



Sembrando curiosidad, cosechando ciencia: el Concurso de Cristalización en la Escuela

Sowing Curiosity, Harvesting Science: The Spanish School Crystallisation Competition

Jorge Martín-García, María Eugenia Dies Álvarez

Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España
araujo@unizar.es, medies@unizar.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2247-0826>, <https://orcid.org/0000-0002-6594-3021>

RESUMEN • Este trabajo presenta un análisis longitudinal de cuatro años de los aprendizajes auto-percibidos por 559 estudiantes aragoneses que participaron en una actividad de educación no formal. Las respuestas dadas por los y las estudiantes a un cuestionario de preguntas abiertas fueron analizadas empleando técnicas de análisis del contenido con una orientación semántica, hasta generar un conjunto de categorías y subcategorías ordenadas por frecuencia de aparición que representan el contenido de las respuestas del alumnado. Así, se muestra que el alumnado percibe aprendizajes de tipo conceptual (saber), procedimental (saber hacer) y afectivo, actitudinal y social (saber ser). Estos hallazgos indican que la actividad brinda a las y los estudiantes una experiencia inmersiva en el mundo de la ciencia y resaltan su valor para fomentar el aprendizaje científico.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje autopercibido; Cristalización; Educación científica; Educación no formal; Estudio longitudinal.

ABSTRACT • This paper presents a four-year longitudinal analysis of the self-perceived learning outcomes of 559 students from Aragon who took part in a non-formal education activity. Students' responses to an open-ended questionnaire were subjected to semantic-oriented content analysis to generate a set of categories and subcategories that were ranked by frequency of occurrence, which represents the content of their answers. The results indicate that students perceive learning outcomes as conceptual (knowing), procedural (knowing how to do) and affective, attitudinal and social (knowing how to be). These findings show that the activity provides students with an immersive experience in the world of science and underscore its value in fostering scientific learning.

KEYWORDS: Self-perceived learning; Crystallisation; Science education; Non-formal education; Longitudinal study.

Recepción: junio 2025 • Aceptación: enero 2026 • Publicación: junio 2026

Martín-García, J. y Dies Álvarez, M. E. (2026). Sembrando curiosidad, cosechando ciencia: el Concurso de Cristalización en la Escuela. *Enseñanza de las Ciencias*, 44(2), 89-105.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6503>

INTRODUCCIÓN

La educación científica ya no se limita al sistema educativo formal, sino que se extiende a la educación no formal e informal. Esto ha cambiado la forma en que el alumnado aprende y, aunque hace más compleja la investigación educativa sacándola del aula tradicional, ofrece la oportunidad de conectar experiencias educativas formales y no formales, integrando ambas en una pedagogía holística que incrementa su impacto, especialmente en la mejora del aprendizaje científico (Bamberger y Tal, 2008; Eshach, 2007; Fallik et al., 2013).

No obstante, desde una perspectiva práctica, la expansión de estos nuevos contextos educativos implica definir claramente los diferentes tipos de educación. Así, tras revisar diversos trabajos (eg. Eshach, 2007; Pastor, 2007), se adoptará un enfoque pragmático, considerando como educación no formal aquellas actividades que están organizadas, planificadas y estructuradas con una intencionalidad educativa y conforme a unos objetivos formativos claramente establecidos, pero que no forman parte del sistema educativo reglado.

Este estudio se propone investigar cómo la colaboración entre las actividades de educación no formal y el entorno escolar puede fortalecer la enseñanza de las ciencias. Específicamente, se centra en analizar las percepciones de las y los estudiantes que participan en la actividad no formal denominada Concurso de Cristalización en la Escuela de Aragón (en adelante, CCEA), con respecto a los aprendizajes adquiridos durante su participación. El objetivo es evaluar el impacto educativo del CCEA, puesto que comprender sus beneficios es esencial para integrar estas experiencias en el aula y optimizar su impronta en el aprendizaje científico.

MARCO TEÓRICO

La educación no formal permite incorporar actividades más completas y enriquecedoras y afrontar aspectos de la enseñanza de las ciencias que están ausentes en la educación formal debido a la dificultad de trasladarlos al ámbito escolar (Kisiel, 2014). En particular, la literatura resalta cómo las actividades no formales proporcionan diferentes tipos de beneficios para los participantes: cognitivos y procedimentales; afectivos y emocionales; y sociales y personales.

Beneficios cognitivos y procedimentales

Las actividades no formales conectan el conocimiento formal adquirido en la escuela con los aprendizajes obtenidos fuera de ella, lo que mejora tanto la adquisición de contenidos concretos (Domenici, 2022; Scharfenberg y Bogner, 2014) como el rendimiento académico del alumnado (Wünschmann et al., 2017). En esta línea, también favorecen un aprendizaje más interdisciplinar, liberado de la delimitación en materias diferenciadas que impera en la escuela (Yu y Yang, 2010).

Por otro lado, permiten que las y los participantes desarrollen diferentes destrezas científicas (Lin y Schunn, 2016) y otras más transversales, como el pensamiento crítico (Oppliger et al., 2019) y la toma de decisiones basadas en la evidencia (Bell et al., 2009).

Finalmente, la participación también contribuye a la alfabetización científica de los participantes (Foster y Shiel-Rolle, 2011; Nuora y Väliisaari, 2018), el desarrollo de explicaciones y modelos científicos (Bell et al., 2009), y una mejor comprensión de los procedimientos y la naturaleza de la ciencia (Luehmann y Markowitz, 2007), de los procesos de indagación y de construcción del conocimiento científico (Feldman y Pirog, 2011).

Beneficios afectivos y emocionales

Las actividades no formales incrementan el atractivo de la educación científica, generando emociones y actitudes positivas tanto hacia la ciencia (Burke y Navas Iannini, 2021) como hacia su aprendizaje (Affeldt et al., 2015). Pero donde la educación no formal ha tenido un efecto más notable es en su capacidad para inducir cambios en sus actitudes hacia la ciencia y la tecnología (Millar et al., 2019; Oliva et al., 2008).

Numerosos estudios coinciden en que los contextos no formales producen efectos positivos a corto y medio plazo sobre la motivación de los y las estudiantes, y que mejoran el aprecio por la ciencia (Luehmann, 2009). Además, se ha observado que estas actividades pueden orientar al alumnado hacia el desarrollo de carreras científicas y generar vocaciones en ciencia y tecnología (Wünschmann et al., 2017).

Beneficios sociales y personales.

Los efectos de la participación en estos contextos se extienden más allá del ámbito académico, influyendo también en los aspectos sociales y personales de los y las participantes. Así, proporcionan un contexto óptimo para compartir información en el cual se le atribuye al nuevo conocimiento un cierto valor social. Estas experiencias consolidan la identidad científica de los participantes, permitiéndoles sentirse parte de una comunidad con intereses comunes (Burke y Navas Iannini, 2021; Luehmann y Markowitz, 2007).

Para sistematizar estos beneficios, el estudio de los aprendizajes del alumnado en el marco de las actividades de educación no formal ha dado lugar a diferentes propuestas. Así, por ejemplo, Bell et al. (2009) proponen un sistema de seis «hebras» o «strands» que abarcan e interrelacionan una amplia red de conocimientos y capacidades específicas de las ciencias. De acuerdo con este modelo, los aprendices en contextos no formales pueden:

- Stand 1: Experimentar interés, entusiasmo y motivación para aprender sobre los fenómenos científicos.
- Stand 2: Recordar, comprender, utilizar y generar conceptos, explicaciones, modelos, argumentos y hechos relacionados con las ciencias.
- Stand 3: Explorar, probar, manipular, predecir, cuestionar, observar y dar sentido al mundo natural y físico, por ejemplo, participando en procesos de indagación.
- Stand 4: Reflexionar sobre la ciencia como forma de conocimiento y como empresa humana, pero también sobre sus procesos, los conceptos, cómo se genera el conocimiento científico y su propio proceso de aprendizaje de los fenómenos científicos.
- Stand 5: Participar en actividades científicas con otros, empleando el lenguaje, las herramientas o los materiales propios de la ciencia.
- Stand 6: Pensar en sí mismos como estudiantes de ciencias y desarrollar una identidad propia como alguien que conoce, utiliza y, en ocasiones contribuye a la ciencia.

En cambio, otros como Braund y Reiss (2006) examinaron las contribuciones de los contextos extraescolares para el aprendizaje del alumnado, describiendo cinco formas en las que dicha contribución se manifiesta:

- [1] Mejora el desarrollo y la integración de conceptos.
- [2] Proporciona oportunidades para desarrollar un trabajo práctico más auténtico y de mayor duración.

- [3] Da acceso a materiales, instrumentos y recursos que no están disponibles en la escuela y abre la puerta a la *Big Science*.
- [4] Mejora las actitudes hacia la ciencia y estimula el aprendizaje futuro.
- [5] Contribuye al trabajo colaborativo y permite que las y los estudiantes adquieran mayor responsabilidad y autonomía en su aprendizaje.

Sin embargo, de acuerdo con autores como, por ejemplo, Luehmann, (2009) o Tsybulsky, (2019), se ha detectado en la literatura una escasez de trabajos realizados desde la perspectiva de los y las estudiantes.

CONTEXTO DEL ESTUDIO

Aunque, como se ha descrito, la literatura reconoce diversos tipos de beneficios derivados de la participación en actividades no formales, autores como Avraamidou (2015) o Martín-García y Dies Álvarez (2024) describen una limitación metodológica: la mayoría de los estudios se centran en actividades esporádicas y cortas, como visitas a museos de ciencias dirigidas por educadores externos. En cambio, la investigación sobre actividades desarrolladas a lo largo de todo el curso académico es mucho más escasa, especialmente las dirigidas por el propio profesorado, sin intervención de educadores externos (Martín-García y Dies Álvarez, 2024).

Entendiendo el aprendizaje como un proceso gradual de construcción de conocimientos y establecimiento de conexiones entre las diferentes experiencias del sujeto, está claro que, para lograr un cambio apreciable en el conocimiento o las habilidades del alumnado, las actividades de aprendizaje no pueden ser esporádicas. Así, estudios como los de Tang y Zhang (2020) o Tsybulsky (2019) manifiestan que la efectividad de las actividades de educación no formal para promover aprendizajes depende en gran medida de las actividades de seguimiento o continuación.

En consecuencia, no se debe sobreestimar el impacto de actividades de corta duración, como visitas a museos o centros de ciencias, en el aprendizaje (DeWitt y Storksdieck, 2008; García-Guerrero et al., 2019). Aunque puedan ser formativas y motivadoras a corto plazo, es esencial que se integren en un ciclo más amplio, con actividades previas y posteriores, para que sus efectos sean más duraderos (Foster y Shiel-Rolle, 2011; Mujtaba et al., 2018; Souza et al., 2022).

Adquirir conocimientos y habilidades científicas exige un proceso iterativo de experimentar, probar, replantear problemas y obtener conclusiones derivadas de un análisis. Por lo tanto, es esencial diseñar proyectos y programas de larga duración que fomenten una imbricación y un contacto sostenido con los fenómenos, ampliando las oportunidades de aprendizaje. Se trata de proyectos que permitan tanto emplear el conocimiento obtenido en el aula en el contexto de la actividad no formal como consolidar en clase las ideas, experiencias y conocimientos obtenidos fuera del aula.

Esta es precisamente una de las características que distingue lo que en otros trabajos hemos denominado «actividades no formales de larga duración» (Martín-García y Dies Álvarez, 2024) de otros tipos de actividades no formales que pueden realizarse. El CCEA se desarrolla a lo largo de todo el curso académico, por lo que permite esa integración.

Este trabajo pretende abordar las dos limitaciones identificadas en la literatura, analizando una actividad de larga duración, coordinada por el profesorado, y, a la vez, basada en las concepciones, percepciones, opiniones y sentimientos de los y las estudiantes participantes.

El Concurso de Cristalización en la Escuela (CCE)

El CCE constituye la versión española de los concursos escolares de crecimiento de cristales que se celebran por todo el mundo bajo el amparo de la Unión Internacional de Cristalografía (Whelan et al., 2018). Pretende acercar la ciencia al alumnado mediante proyectos de investigación sobre la cristalización, que abarcan desde la investigación en el laboratorio hasta la presentación de resultados en un congreso científico. En los últimos años, además de Aragón, comunidades como Andalucía, Cantabria, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Cataluña, Comunitat Valenciana, La Rioja, Madrid o País Vasco han desarrollado sus propias ediciones del concurso.

En general, la estructura del concurso comprende tres grandes fases, que, en el caso de Aragón, comprenden la práctica totalidad del curso académico, que comienza en el mes de noviembre y finaliza en mayo:

1. *Fase de formación del profesorado (noviembre)*. Se presenta el concurso al profesorado, ofreciéndole conocimientos básicos sobre el proceso de cristalización, y se le proporcionan materiales, recursos y herramientas didácticas.
2. *Fase experimental (diciembre-abril)*. Bajo la supervisión de sus profesores, los y las estudiantes, normalmente trabajando en grupos cooperativos, diseñan e implementan sus proyectos, analizan los resultados y obtienen conclusiones. En cuanto a la organización y a la forma de trabajo durante la fase experimental, los centros tienen total libertad. El profesorado es el encargado de establecer cómo y cuándo se trabaja en el proyecto. En algunos centros, por ejemplo, la participación empieza con un par de sesiones realizadas como una actividad evaluable de clase y posteriormente evoluciona hacia una actividad desarrollada fuera del horario (recreos, por las tardes), donde participan solamente estudiantes voluntarios. En otros casos, en cambio, el centro o el profesorado organiza un «grupo de cristalización», donde fuera del horario acuden estudiantes de varios cursos para trabajar en sus propios proyectos.
3. *Fase final (mayo)*. Diseñada en formato congreso científico, donde una comitiva designada por cada centro y formada por tres alumnos o alumnas, acompañados de un profesor, presenta un póster que resume su investigación y defiende sus conclusiones ante un jurado que, en Aragón, incluye expertos y expertas tanto en cristalografía como en didáctica de las ciencias y divulgación científica. Asimismo, los centros deben presentar una muestra de los cristales obtenidos y de los cuadernos de laboratorio empleados durante la fase experimental. Finalmente, aquellos centros que quieran pueden participar también en un concurso de vídeos sobre el proyecto desarrollado.

Para seleccionar a los y las estudiantes que habrán de representarles en la final, una de las prácticas habituales que se lleva a cabo en muchos de los centros participantes es la realización de una primera final interna, entre los diferentes grupos de estudiantes que participan en el concurso. Además, en muchos casos, el alumnado que ha participado, pero que no ha sido seleccionado para representar a su centro, también acuden a la final como público, pudiendo ver los proyectos realizados por otros centros y comentarlos con los y las estudiantes que los presentan.

MÉTODO

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia sobre el Concurso de Cristalización en la Escuela de Aragón (CCEA), centrada en las percepciones de sus participantes. Se emplea una metodología cualitativa con un enfoque descriptivo-interpretativo, para captar las creencias, opiniones, percepciones y sentimientos de los participantes. Para ello, se diseñó un cuestionario que fue adminis-

trado al alumnado de forma telemática al final de la fase experimental, en el mes de abril, justo antes de la final del concurso, evitando que el resultado de esta influya en la valoración de la experiencia.

Las preguntas, de carácter abierto, permitieron a los y las estudiantes responder de manera libre, favoreciendo la identificación de aspectos relevantes y matices subyacentes en sus respuestas. El presente trabajo se enfoca en analizar los aprendizajes que el alumnado considera haber adquirido durante su participación en el CCEA, basándose en las respuestas a la pregunta: *¿Qué has aprendido desde que comenzasteis a participar en el Concurso de Cristalización?*

Participantes

El estudio ha contado con 559 estudiantes (edad $\bar{x} = 15,3$; $\sigma = 3,1$) de diferentes niveles educativos, cursos y centros de la Comunidad de Aragón (tabla 1) que participaron en el concurso entre los cursos 2016-2017 y 2019-2020. En concreto, el 59,7 % (334) fueron mujeres y el 40,3 % (225) hombres.

El estudio utilizó un muestreo no probabilístico, por accesibilidad e interés, incluyendo a los y las estudiantes que respondieron voluntariamente. Para garantizar el anonimato, a cada uno se le asignó un código numérico de tres cifras, indicando en qué edición del CCEA participaron.

Tabla 1.
Características de la muestra (n = 559)

Nivel	N.º de estudiantes	Cursos/niveles		Edad		Sexo	
		Curso	N.º	$\bar{x}$	σ	F	M
Secundaria	413	1.º ESO	79 (19,1 %)	14,6	1,6	237 (57,2 %)	177 (42,8 %)
		1.º PAI	7 (1,7 %)				
		2.º ESO	50 (12,1 %)				
		3.º ESO	66 (16,0 %)				
		3.º PMAR	12 (2,9 %)				
		4.º ESO	199 (48,2 %)				
Bachillerato	129	1.º BTO	123 (95,3 %)	16,5	0,6	94 (72,9 %)	35 (27,1 %)
		2.º BTO	6 (4,7 %)				
Otros	17	FPB	12 (70,6 %)	17,3	4,9	3 (18,8 %)	13 (81,3 %)
		Escultura	2 (11,8 %)				
		Acceso Grado Medio	1 (5,9 %)				
		Educación de adultos Naturaleza	1 (5,9 %)				

Acrónimos: ESO (Educación Secundaria Obligatoria). PAI (Programa de Aprendizaje Inclusivo). PMAR (Programa de Mejora del Aprendizaje y el Rendimiento). BTO (Bachillerato). FPB (Formación Profesional Básica).

Análisis de datos

El análisis de las respuestas del alumnado se ha realizado a través de un análisis de contenido, con una orientación semántica, centrado en el significado del discurso y no en su estructura formal (Sayago, 2014). En primer lugar, la información textual de las respuestas se fragmentó en unidades de análisis o enunciados, correspondientes a una idea (tipo de aprendizaje).

Las unidades de análisis se codificaron mediante un proceso de codificación abierta (Cohen et al., 2007), para identificar elementos comunes y generar un conjunto inicial de códigos. Posteriormente, se realizó una codificación axial de los datos a modo de segunda evaluación (Cohen et al., 2007), agrupando los códigos con significados similares en categorías. Estas categorías fueron luego refinadas y clarificadas en una tercera revisión. El proceso de codificación inicial fue realizado por uno de los investigadores, procurando mantener un criterio de codificación homogéneo y sistemático. En cada una de las fases del análisis, el conjunto de códigos y categorías resultante fue sometido a discusión conjunta por ambos investigadores, quienes contrastaron y justificaron sus interpretaciones hasta alcanzar un consenso sobre la asignación final.

Este enfoque inductivo permitió identificar códigos interpretando los significados de las respuestas. El resultado fue un conjunto de categorías representativas de las percepciones de las y los estudiantes que se complementan con subcategorías que proporcionan información más detallada sobre los aspectos relevantes de cada categoría. Estas categorías se agrupan por unidades de análisis con un significado común, en un número suficiente como para ser consideradas relevantes para los participantes y útiles para comprender e interpretar sus respuestas.

RESULTADOS

En el proceso de análisis se identificaron cinco categorías principales divididas en subcategorías (tabla 2). Las categorías no son excluyentes entre sí, lo que significa que muchos enunciados mencionan aprendizajes de varias categorías. Es decir, la suma de los porcentajes de la tabla supera el 100 %. En cada categoría se irán citando ejemplos.

Tabla 2.

Categorías de respuesta. Número de enunciados asignados a cada una de ellas y número de estudiantes que las mencionan. En cursiva, las subcategorías establecidas dentro de cada categoría, el número de enunciados incluidos en cada una de ellas y el porcentaje que representan respecto de total de enunciados de la categoría

<i>Categoría</i>		<i>N.º de enunciados</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>N.º de estudiantes</i>	<i>Porcentaje</i>
TC	Aprendizajes relacionados con la temática del concurso.	539	50,6 %	417	75,0 %
TC1	A cristalizar y obtener cristales.	295	54,7 %		
TC2	Aprendizajes relacionados con el proceso o el procedimiento de cristalización.	48	8,9 %		
TC3	Aprender sobre los cristales.	47	8,7 %		
TC4	Cristalizar diferentes sustancias.	43	8,0 %		
TC5	Variables y factores que influyen en el proceso de cristalización.	38	7,1 %		
TC6	Diferentes técnicas, métodos, formas o mecanismos de cristalización.	37	6,9 %		
TC7	Otras respuestas relacionadas con la cristalización.	31	5,8 %		

<i>Categoría</i>		<i>N.º de enunciados</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>N.º de estudiantes</i>	<i>Porcentaje</i>
DC	Descubrir la ciencia.	242	22,7 %	176	31,7 %
DC1	Laboratorio como entorno de aprendizaje.	104	9,8 %		
DC2	Conocimientos, contenidos y conceptos de diferentes disciplinas.	69	28,5 %		
DC3	Metodología científica.	47	19,4 %		
DC4	Habilidades asociadas con la ciencia.	22	9,1 %		
TR	Trabajo y relación con los compañeros.	123	11,5 %	132	23,7 %
TR1	Trabajo en equipo.	104	74,3 %		
TR2	Organizar el trabajo en equipo.	19	13,6 %		
TR3	Aspectos relacionados con el trabajo en equipo	17	12,1 %		
OR	Otras respuestas.	137	12,9 %	115	20,7 %
OR1	Muchas cosas	45	32,8 %		
OR2	Actitudes	34	24,8 %		
OR3	Valoraciones sobre la experiencia	28	20,4 %		
OR4	Desarrollo de habilidades	13	9,5 %		
OR5	No clasificables	17	12,4 %		
ND	Nada.	7	0,7 %	7	1,3 %

Aprendizajes relacionados con la temática del concurso (categoría TC)

Esta categoría agrupa las respuestas sobre aprendizajes relacionados con el proceso de cristalización y las características de los cristales. Algunos estudiantes dieron respuestas poco específicas indicando que han aprendido a «hacer cristales» (subcategoría TC1: A cristalizar y obtener cristales), que estos tenían diferentes morfologías y características como el color, o que los emplearon como semilla para obtener otros. Otros especificaron que aprendieron a obtener cristales a partir de diversas sustancias como el sulfato de cobre, el alumbre, la sal o el azúcar (TC4: Cristalización de diferentes sustancias).

En otros casos, destacaron aprendizajes sobre el procedimiento de cristalización o secuencia de pasos que se deben seguir para obtener un cristal (TC2: Aprendizajes relacionados con el proceso o el procedimiento de cristalización). En este sentido, hay quienes hacen referencia a aprender diferentes técnicas o formas de cristalizar (TC6: Diferentes técnicas, métodos, formas o mecanismos de cristalización), mientras que otros se centran en las variables y los factores que influyen en el proceso de cristalización y en la morfología de los cristales obtenidos (TC5: Variables y factores que influyen en el proceso de cristalización).

Además, una parte de los y las estudiantes expresan que aprendieron sobre las propiedades y características de los cristales, como su forma, composición o el concepto de cristal (TC3: Aprender sobre los cristales). Finalmente, la subcategoría TC7 agrupa otras respuestas relacionadas con la cristalización que no encajan claramente en las subcategorías anteriores (TC7: Otras respuestas relacionadas con la cristalización).

«Cómo hacer cristales [y] cómo conseguir cristales de diversos tamaños y colores».

(Alumna 188; subcategoría TC1)

«Todo el proceso que conlleva crear un cristal, los diferentes tipos de cristales y que un mínimo cambio en los parámetros de la cristalización puede modificar completamente el resultado».

(Alumno 591; subcategoría TC2)

«Antes no tenía ni idea de cómo funcionaban los cristales, pero después he aprendido qué son exactamente, cómo se crean, cómo funcionan y cómo se puede formar un buen cristal. He aprendido qué es y cómo funciona un cristal, cómo se pueden crear y que, trabajando en equipo, todo es posible y divertido al mismo tiempo».

(Alumna 621; subcategoría TC3)

«He aprendido a hacer cristales con ADP y con Sulfato de cobre».

(Alumno 178; subcategoría TC4)

«[...] también he aprendido como varia su forma y tamaño dependiendo de los recipientes, colorantes, disolventes y solutos utilizados».

(Alumna 194; subcategoría TC5)

«Diferentes técnicas como la cristalización por la evaporación, por bajada de la temperatura o el método saturador evaporador».

(Alumna 1012; subcategoría TC6)

Descubrir la ciencia (categoría DC)

En la segunda categoría se han agrupado los enunciados que hacen referencia a aprendizajes sobre la ciencia como actividad humana, que se caracteriza por ciertos comportamientos que son comunes y a lo que el alumnado denomina metodología científica.

Los y las estudiantes mencionan que el concurso les ha permitido familiarizarse con el laboratorio como entorno de trabajo experimental (DC1: Laboratorio como entorno de aprendizaje), por ejemplo, aprendiendo técnicas experimentales, o identificando, o manejando correctamente los materiales del laboratorio.

En una línea similar, otros destacan los aprendizajes que hacen referencia a la metodología y la relevancia que tiene en el ámbito de la ciencia (DC3: Metodología científica). Así, mencionan la necesidad de trabajar de la forma ordenada, cuidada y rigurosa que se especifica en los protocolos y enfatizan la importancia de registrar en el cuaderno minuciosamente los procedimientos y resultados para asegurar la replicabilidad.

Otras respuestas reflejan aprendizajes relacionados con conceptos específicos de química y, en menor medida, de geología (DC2: Conocimientos, contenidos y conceptos de diferentes disciplinas). Cabe destacar alusiones a las mezclas, las disoluciones, la solubilidad o las características fisicoquímicas de las sustancias empleadas, los minerales y las rocas. Una última parte de las respuestas se centra en habilidades propias del ámbito científico, como la observación y la medida, necesarias para la experimentación o la realización de un proyecto científico (DC4: Habilidades asociadas a la ciencia).

«He aprendido a soltarme en el laboratorio. A identificar nuevos objetos que anteriormente no había utilizado y no sabía cuál era su utilidad. He aprendido a diferenciar los materiales y saber a qué componente juntarlo para que nos salga lo que queremos».

(Alumna 527; subcategoría DC1)

«He aprendido el concepto de la solubilidad, también qué resultado tiene el tiempo de enfriamiento en los cristales y lo entretenida que es la química. Lo entretenido que es trabajar en equipo».

(Alumno 1029; subcategoría DC2)

«He aprendido el nombre de muchos instrumentos usados en el laboratorio, aprender a usarlos, llevar siempre mi cuaderno de trabajo y apuntar todo lo que hago... He aprendido a comportarme como un científico y conocer su entorno de trabajo durante el día a día».

(Alumna 77; subcategoría DC3)

«[He aprendido] A experimentar».

(Alumna 7; subcategoría DC4)

Trabajo y relación con los compañeros (categoría TR)

La tercera categoría se refiere a la cooperación, el trabajo en equipo y las relaciones que se establecen entre compañeros durante el concurso. La mayoría destaca haber desarrollado habilidades de cooperación y colaboración para lograr un objetivo común (TR1: Trabajo en equipo). En cambio, otros remarcan aprender a organizar el trabajo de manera más eficiente (TR2: Organizar el trabajo en equipo).

Finalmente, una parte se centra en aspectos interpersonales importantes para el trabajo en equipo (TR3: Aspectos relacionados con el trabajo en equipo), como el respeto, la escucha, la comunicación y el apoyo mutuo, y su influencia en alcanzar logros que no se podrían conseguir de forma individual.

«[He aprendido] el trabajo en equipo con personas de otros cursos».

(Alumno 136; subcategoría TR1)

«A organizar bien el tiempo y el reparto de trabajo entre todos los miembros del equipo».

(Alumna 1030; subcategoría TR3)

«A liderar un equipo de trabajo, a escuchar diferentes opiniones y que el trabajo en equipo es imprescindible».

(Alumna 46; subcategoría TR3)

Otras respuestas (categoría OR)

La última categoría, más heterogénea, recoge respuestas que no se ajustan a ninguna de las anteriores. Entre ellas, las que hacen referencia a actitudes y valores como la paciencia, la perseverancia o el esfuerzo (OR2: Actitudes). Asimismo, aparecen respuestas relacionadas con el desarrollo de habilidades, desde generales como la autonomía hasta específicas como la creación de un blog (OR4: Desarrollo de habilidades).

Se han registrado dos tipos adicionales de respuestas, por una parte, las que valoran la experiencia del concurso sin entrar en aprendizajes específicos (OR3: Valoraciones sobre la experiencia); y, por otra, las que no proporcionan información útil, por incoherencia o falta de sentido (OR5: No clasificables), o por ser demasiado generales (OR1: Muchas cosas).

«He aprendido a hacer muchas cosas».

(Alumno 136; subcategoría OR1)

«Y sobre todo a no desistir, aunque te cueste muchos intentos, porque el resultado merece la pena».

(Alumna 1077; subcategoría OR2)

«Este concurso da la oportunidad a los colegios y alumnos de hacer una actividad, en la cual te lo pasas muy bien, pero a la vez aprendes muchísimas cosas. Además, en el día del concurso en sí, es super especial y yo lo recuerdo con mucho cariño».

(Alumna 1077; subcategoría OR3)

«Por último, he aprendido a crear una página web o un blog».

(Alumno 540; subcategoría OR4)

Nada (categoría ND)

Finalmente, una pequeña parte del alumnado (1,3 %) considera que no ha aprendido nada durante la participación en el concurso.

«Ningún aprendizaje».

(Alumno 63; categoría ND)

DISCUSIÓN

El aprendizaje de las ciencias es un proceso continuo que va más allá del aula o del laboratorio escolar. La realidad es que las actividades de educación no formal ofrecen múltiples oportunidades para aprender ciencias (Bell et al., 2009) y, partiendo de esta premisa, se analizan aquí las percepciones del alumnado participante sobre los aprendizajes adquiridos por su participación en el CCEA.

En primer lugar, los y las estudiantes perciben el concurso como una oportunidad para adquirir nuevos conocimientos científicos, no solo sobre la cristalización, sino también sobre química o geología. Esto sugiere que algunos son capaces de interconectar los conocimientos aprendidos en el concurso con los del aula, comprendiendo la interrelación de las diferentes disciplinas y cómo lo que aprenden fuera del aula complementa y expande con lo aprendido dentro.

En segundo lugar, el alumnado ha aprendido a trabajar en el laboratorio y usar su instrumental, lo que le ha dado una idea más realista del trabajo en las ciencias experimentales. De sus contestaciones se infiere que han comprendido aspectos clave de la generación de conocimiento científico, como la importancia de la metodología, la replicabilidad y la sistematicidad o el papel del cuaderno de laboratorio (Domènech-Casal, 2022). Estos aprendizajes ayudan al alumnado a entender la naturaleza de la ciencia y sus características, incluyendo su incertidumbre (Jirout y Zimmerman, 2015), el carácter tentativo, iterativo y acumulativo del conocimiento, y su proceso como práctica social y dinámica.

El concurso es una oportunidad para una indagación científica más realista, que les permite desarrollar habilidades difíciles de promover en el aula o con prácticas de laboratorio de tipo receta. Este aprendizaje experiencial permite adquirir destrezas asociadas al trabajo científico, pero también habilidades interpersonales más transversales como el trabajo en equipo, el respeto mutuo y la escucha. No obstante, una pequeña parte del alumnado considera que no ha aprendido nada.

Los resultados de este estudio de cuatro años muestran una amplia variedad de aprendizajes en los y las estudiantes que incluyen beneficios cognitivos (para su desarrollo académico), afectivos o emocionales (para su desarrollo personal) y sociales (gracias a las relaciones con otros compañeros). Se puede afirmar, pues, que el alumnado percibe el concurso como algo más que una oportunidad de hacer algo diferente y que lo consideran una valiosa experiencia formativa.

Estos hallazgos concuerdan con la literatura existente (eg. Burke y Navas Iannini, 2021; Julien y Chalmeau, 2022; Millar et al., 2019), aunque pocos estudios lo hacen desde la perspectiva del alumno, como es el caso del presente trabajo. Como se ha descrito también el caso de los festivales de ciencias (eg.

Canovan, 2019) o en el de las actividades que se organizan en laboratorios universitarios (Garner et al., 2015; Scharfenberg y Bogner, 2014), también en el CCEA se observa que los participantes enfocan sus respuestas en beneficios cognitivos como aprender algo nuevo o en la comprensión de conceptos.

En la tabla 4 puede apreciarse como estas respuestas reflejan la presencia de todos los elementos que contemplan modelos de Bell et al., (2009) y de Braund y Reiss (2006), revelando cómo los y las estudiantes se entusiasman y reaccionan positivamente a las actividades; muestran un aprendizaje de los contenidos científicos, a menudo ligado con experiencias concretas, y participan activamente en la exploración e interacción, cuestionando, explicando y dando sentido al mundo natural. También reflexionan sobre la ciencia y sus procedimientos, colaboran con otros en actividades científicas y muestran una identificación con el mundo de la ciencia.

Tabla 4.
Categorías obtenidas en este análisis relacionadas
con los strands de Bell et al. (2009) y las contribuciones de Braund y Reiss (2006)

Categoría		Strands asociados (Bell et al., 2009)	Contribuciones (Braund y Reiss, 2006)
TC	Aprendizajes relacionados con la temática del concurso	Strand 2 Strand 3 Strand 4 Strand 6	[1] [2] [3]
DC	Descubrir la ciencia	Strand 2 Strand 3 Strand 4 Strand 5 Strand 6	[1] [2] [3] [5]
TR	Trabajo en equipo y relación con los compañeros	Strand 5	[5]
OR	Otras respuestas	Strand 1 Strand 4	[3] [4]

Los resultados obtenidos son coherentes y complementan estudios previos sobre el CCEA realizados desde la perspectiva del profesorado (Martín-García y Dies Álvarez, 2025) y desde la perspectiva del currículo (Martín-García y Dies Álvarez, 2021). Si se comparan estos trabajos, se observa que las y los estudiantes centran sus respuestas en los elementos más evidentes y superficiales (contenidos más concretos y específicos), mientras que docentes e investigadores dan mayor relevancia a las destrezas, competencias y prácticas científicas (Mosquera Bargiela et al., 2018) que a los contenidos disciplinares, mostrando una perspectiva más amplia que revela que, más allá de las actividades específicas del concurso, las habilidades y actitudes que subyacen son más importantes para la enseñanza de las ciencias y constituyen el núcleo de la formación que ofrece el concurso. Conjugar estos tres puntos de vista (docentes, estudiantes y análisis curricular) permite tener una imagen completa y multifacética del impacto del concurso que combina las experiencias internas del profesorado y alumnado con una evaluación externa que realizan los investigadores a partir del referente normativo del currículo.

Entre los autores que sugieren que las actividades de educación no formal son cruciales para introducir al alumno en los procesos científicos, el informe de Bell et al. (2009) indica cómo se convierte en la vía para que el profesorado y el alumnado participen en experiencias científicas más abiertas y enriquecedoras, permitiéndoles aplicar y expandir el conocimiento adquirido en el aula. En el presente trabajo, las percepciones de los y las estudiantes confirman que el CCEA es una oportunidad para la indagación científica realista, que les permite desarrollar destrezas difíciles de promover desde el aula o prácticas de laboratorio cerradas de tipo receta.

En cualquier caso, lo más notable es que el alumnado perciba una conexión entre lo aprendido en el concurso y el currículo escolar, un factor clave para un impacto duradero. Esto concuerda con Cook y Weiland (2013) o Wünnemann et al., (2017), que muestran que, cuando están relacionadas con el currículo o permiten establecer conexiones explícitas con este, las actividades no formales son más efectivas y favorecen un mayor progreso conceptual. Además, Itzek-Greulich et al. (2015) o Tsybulsky (2019) destacan un mayor progreso conceptual cuando las actividades no formales se integran en las clases y no son eventos aislados sin contextualizar.

Estos resultados enfatizan la importancia de conectar la ciencia escolar con las experiencias de aprendizaje no formal, para que exista una coherencia entre ambas que contribuya a crear significados en torno a las ideas críticas y la comprensión de la ciencia, como han señalado diversos estudios (eg. Eshach, 2007; Tang y Zhang, 2020; Watermeyer, 2015).

Finalmente, es importante reconocer las limitaciones inherentes a este estudio. En primer lugar, la muestra de estudiantes fue seleccionada exclusivamente mediante criterios de conveniencia, lo que, junto con la especificidad del contexto, podría limitar la representatividad de los hallazgos en otros entornos. Además, la información proviene únicamente de las declaraciones de los participantes, sin un proceso de triangulación, lo que podría introducir sesgos y limitar la profundidad interpretativa de los datos. Por ello, aunque los resultados obtenidos son coherentes con los de estudios realizados en contextos muy diversos en términos de características del alumnado, países y tipo de actividad no formal, se recomienda prudencia al generalizar los hallazgos a otros contextos.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que el CCEA representa un ejemplo idóneo de cómo la educación no formal puede complementar de forma significativa el aprendizaje tradicional, ofreciendo una experiencia de aprendizaje más auténtica y menos restrictiva que las que normalmente se ofrecen en el aula. Asimismo, brinda al alumnado una experiencia inmersiva en el mundo de la ciencia, donde no solo adquiere conocimientos, sino que también desarrolla habilidades prácticas, sociales y emocionales que enriquecen su experiencia educativa y le proporcionan una imagen más completa y realista de la ciencia que la presenta como parte del acervo cultural de la humanidad y como una disciplina dinámica y en constante evolución.

Estos resultados también sugieren que la transferencia de buenas prácticas entre la educación formal y la educación no formal podría fortalecer la conexión entre ambos mundos, creando una experiencia de aprendizaje más coherente y enriquecedora para los y las estudiantes que realmente promueva su desarrollo integral y contribuya a ofrecer una educación científica más completa y relevante.

AGRADECIMIENTOS

Grupo BEAGLE de investigación en Didáctica de la Ciencias Naturales (S27_23R. Gobierno de Aragón, IUCA) y proyecto PID2021-123615OA-I00 (AEI).

REFERENCIAS

- Avraamidou, L. (2015). Reconceptualizing Elementary Teacher Preparation: A case for informal science education. *International Journal of Science Education*, 37(1), 108-135.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2014.969358>
- Bamberger, Y. y Tal, T. (2008). Multiple Outcomes of Class Visits to Natural History Museums: The Students' View. *Journal of Science Education and Technology*, 17(3), 274-284.
<https://doi.org/10.1007/s10956-008-9097-3>
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W. y Feder, M. A. (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits* (National Research Council, Ed.; p. 12.190). National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12190>
- Braund, M. y Reiss, M. (2006). Towards a More Authentic Science Curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373-1388.
<https://doi.org/10.1080/09500690500498419>
- Burke, L. C. y Navas Iannini, A. M. (2021). Science engagement as insight into the science identity work nurtured in community-based science clubs. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(9), 1425-1454. <https://doi.org/10.1002/tea.21714>
- Canovan, C. (2019). More than a grand day out? Learning on school trips to science festivals from the perspectives of teachers, pupils and organisers. *International Journal of Science Education, Part B*, 10(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/21548455.2019.1680904>
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed). Routledge.
- Cook, K. y Weiland, I. (2013). Dialogue among educators: Understanding the intended goals and perceived roles within a non-formal and formal educator partnership. *Journal of Sustainability Education*, 5.
- DeWitt, J. y Storksdieck, M. (2008). A Short Review of School Field Trips: Key Findings from the Past and Implications for the Future. *Visitor Studies*, 11(2), 181-197.
<https://doi.org/10.1080/10645570802355562>
- Domènech-Casal, J. (2022). *Mueve la lengua, que el cerebro te seguirá. 75 acciones lingüísticas para enseñar a pensar ciencias*. Graó.
- Domenici, V. (2022). STEAM Project-Based Learning Activities at the Science Museum as an Effective Training for Future Chemistry Teachers. *Education Sciences*, 12(1), 30.
<https://doi.org/10.3390/educsci12010030>
- Eshach, H. (2007). Bridging In-school and Out-of-school Learning: Formal, Non-Formal, and Informal Education. *Journal of Science Education and Technology*, 16(2), 171-190.
<https://doi.org/10.1007/s10956-006-9027-1>
- Fallik, O., Rosenfeld, S. y Eylon, B.-S. (2013). School and out-of-school science: A model for bridging the gap. *Studies in Science Education*, 49(1), 69-91.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2013.822166>
- Feldman, A. y Pirog, K. (2011). Authentic Science Research in Elementary School After-School Science Clubs. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 494-507.
<https://doi.org/10.1007/s10956-011-9305-4>
- Foster, J. S. y Shiel-Rolle, N. (2011). Building scientific literacy through summer science camps: A strategy for design, implementation and assessment. *Science Education International*, 22(2), 85-98.
- García-Guerrero, M., Michel-Sandoval, B., Esparza-Manrique, V., Rodríguez-Pinedo, A., Raudales-Hernández, V., Pliego-Madero, A., Bernal-Miranda, D., González-Sánchez, D., Aranda-Gutiérrez, R., Rosales-Valadez, O., Pérez-Padilla, J. y Patiño-De-Santiago, P. (2019). Keeping the Flame Lit: The Value of the Long-Term Permanence of a Science Club. *Science Communication*, 41(1), 132-143. <https://doi.org/10.1177/1075547018814845>

- Garner, N., Siol, A. y Eilks, I. (2015). The Potential of Non-Formal Laboratory Environments for Innovating the Chemistry Curriculum and Promoting Secondary School Level Students Education for Sustainability. *Sustainability*, 7(2), 1798-1818. <https://doi.org/10.3390/su7021798>
- Itzek-Greulich, H., Flunger, B., Vollmer, C., Nagengast, B., Rehm, M. y Trautwein, U. (2015). Effects of a science center outreach lab on school students' achievement – Are student lab visits needed when they teach what students can learn at school? *Learning and Instruction*, 38, 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.03.003>
- Jirout, J. y Zimmerman, C. (2015). Development of Science Process Skills in the Early Childhood Years. En K. Cabe Trundle y M. Saçkes (Eds.), *Research in Early Childhood Science Education* (pp. 143-165). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9505-0_7
- Julien, M.-P. y Chalmeau, R. (2022). Field trips in French schools: Teacher practices and motivations. *International Journal of Science Education*, 0(0), 1-25. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2057612>
- Kisiel, J. F. (2014). Clarifying the complexities of school–museum interactions: Perspectives from two communities. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 342-367. <https://doi.org/10.1002/tea.21129>
- Lin, P.-Y. y Schunn, C. D. (2016). The dimensions and impact of informal science learning experiences on middle schoolers' attitudes and abilities in science. *International Journal of Science Education*, 38(17), 2551-2572. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1251631>
- Luehmann, A. L. (2009). Students' Perspectives of a Science Enrichment Programme: Out-of-school inquiry as access. *International Journal of Science Education*, 31(13), 1831-1855. <https://doi.org/10.1080/09500690802354195>
- Luehmann, A. L. y Markowitz, D. (2007). Science Teachers' Perceived Benefits of an Out-of-school Enrichment Programme: Identity needs and university affordances. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1133-1161. <https://doi.org/10.1080/09500690600944429>
- Martín-García, J. y Dies Álvarez, M. E. (2021). Actividades no formales como estrategia para abordar el currículo de Física y Química: El Concurso de Cristalización en la Escuela. *Anales de Química*, 117(3), 240-245.
- Martín-García, J. y Dies Álvarez, M. E. (2024). Beyond the walls of formality: The role of non-formal science activities in teachers' professional development. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 52(2), 207-225. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2024.2323924>
- Martín-García, J. y Dies Álvarez, M. E. (2025). El Concurso de Cristalización en la Escuela: Una red de saberes y competencias. En M. González Montero de Espinosa y A. Herráez Sánchez (Eds.), *Experiencias y estrategias de innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (IV)* (Versión 1.0, 1ª, pp. 177-183). Grupo Editorial SM. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14009507>
- Millar, V., Toscano, M., van Driel, J., Stevenson, E., Nelson, C., & Kenyon, C. (2019). University run science outreach programs as a community of practice and site for identity development. *International Journal of Science Education*, 41(18), 2579-2601.
- Mosquera Bargiela, I., Puig, B. y Blanco Anaya, P. (2018). Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 7-23. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2311>
- Mujtaba, T., Lawrence, M., Oliver, M. y Reiss, M. J. (2018). Learning and engagement through natural history museums. *Studies in Science Education*, 54(1), 41-67. <https://doi.org/10.1080/03057267.2018.1442820>

- Nuora, P. y Välsäari, J. (2018). Building natural science learning through youth science camps. *Lumat: International Journal of Math, Science and Technology Education*, 6(2).
<https://doi.org/10.31129/LUMAT.6.2.326>
- Oliva, J. M., Matos, J. M. y Acevedo, J. A. (2008). Contribución de las exposiciones científicas escolares al desarrollo profesional docente de los profesores participantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 178-198.
- Oppliger, L. V., Nuñez, P. y Gelcich, S. (2019). Ferias Científicas como Escenarios de Motivación e Interés por la Ciencia en Estudiantes Chilenos de Educación Media de la Región Metropolitana. *Información tecnológica*, 30(6), 289-300. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600289>
- Pastor, M. I. (2007). Reflexiones en torno a algunas propuestas de caracterización genérica de la educación no formal. *Bordón. Revista de pedagogía*, 59(4), 659-672.
- Sayago, S. (2014). Discourse analysis as a qualitative and quantitative technique in the social sciences. *Cinta de moebio*, 49, 1-10. <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2014000100001>
- Scharfenberg, F.-J. y Bogner, F. X. (2014). Outreach Science Education: Evidence-Based Studies in a Gene Technology Lab. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(4).
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1086a>
- Souza, V. M., Bonifácio, V. y Rodrigues, A. V. (2022). School Visits to Science Museums: A Framework for Analyzing Teacher Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 1-23.
<https://doi.org/10.1080/1046560X.2022.2103010>
- Tang, X. y Zhang, D. (2020). How informal science learning experience influences students' science performance: A cross-cultural study based on PISA 2015. *International Journal of Science Education*, 42(4), 598-616. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1719290>
- Tsybulsky, D. (2019). Students meet authentic science: The valence and foci of experiences reported by high-school biology students regarding their participation in a science outreach programme. *International Journal of Science Education*, 41(5), 567-585.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1570380>
- Watermeyer, R. (2015). Science engagement at the museum school: Teacher perspectives on the contribution of museum pedagogy to science teaching. *British Educational Research Journal*, 41(5), 886-905. <https://doi.org/10.1002/berj.3173>
- Whelan, J., Koussa, J., Chehade, I., Sabanovic, M., Chang, A., Carelli, D., An, Z., Zhang, L., Bernstein, J. y Rabeh, W. M. (2018). Crystal growth, a research-driven laboratory course. *Journal of Applied Crystallography*, 51(5), 1474-1480. <https://doi.org/10.1107/S1600576718009573>
- Wünschmann, S., Wüst-Ackermann, P., Randler, C., Vollmer, C. y Itzek-Greulich, H. (2017). Learning Achievement and Motivation in an Out-of-School Setting—Visiting Amphibians and Reptiles in a Zoo Is More Effective than a Lesson at School. *Research in Science Education*, 47(3), 497-518. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9513-2>
- Yu, J.-C. y Yang, H.-J. (2010). Incorporating museum experience into an in-service programme for science and technology teachers in Taiwan. *International Journal of Technology and Design Education*, 20(4), 417-431. <https://doi.org/10.1007/s10798-009-9101-0>

Sowing Curiosity, Harvesting Science: The Spanish School Crystal-Growing Competition

Jorge Martín-García, María Eugenia Dies Álvarez

Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA),

Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

araujo@unizar.es, medies@unizar.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2247-0826>, <https://orcid.org/0000-0002-6594-3021>

Science education is no longer confined to the formal education system but now extends into non-formal and informal learning contexts. Such a shift has transformed the ways in which students learn and, while this has made educational research more complex by moving beyond the traditional classroom, it has also created new opportunities for understanding scientific learning. This study aims to explore how collaboration between non-formal scientific educational activities and the school environment can strengthen Science teaching and learning.

This paper presents a four-year longitudinal analysis of the self-perceived learning outcomes of 559 students from different educational levels, year groups and schools who participated in a non-formal scientific educational activity known as the Spanish School Crystallisation Competition, in which students from Aragón developed research projects that were focused on the process of forming crystals. Students' responses to an open-ended questionnaire were analysed using semantic-oriented content analysis, which led to the identification of a set of categories and subcategories that were ranked according to their frequency of occurrence and represented the core content of students' responses.

The analysis identifies five main, non-mutually exclusive categories, which are divided into several subcategories. These categories reveal that students perceive a wide range of learning outcomes, including dimensions that are conceptual (knowing), procedural (knowing how to do) and affective, attitudinal and social (knowing how to be). The findings suggest that some students were able to connect the knowledge acquired through the competition with classroom learning, while, for others, the experience provided a more realistic understanding of experimental scientific work and helped them to grasp key aspects of the nature of science and its characteristics. The competition also enabled the development of skills that are difficult to foster in the classroom, as well as broader interpersonal and transversal competences.

Overall, the results indicate that students perceived the competition as more than simply an opportunity to do something different, recognising it instead as a valuable educational experience. These findings show that the activity offered students an immersive encounter with the world of science and underline its potential to foster meaningful scientific learning. Finally, the study suggests that the transfer of good practices between formal and non-formal educational contexts may strengthen the relationship between both domains, thereby creating a more coherent and enriching learning experience that supports students' holistic development and contributes to more comprehensive and relevant scientific education.

