en las características de actividades educativas competenciales con enfoque socioecológico (tabla 1) y se introdujeron modificaciones en el segundo curso para potenciar la competencia de acción con este enfoque (tabla 4). Estos cambios se correlacionaron con los resultados como parte de la discusión de este estudio.

Tabla 4.
Aspectos de mejora y elementos modificados
en la actividad educativa del centro de ciencia durante el segundo curso escolar

<i>Aspectos de mejora de la actividad educativa del centro de ciencia</i>	<i>Modificaciones introducidas en la actividad del segundo curso escolar</i>
Para facilitar la comprensión de la problemática socioecológica y la adquisición de conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> – Reorientación de las explicaciones del educador o educadora incorporando el modelo ecosistémico para contextualizar el problema socioecológico. – Estructuración de la secuencia didáctica con un hilo conductor claro que muestre la complejidad del problema desde la proximidad. – Incremento de datos y evidencias contrastadas para contextualizar la problemática. – Mejora del juego de simulación para visibilizar el papel de los tiburones en el equilibrio del ecosistema marino.
Para despertar el interés y la conciencia socioecológica	<ul style="list-style-type: none"> – Visionado de vídeos y fotografías para acercar la realidad al alumnado. – Refuerzo de las dinámicas participativas para vivenciar los contenidos en el juego de simulación.
Para analizar la complejidad socioecológica del problema	<ul style="list-style-type: none"> – Potenciación del debate para integrar múltiples visiones del problema y la dificultad de llegar a consensos, a través del juego de rol.
Para aumentar la confianza del alumnado sobre sus posibilidades de influencia en la acción	<ul style="list-style-type: none"> – Aumento de los ejemplos sobre acciones posibles. – Explicitación del compromiso socioecológico de la entidad y del educador o educadora como ejemplos reales. – Incremento del tiempo y calidad de reflexión individual y grupal con lenguaje crítico y creativo. – Entorno de confianza para tomar decisiones.
Para potenciar su compromiso y el hábito de tomar decisiones hacia acciones futuras de transformación socioecológica	<ul style="list-style-type: none"> – Estimulación positiva sobre las propuestas de acción.

Recogida de datos

Al alumnado participante se le facilitaba un cuestionario, con una pregunta abierta, para que respondiera en la escuela unos días después de participar en la actividad. La pregunta le pedía que argumentara su posicionamiento en relación con una situación real, vinculada al problema socioecológico que habían trabajado en el centro de ciencia, a modo de recomendación a un tercero.

Para la formulación de la pregunta se consideraron diversos criterios: que la situación planteada fuera lo más real posible (Breiting et al., 2009), que permitiera utilizar los conocimientos adquiridos en la actividad (Coll et al., 1995) y que delimitara el número de argumentos que debía exponer. Así pues, la pregunta fue: «Imagínate que un pescador te pide consejo sobre si pesca tiburones o no. ¿Qué le recomendarías? Dale 3 argumentos de lo que tú piensas».

El cuestionario fue facilitado en papel al docente junto con el procedimiento que debía seguir. Las respuestas manuscritas eran individuales, pero no anónimas. Cuando se recibieron fueron codificadas para mantener el anonimato y se transcribieron para poder analizarlas.

Los datos que se presentan surgen de los argumentos (respuestas) que utilizaron los alumnos para justificar sus decisiones en la acción indirecta (Jensen y Schnack, 1997) sobre la problemática socioecológica (OECD, 2023), considerando la funcionalidad del conocimiento al ser utilizado para argumentar (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007). Las argumentaciones analizadas corresponden a textos cortos (Osborne y Patterson, 2011) escritos por los estudiantes, que permiten identificar lo que han interiorizado de la actividad (Kuhn, 1993).

Análisis de datos

Las respuestas transcritas se recogieron en un documento Excel 97-2003, codificándolas por grupo escolar con una letra, por alumno con un número y separando cada uno de los tres argumentos expuestos. En la transcripción no se tuvieron en consideración las faltas ortográficas ni las incorrecciones gramaticales. Cada argumento se interpretó y categorizó en una de las tres dimensiones de la competencia en sostenibilidad (conceptual, actitudinal y comportamental) (Brundiers et al., 2021; Cebrían et al., 2024; González y Gómez, 2022) (validación 1). Para dar mayor objetividad a la clasificación se procedió a una doble validación, una interna, realizada por la propia investigadora a partir de la revisión de los argumentos clasificados en una sola categoría en la primera validación, que permitió homogeneizar criterios (validación 2), y otra con observadores externos, en la que se aplicó dos veces el «Coeficiente kappa de Cohen» en un grupo muestra (grupo G), con un valor de 0,9, que mostró que había un grado de acuerdo muy elevado en la interpretación de los argumentos (validación 3). Para la comprensión de las producciones de los alumnos en este documento se han traducido al castellano.

Tabla 5.
Tabla de dimensiones y características
para la clasificación de los argumentos. En cursiva y con código se muestran algunos ejemplos del alumnado. El código indica el grupo escolar (letra) y el alumno (número)

<i>Dimensiones</i>	<i>Características de los argumentos</i>	<i>Ejemplos</i>
Conceptual	El argumento adopta una perspectiva crítica basada en el uso de conceptos y procedimientos científicos vinculados al modelo ecosistémico del ser vivo (conservación del medio marino, peligro de extinción).	« <i>Los tiburones son muy importantes para la vida marina. Si los tiburones desaparecen, la cadena alimentaria no funcionaria</i> » (G.3).
Actitudinal	El argumento muestra motivación, interés, disposición, empatía o preocupación por el problema socioecológico desde una visión ecocéntrica.	« <i>No se deben pescar porque cuando los pescas los tiburones sufren</i> » (H.17).
		« <i>Tienen que tener en cuenta que los tiburones son seres vivos como nosotros y tienen el mismo valor que los humanos y que hay pocos</i> » (J.14).
Comportamental	El argumento recomienda una acción concreta para transformar la situación (personal, local o global) y muestra una percepción positiva de su capacidad de influencia.	« <i>Puede pescar otra cosa. Porque hay muchas especies en el mar</i> » (P.1).
		« <i>Pesca tiburones grandes, pequeños no porque tienen que aumentar más</i> » (R.24).

Con los datos clasificados y validados se procedió a un doble análisis: uno descriptivo con base estadística, que permitió identificar la tipología de argumentos (conceptual, actitudinal y comportamental) que utilizaba el alumnado para justificar sus decisiones (O1); y otro interpretativo, que profundizaba en los argumentos comportamentales vinculados a la competencia de acción, según las

categorías de Sass et al. (2020) (cognitiva, afectiva y conductual) (tabla 2), para precisar el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica en el alumnado, gracias a la aportación de la actividad del centro de ciencia durante el segundo curso escolar (O2). Para este segundo análisis se realizó una nueva categorización, de manera inductiva, que determinó subcategorías a partir de un proceso de comparación constante, teniendo en cuenta el concepto principal del argumento y algunas connotaciones específicas de la categoría, por ejemplo, los conocimientos sobre las posibilidades de acción individual o normativa, la capacidad reflexiva y crítica para priorizar posibles soluciones, la percepción de confianza en la propia capacidad de influir y la intención para contribuir a la acción (tabla 6). A partir de esta interpretación se establecieron las correlaciones con las modificaciones de la actividad en el segundo curso para determinar las implicaciones didácticas.

Durante la investigación se han considerado premisas éticas tanto en la planificación como en el desarrollo, la custodia de los materiales y la difusión de los resultados.

RESULTADOS

Resultados descriptivos sobre la tipología de los argumentos

Los resultados del análisis descriptivo sobre la tipología de argumentos que utilizan los alumnos de primaria para justificar sus decisiones y actuar se presentan por curso escolar, sin diferenciar el nivel educativo, ya que no se apreciaban diferencias relevantes (figura 1).

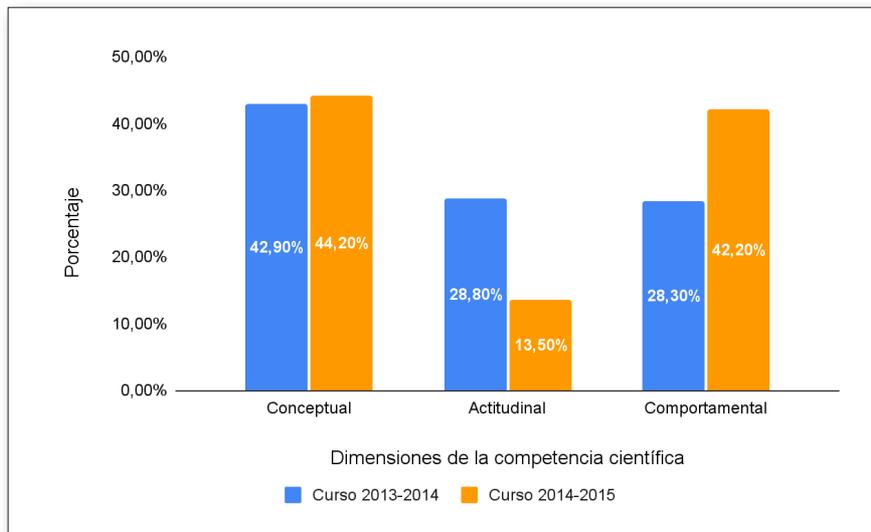


Fig 1. Porcentajes de los argumentos del total del alumnado por curso escolar (2013-2014; 2014-2015), según dimensiones de la competencia en sostenibilidad

Los resultados obtenidos han mostrado que los alumnos han utilizado argumentos de las tres dimensiones, aunque en porcentajes diferentes en cada curso escolar (figura 1), mostrando la incidencia de las modificaciones introducidas en la actividad en el segundo periodo.

Los porcentajes varían significativamente en la dimensión actitudinal y en la comportamental en los dos cursos, manteniéndose un porcentaje mayor y similar de argumentos conceptuales en ambos. Por un lado, se evidencia que los alumnos han integrado conocimientos socioecológicos trabajados durante la actividad y los han utilizado en una nueva situación para argumentar, mostrando la funcionalidad

de los aprendizajes realizados (Coll et al., 1995). Por otro lado, en relación con los argumentos actitudinales, el descenso en el segundo curso podría estar relacionado con el aumento de los argumentos comportamentales. En este sentido, la motivación y la predisposición hacia la problemática se supondría que se han convertido en recomendaciones concretas para la acción. Por ello, podría interpretarse que las modificaciones en la actividad del centro de ciencia han favorecido esta tendencia. El análisis interpretativo puede complementar esta intuición.

Resultados interpretativos sobre el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica a partir de los argumentos comportamentales

El segundo análisis se centra en la categorización de los argumentos comportamentales de los alumnos del segundo curso escolar (153 argumentos), para interpretar el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica y relacionarlo con las modificaciones realizadas en la actividad.

Se ha tenido en cuenta que en la pregunta planteada al alumno debía hacer recomendaciones a un tercero (un pescador). Por ello, considerando las aportaciones de Schnack (1977), la interpretación de las respuestas se ha centrado en la intencionalidad que se expone. Estos argumentos o bien han utilizado un lenguaje condicional de recomendación, «Si pescas que aproveches todo el tiburón» (L.3), o bien han sido más contundentes «Puedes pescar solo respetando las leyes» (J.24).

El análisis interpretativo ofrece evidencias del tipo de argumentos de esta dimensión que han utilizado para justificar sus propuestas. Los resultados se presentan según la categorización realizada y se interpretan con base en las aportaciones de Sass et al. (2020) (tabla 6).

Tabla 6.
Tabla de clasificación de las categorías y subcategorías de los argumentos comportamentales utilizados por el alumnado. En cursiva y con código se muestran algunos ejemplos. El código indica el grupo escolar (letra) y el alumno (número)

<i>Categoría</i>	<i>Subcategoría</i>	<i>Ejemplos</i>
Cognitiva	Arte de pesca	«...si tienes que pescar tiburones debe ser con caña pero no con redes kilométricas y también debe ser con un barco no industrial que contamina poco» (R.12). «Pesca un tiburón haciendo pesca artesanal...» (T. 3).
	Aprovechamiento de todo el cuerpo	«Si pescas aprovecha todo el tiburón» (L.3). «Aprovéchalo todo. No sólo cojas las aletas» (Q.8).
	Temporalización de la pesca	«Si quiere pescar que lo haga moderadamente y como mucho 2 tiburones cada 2 semanas» (J.13). «...si quieres pescar mucho, esperas que ellos se puedan reproducir y pescar de época en época, como todo el invierno» (L.14).
	Cantidad de pesca	«Sí, pero que no lo hagas con abundancia porque acabarán desapareciendo y extinguiéndose» (I.15). «Que pesque, pero si pesca que pesque solo un tiburón y que sea grande» (Q.2).
	Peligro de extinción	«Que pesque los tiburones grandes y que no estén en peligro de extinción» (I. 17). «Si tiene que pescar que coja algún tiburón que no esté en peligro de extinción...» (N.9).

<i>Categoría</i>	<i>Subcategoría</i>	<i>Ejemplos</i>
	Tamaño del tiburón	«No pesques los tiburones pequeños porque han de crecer» (K.14). «Si tienes que pescarlos, pesca tintorenas grandes, no de pequeñas ni otros tipos de tiburones» (N.3).
	Legalidad	«Yo creo que si quiere pescar se debe sacar la licencia, pero que no lo haga ilegalmente» (J.14). «Puedes pescar solo respetando las leyes» (J.24).
Afectiva (confianza en la propia capacidad de influir)	Dedicarse a otro trabajo	«Dedícate a otro oficio» (K.3). «No pescador, tienes que dedicarte a otra cosa porque se están extinguiendo los tiburones» (M.25). «Dedícate a la pesca de atún» (I.7).

Algunos argumentos combinan varias subcategorías, por ejemplo (I.17) incluye el tamaño del tiburón y el peligro de extinción. Otros muestran acciones muy contundentes desde la confianza en su capacidad de influencia (K.3).

La participación en la actividad ha proporcionado más conocimiento sobre qué hacer que sobre cómo hacer (habilidades) (categoría cognitiva), ya que la situación se basaba en la recomendación a terceros (Jensen y Schnack, 1997) y quedaba lejos de una acción directa. Asimismo, ha mostrado la seguridad de los alumnos en la explicitación de sus ideas con una visión crítica, contundente, confiada y transformadora (Sauvé, 2017), que ha integrado aspectos socioecológicos (categoría afectiva) (Sass et al., 2000; Torsdottir et al., 2024). Ante estos resultados, la aportación de la actividad se situaría más en el desarrollo de las categorías cognitivas y afectivas de la competencia de acción (Sass et al. 2020), y no tanto en la categoría conductual, ya que supone una acción indirecta y simulada. Las mejoras introducidas en el segundo curso han contribuido a ello.

Aunque no puede establecerse una correlación exacta entre la actividad y los argumentos se pueden apuntar algunas ideas que podrían sugerir nuevas investigaciones. Parece claro que la identificación del problema de la conservación de tiburones por parte del alumno, a través de las diferentes fases de la actividad (fases 1, 2 y 3), ha favorecido su conocimiento (Fien, 1993) y su capacidad para exponer argumentos. Así, pues, para aumentar la argumentación de conocimientos y habilidades de acción (categoría cognitiva), la reorientación de las explicaciones ecosistémicas y socioecológicas del educador o educadora con contenidos sobre biodiversidad en el ecosistema marino, diversidad de tiburones en el mediterráneo, estado de conservación de los tiburones y prácticas de pesca ha facilitado la comprensión de la problemática; la estructuración de la secuencia didáctica con un hilo conductor fácilmente interpretable por el alumnado ha reforzado la percepción de la complejidad de la situación; la reorganización de dinámicas participativas, como el juego de simulación, ha mejorado la visibilidad del papel de los tiburones en el equilibrio del medio marino; y el incremento de datos, evidencias contrastadas y recursos gráficos actualizados podrían haber facilitado también el desarrollo cognitivo vinculado a la competencia de acción. Este hecho se corrobora con el tipo de conceptos que han utilizado en sus argumentos, ya que al no ser un tema trabajado en la escuela el alumnado carecía de esta visión socioecológica. Por otro lado, el incremento de la reflexión crítica sobre diferentes posibilidades de acción derivadas de las reflexiones compartidas del educador o educadora y del juego de rol habría proporcionado la visión socioecológica del problema desde un punto de vista cognitivo.

La confianza en la propia capacidad para influir (categoría afectiva) se derivaría del compromiso compartido del educador o educadora, el aumento de los ejemplos sobre acciones posibles y del tiempo de reflexión. Esta relación se constata en algunos argumentos que reproducen mensajes extraídos de las conversaciones en la actividad que el alumnado asume como propios. La voluntad de crear un clima

de confianza para exponer sus propuestas también puede haber contribuido. Por último, alentar a los alumnos a actuar, con mensajes positivos, podría haber favorecido la contundencia de las recomendaciones (categoría afectiva y conductual).

A partir de estos resultados se puede establecer una correlación entre algunos de los elementos didácticos de la actividad del segundo curso escolar con el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica en el alumnado de primaria (figura 2).

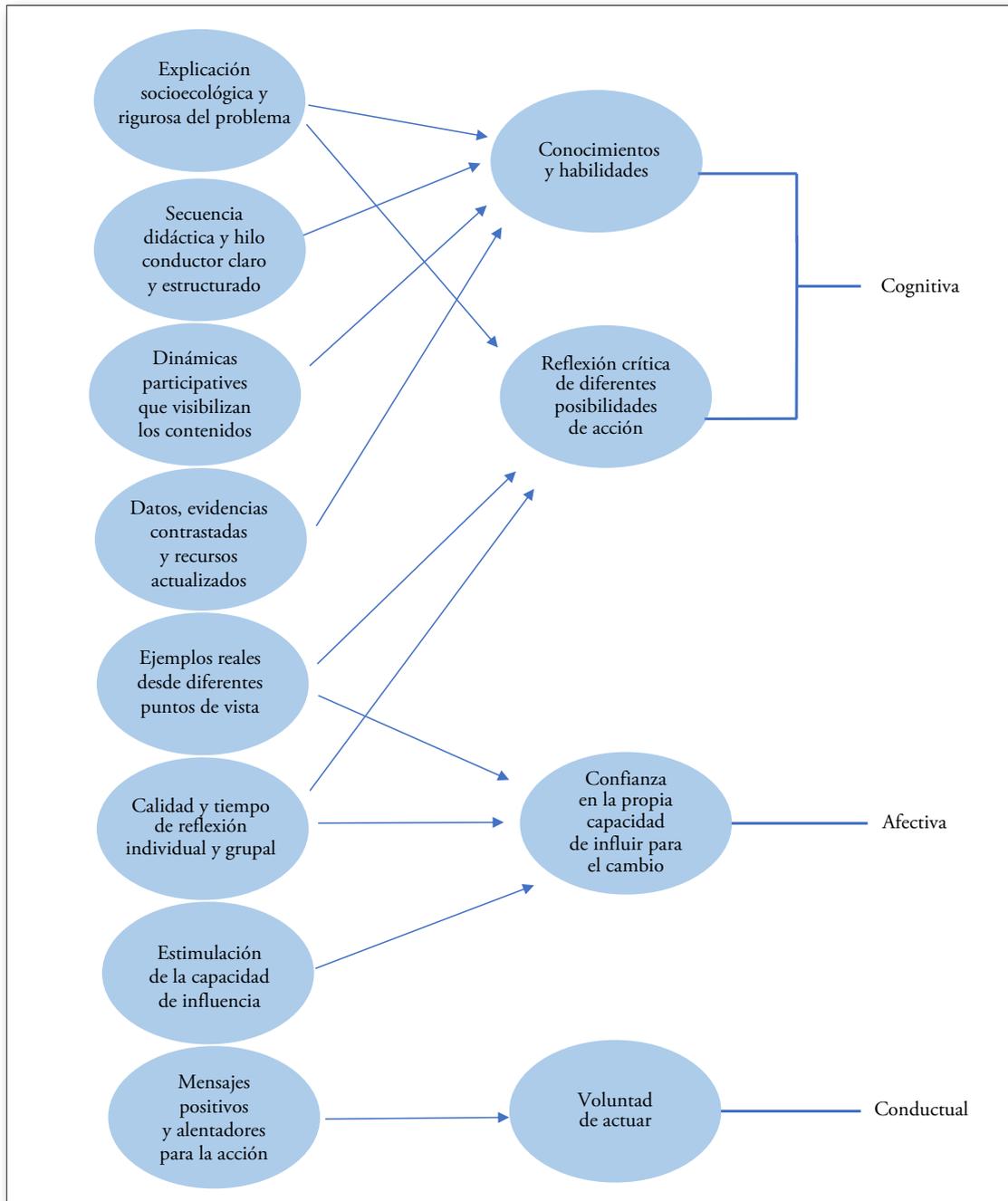


Fig. 2 Relación entre algunos de los elementos didácticos modificados en la actividad del segundo curso escolar con las categorías de la competencia de acción (Sass et al., 2020) con conciencia socioecológica en el alumnado de primaria.

En definitiva, este análisis confirma la contribución de la actividad educativa del centro de ciencia y la relevancia de los elementos didácticos para el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica, en las categorías tanto cognitiva como afectiva.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio proporciona datos que contribuyen a dar valor al papel de las actividades educativas de centros de ciencia para el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica del alumnado de primaria. Los resultados indican que la experiencia participada por el alumnado en un entorno diferente a la escuela, que le plantea una problemática en la que debe tomar decisiones sobre la conservación de tiburones, influye directamente en la adquisición de conocimientos desde una perspectiva socioecológica, en el incremento de su capacidad crítico-reflexiva y en su confianza sobre el grado de influencia de sus decisiones transformadoras (Schnack, 2008).

La relación entre centro de ciencia y centro escolar se ve fortalecida a la luz de estos resultados y avalan la consideración de ser un recurso didáctico para los segundos (Abenza-Bernal y Robles-Moral, 2022; Medir et al., 2023). El hecho de que el centro de ciencia ofrezca experiencias en contextos reales con metodologías didácticas específicas, agentes educadores comprometidos y actividades fundamentadas ha posibilitado el desarrollo de algunos aspectos de la competencia de acción en este caso. Sin embargo, para realizar un trabajo más profundo, a niveles tanto cognitivo como afectivo y conductual, algunos estudios (Anderson et al., 2003) destacan que debería ser el maestro quien fortaleciera el vínculo entre ambas instituciones. No obstante, algunos docentes actúan más como consumidores de actividades que como corresponsables del proceso formativo de los alumnos, por lo que el trabajo previo y posterior a la visita a un centro de ciencia no siempre se realiza (Breiting et al., 2009). En estos casos, se pierde una oportunidad para construir ecosistemas educativos con trabajo compartido (Díaz-Gibson et al., 2014) que contribuya al desarrollo de la competencia de acción.

En la investigación se ha mostrado cómo las modificaciones introducidas en la actividad educativa del centro de ciencia han contribuido al desarrollo de aspectos cognitivos de la competencia de acción, al incorporar nuevos conocimientos sobre los tiburones, posibilidades de actuar y estrategias de reflexión crítica. Sin embargo, se detecta una dificultad en la representación del ecosistema marino cuando por ejemplo recomiendan que en lugar de tiburones pesquen atunes, que también están restringidos; este hecho pone de relieve la necesidad de continuar mejorando la actividad. También se ha observado la contribución en aspectos afectivos al incrementar la confianza en la capacidad de influencia (Sass et al., 2020), verificado por la contundencia de sus argumentaciones. Pero no se han evidenciado aspectos conductuales, por lo que se apuntaría a introducir algún tipo de acción ejecutable. Estos resultados han permitido describir implicaciones didácticas para el diseño de actividades (explicaciones rigurosas, secuencia didáctica estructurada, dinámicas participativas que visualicen los contenidos, datos contrastados y ejemplificaciones, por citar algunos) que también podrían transferirse a las de centros escolares (Hasselhorn y Gold, 2022).

En conclusión, este artículo ofrece datos para determinar que la participación del alumnado de primaria en una actividad educativa de un centro de ciencia puede favorecer el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica. Estas evidencias permiten confirmar el valor educativo de estos centros, la importancia de los diseños didácticos de las actividades educativas y el fortalecimiento de las relaciones entre centro de ciencia y centro educativo para enriquecer la formación competencial de los alumnos. Así mismo, ratifica la necesidad de continuar investigando en los diseños de actividades educativas de centros de ciencia y en los procesos compartidos con la escuela para el desarrollo de la competencia de acción con conciencia socioecológica en el alumnado.

AGRADECIMIENTOS

La redacción del presente artículo ha contado con la supervisión de la Dra. Neus Sanmartí Puig.

REFERENCIAS

- Abenza-Bernal, E. y Robles-Moral, F. J. (2022). Los museos de ciencias como recurso didáctico para la educación secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 42, 65-80. <https://doi.org/10.7203/dces.42.19126>
- Alves, I. (2017). *Aprender amb la natura. Avaluació d'un programa d'educació ambiental en un espai natural protegit*. [Tesis doctoral]. UAB.
- Anderson, D., Lucas, K. B., y Ginns, I. S. (2003). Theoretical perspectives on learning in an informal setting. *Journal on research in Science Teaching*, 40(2), 177-199. <https://doi.org/10.1002/tea.10071>
- Bianchi, G., Pisiotis, U., y Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp – The European sustainability competence framework*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/13286>
- Boadas, E., Márquez, C., y Monereo, C. (2018). ¿Por dónde empezamos? Conceptualización de un proyecto educativo para un centro de ciencia. El caso de la Fundación CRAM. *Revista de Museología*, 71, 37-47.
- Boadas, E. (2020). *L'aportació de les activitats dels centres de ciència al desenvolupament de la competència científica en l'alumnat d'educació primària. El cas de la Fundació CRAM*. [Tesis doctoral]. Universidad Autónoma de Barcelona. <https://hdl.handle.net/10803/669640>
- Breiting, S. (2018). School Development and Engagement—is Mental Ownership the Holy Grail of Education for Sustainable Development? En C. Affolter, y A. Varga (Eds.), *Environment and School Initiatives Lessons from the ENSI Network—Past, Present and Future* (pp. 258-271). Environment and School Initiatives.
- Breiting, S., Hedegaard, K., Mogensen, F., Nielsen, K., y Schnack, K. (2009). *Action competence, conflicting interests and environmental education*. Aarhus University.
- Breiting, S. y Mogensen, F. (1999). Action Competence and Environmental Education. *Cambridge Journal of Education*, 29(3), 349-353. <https://doi.org/10.1080/0305764990290305>
- Brundiers, K., Barth, M., Cebrián, G., Cohen, M., Diaz, L., Doucette-Remington, S., Dripps..., y Zint, M. (2021). Key competencies in sustainability in higher education –toward an agreed-upon reference framework. *Sustainability Science*, 16, 13-29. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00838-2>
- Ceballos, M. y Vilchez, J.E. (2017). Visitas de escolares de Educación Primaria a museos de ciencias. Análisis preliminar sobre sus percepciones. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1525-1530.
- Cebrián, G., Moraleda, A., Olano, J. X., Boqué, A., y Prieto, J. (2024). Las competencias en sostenibilidad del alumnado de educación secundaria según el género. *Enseñanza de las ciencias*, 42(1), 65-83. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5948>
- Charles, Ch., Keenleyside, K., Chapple, R., Kilburn, B., Salah van der Leest, P., Allen, D., Richardson, M., Giusti, M., Franklin, L., Harbrow, M., Wilson, R., Moss, A., Metcalf, L. y Camargo, L. (2018). *Home to Us All. How Connecting with Nature Helps Us Care for Ourselves and the Earth*. Children & Nature Network. <https://www.cbd.int/doc/strategic-plan/Post2020/postsbi/C&nn2.pdf>
- Colom, A. J. (2005). Continuidad y complementariedad entre la educación formal y no formal. *Revista de educación*, 338, 9-22.

- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., y Zabala, A. (1995). *El Constructivismo en el aula*. Graó.
- Díaz-Gibson, J., Civís-Zaragoza, M., y Guàrdia-Olmos, J. (2014). Strengthening education through collaborative networks: Leading the cultural change. *School Leadership & Management*, 34(2), 179-200. <https://doi.org/10.1080/13632434.2013.856296>
- Eisenmenger, N., Pichler, M., Krenmayr, N., Noll, D., Plank, B., Schalmann, E., Wandl, M.-T., y Gingrich, S. (2020). The Sustainable Development Goals Prioritize Economic Growth over Sustainable Resource Use: A Critical Reflection on the SDGs from a Socio-Ecological Perspective. *Sustainability Science*, 15(4), 1101-1110. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00813-x>
- Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (Eds.) (2007). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Springer Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2>
- Fien, J. (Ed.) (1993). *Environmental education: A pathway to sustainability*. Deakin University.
- Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., y Olsson, D. (2019). The Sustainability Consciousness Questionnaire: The theoretical development and empirical validation of an evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development. *Sustainable Development*, 27, 35-49. <https://doi.org/10.1002/sd.1859>
- González Reyes, L. y Gómez Chuliá, C. (2022). La competencia ecosocial en un contexto de crisis multidimensional. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 11(2), 29-43. <https://doi.org/10.15366/riejs2022.11.2.002>
- Hadjichambis, A. C. y Reis, P. (2020). Introduction to the Conceptualisation of Environmental Citizenship for Twenty-First-Century Education. En A. C. Hadjichambis, P. Reis, D. Paraskeva-Hadjichambi, J. Činčera, J. Boeve-de Pauw, N. Gericke, y M. C. Knippels (Eds.), *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education. Environmental Discourses in Science Education*, 1-14. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1_1
- Hasselhorn, M. y Gold, A. (2022). *Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren*. Kohlhammer Verlag.
- ICOM. (2023). *Estatutos. Modificados y adoptados por la asamblea general extraordinaria, el 9 de junio de 2023*. Consejo Internacional de Museos.
- Jensen, B. B. y Schnack, K. (1997). The Action Competence Approach in Environmental Education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163-178. <https://doi.org/10.1080/1350462970030205>
- Koster, E. H. (1999). In search of relevance: Science centers as innovators in the evolution of museums. *Daedalus*, 128(3), 277-296. <http://www.jstor.org/stable/20027575>
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337. <https://doi.org/10.1002/sce.3730770306>
- Llebrés, A. (2021). Educación formal y educación no formal. Acortando las distancias. *Quaderns d'animació i educació social*, 33, 1-34.
- Malone, K. (2008). *Every Experience Matters: An evidence based research report on the role of learning outside the classroom for children's whole development from birth to eighteen years*. Report commissioned by Farming and Countryside Education for UK Department Children, School and Families.
- Medir Huerta, R. M., Mulà, I., Gual Oliva, M., y Heras-Colàs, R. (2023). Evaluación de actividades escolares al aire libre de un programa institucional. *Investigación en la Escuela*, 106, 18-29. <https://doi.org/10.12795/IE.2023.i106.02>
- Mogensen, F. y Schnack, K. (2010). The action competence approach and the 'new' discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. *Environmental Education Research*, 16(1), 59-74. <https://doi.org/10.1080/13504620903504032>

- Naciones Unidas. (2015). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- OECD. (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264181564-en>
- OECD. (2023). *Pisa 2025 Science Framework (Draft)*. https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf
- Olsson, D., Gericke, N., y Boeve-de Pauw, J. (2022). The effectiveness of education for sustainable development revisited – a longitudinal study on secondary students’ action competence for sustainability. *Environmental Education Research*, 28(3), 405-429. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2033170>
- Olsson, D., Gericke, N., Sass, W., y Boeve-de Pauw, J. (2020). Self-perceived action competence for sustainability: the theoretical grounding and empirical validation of a novel research instrument. *Environmental Education Research*, 26(5), 742-760. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1736991>
- Osborne, J. F. y Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638. <https://doi.org/10.1002/sce.20438>
- Rennie, L. J. y Johnston, D. J. (2004). The nature of learning and its implications for research on learning from museums. *Science Education*, 88, 4-16. <https://doi.org/10.1002/sce.20017>
- Reuelta, G., Saladié, N., Cebrián M. C., y Rodríguez H. (2016). *Efectos a largo plazo de los museos y ferias de la ciencia en España*. Centro de Estudios de Ciencia, Comunicación y Sociedad.
- Salmi, H. (2003). Science centres as learning laboratories. Experiences of Heureka, the Finnish Science Centre. *International Journal of Technology Management*, 25(5), 460-476. <https://doi.org/10.1504/ijtm.2003.003113>
- Sanmartí, N. y Pujol, R. M. (2002). ¿Qué comporta «capacitar para la acción» en el marco de la escuela? *Investigación en la escuela*, 46, 49-54.
- Sass, W., Boeve-de Pauw, J., Olsson, D., Gericke, N., De Maeyer, S., y Van Petegem, P. (2020). Redefining action competence: The case of sustainable development. *The Journal of Environmental Education*, 51(4), 292-305. <https://doi.org/10.1080/00958964.2020.1765132>
- Sauvé, L. (2017). Educación Ambiental y Ecociudadanía: un proyecto ontogénico y político. *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 261-278. <https://doi.org/10.14295/remea.v0i0.7306>
- Schnack, K. (1977). Humanisme—livsanskuelse og menneskesyn (Humanism—philosophy of life and anthropology). En F. Nielsen (Ed.), *Pædagogisk Teori og Praksis (Theory and Praxis in Pedagogy)* (pp. 107-128). Borgens Forlag.
- Schnack, K. (2008). Participation, Education, and Democracy: Implications for Environmental Education, Health Education, and Education for Sustainable Development. En A. Reid, B. B. Jensen, J. Nikel, y V. Simovska (Eds.), *Participation and Learning* (pp. 181-196). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6416-6_11
- Sinakou, E., Donche, V., Boeve-de Pauw, J., y Van Petegem, P. (2019). Designing Powerful Learning Environments in Education for Sustainable Development: A Conceptual Framework. *Sustainability*, 11(21), 5994. <https://doi.org/10.3390/su11215994>
- Talisayon, V. M. (1998). Evaluation of clientele impact of science exhibits. *Science Education International*, 9(1), 31-36.

- Torsdottir, A. E., Olsson, D., Sinnes, A. T., y Wals, A. (2024). The relationship between student participation and students' self-perceived action competence for sustainability in a whole school approach. *Environmental Education Research*, 1-19.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2024.2326462>
- Trilla, J. (1993). *La educación fuera de la escuela. Ámbitos no formales y educación social*. Ariel.
- Unesco. (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de Aprendizaje*. Unesco.
- Unesco. (2020). *Education for Sustainable Development: a Roadmap*. Unesco.
<https://doi.org/10.54675/YFRE1448>
- Yeşilyurt, M., Balakoğlu, M. O., y Erol, M. (2020). The impact of environmental education activities on primary school students' environmental awareness and visual expressions. *Qualitative Research in Education*, 9(2), 188-216.
<https://doi.org/10.17583/qre.2020.5115>
- Zapata, L., Angulo, F., Soto, C. A., Quintero, S. M., Ceballos, A. F., Delgado, E., Cardona, F., y Cifuentes, L. J. (2012). ¿Contribuyen los talleres en el Museo de Ciencias a fomentar actitudes hacia la conservación del medio ambiente? *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 53-70.
<https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n3.623>

The Action Competence with Socio-Ecological Consciousness and Science Centers

Elena Boadas Mir

Departamento de Educación, Facultad de Psicología, Ciencias de la Educación y del Deporte (Blanquerna),
Universidad Ramon Llull, Barcelona, España
elenabm@blanquerna.url.edu

Conxita Márquez Bargalló

Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación,
Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, España
conxita.marquez@uab.cat

In the face of the emerging socio-ecological challenges of the 21st-century Anthropocene era, science centers (science museums, zoos, wildlife conservation centers, to name a few) (Boadas, 2020) have strengthened their educational commitment to contribute to rethinking people's relationship with the environment. They have designed competence educational activities for school groups to promote Education for Sustainable Development based on real-life contexts with a transformative, action-oriented approach (Unesco, 2017) that stimulates socio-ecological consciousness. Teachers consider it as a teaching resource (Medir et al., 2023) outside of school (Llebrés, 2021) although a closer relationship between the two institutions could increase education (Sass et al., 2020).

The research focuses on the development of action competence (Breiting & Mogensen, 1999; Olsson et al., 2022) with socio-ecological Consciousness among primary students through their participation in an activity designed by a science center (CRAM Foundation, in Spain). The study interprets decision-making capacity for action of students by analyzing their arguments about a socio-ecological problem shown in a science center activity and identifying correlations between the activity design and the results.

The study was developed during two academic years, with 19 groups of 10–11-year-old students (429 in total). The activity «Let's Protect Sharks» presents a socio-ecological problem about shark conservation, in order to motivate students to take action decisions that would mitigate the problem. In the first-year activity, aspects requiring improvement were identified based on characteristics of competent educational activities with socio-ecological Consciousness, and modifications were introduced in the second year. The data (arguments) were collected through an open-ended questionnaire and were analyzed by a descriptive and statistically-based analysis to identify the types of arguments used to justify their decisions (conceptual, attitudinal, and behavioral) (Brundiers et al., 2021; Cebrián et al., 2024); and by an interpretive analysis of behavioral arguments linked to action competence (cognitive, affective and behavioral) (Sass et al., 2020). Based on this interpretation, correlations were established with modifications to the activity in the second year so as to determine the didactic implications.

The results indicate that the students' experience in contact with a socioecological problem influences their knowledge acquisition from a socioecological perspective, in their increase of the critical-reflective capacity, and in their confidence to influence transformative decisions (Schnack, 2008). It has also been shown how the modifications introduced in the educational activity have contributed to the development of cognitive aspects of the action competence by incorporating new knowledge about sharks, possibilities for action, and critical reflection strategies, as well as affective aspects by increasing confidence in the capacity for influence (Sass et al., 2020), which was verified by the forcefulness of their arguments. The results have led to the development of didactic implications for activity design (rigorous explanations, a structured sequence, dynamic activities, verified data and examples, etc.) that could also be transferred to school activities (Hasselhorn & Gold, 2022).

In conclusion, this research provides evidence that primary school students' participation in a science center's educational activity can foster the development of the action competence with socio-ecologically consciousness. This evidence confirms the educational value of these centers, the importance of the didactic designs of educational activities, and the strengthening of relationships between science centers and schools to enrich students' competence development. It also confirms the need for further research into the design of educational activities at science centers and the processes shared with schools to develop the action competence with socio-ecologically Consciousness students.

