



¿Qué impulsa al profesorado a participar en actividades científicas no formales?

What drives in-service teachers to participate in non-formal Science activities?

Jorge Martín-García¹ y María Eugenia Dies Álvarez¹

Recepción: 27/07/2021.

Aceptación: 15/06/2022

Resumen

La enseñanza no formal proporciona cada vez más recursos con los que satisfacer las necesidades tanto de profesores como de alumnos. Sin embargo, la atención dirigida por la investigación a estos contextos ha sido reducida y, quizá por ello, su potencial no está del todo explotado. Por este motivo, es imprescindible conocer qué necesita el profesorado de estos espacios y qué espera de ellos.

En el presente trabajo se ha indagado en las razones que llevan al profesorado de secundaria a participar en una actividad científica no formal como es el Concurso de Cristalización en la Escuela. El análisis de las respuestas ofrecidas por los docentes a un cuestionario de preguntas abiertas ha revelado la presencia de ocho grandes categorías de respuesta que agrupan una gran variedad de motivos. Estos resultados amplían los recogidos en la bibliografía y además proporcionan un marco que permite interpretar las creencias del profesorado y comprender en mayor profundidad los motivos por los cuales deciden participar en actividades no formales. Por último, también remarcan las características del concurso mejor valoradas por los educadores permitiendo concluir que los docentes perciben el concurso como una experiencia muy enriquecedora y una herramienta formativa, que permite trabajar contenidos concretos, habilidades procedimentales y actitudes y valores de carácter científico.

Palabras clave

Cristalografía; educación no formal; enseñanza de las ciencias percepciones del profesorado.

Abstract

Non-formal science activities have become valued environments to complement and improve formal learning, as they offer broad possibilities to meet science education needs. However, their potential is not fully exploited, maybe because they have not been studied as much as more formal education. For that reason, it is necessary to get to know what teachers need and expect from non-formal environments in order to improve how they are designed.

This paper describes a study which provides insight into teachers' reasons for participating in a non-formal school crystal-growing competition, named Concurso de Cristalización en la Escuela. Qualitative analysis drawn from educators' responses to an open-ended questionnaire reveals eight main categories in which their reasons to take part in the activity may be classified. These results allow researchers to interpret educator's beliefs and to gain a deeper comprehension of the different motives that drive them to take part in non-formal activities. Finally, the answers also reveal those characteristics of the contest that are more valued by the educators, providing some evidence that they consider the contest to be a highly enriching experience both for them and for their students.

Keywords

Crystallography; non-formal education; science education; teachers' perceptions.

¹ Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Zaragoza. Instituto de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), España.

Introducción

La escuela constituye todavía el pilar maestro que sostiene la enseñanza de las ciencias, pero ya no es el único espacio donde esta puede desarrollarse. Durante los últimos años la educación no formal ha pasado de ser un campo emergente en la enseñanza de las ciencias a convertirse en una línea de investigación consolidada tanto a nivel nacional (Vázquez y Manassero, 2007) como internacional (Affeldt et al., 2015; Halonen y Aksela, 2018; Retana Alvarado et al., 2018).

No obstante, tanto la influencia que estas actividades pueden llegar a ejercer sobre el alumnado, sus actitudes y emociones, como la propia efectividad que tienen como recursos educativos están condicionadas por el papel jugado por el profesor (Çil et al., 2016; Garner y Eilks, 2015). De forma análoga a lo que sucede con las actividades de aula, es el profesorado quien, gracias a sus conocimientos sobre el alumnado, los contenidos y objetivos reflejados en el currículo y el contexto del centro, puede determinar qué recursos son más adecuados y, por lo tanto, su percepción acerca de las diferentes actividades que se encuentran a su disposición afectará sin duda a sus elecciones.

Desafortunadamente, como señalan Luehmann y Markowitz (2007), son raras las ocasiones en que las percepciones del profesorado han sido el foco de la investigación sobre el impacto educativo de la enseñanza no formal, y cuando lo ha hecho se ha centrado principalmente en el ámbito de los museos.

Este trabajo pretende contribuir a este campo, centrando su atención en otro tipo de actividades no formales, los concursos de crecimiento de cristales. Estos eventos se vienen celebrando con gran éxito en numerosos países (Van Meervelt, 2014) como Argentina, Bélgica, España, México o Vietnam, existiendo, incluso competiciones a nivel europeo y a escala internacional. En este artículo se presenta un análisis descriptivo de las diferentes razones por las que los profesores de secundaria de la Comunidad de Aragón (España) participan en el Concurso de Cristalización en la Escuela (CCE) (García-Ruiz, 2013).

Método:

La investigación se aborda desde un enfoque descriptivo-interpretativo. Para la obtención de la información a analizar se elaboró un cuestionario de preguntas abiertas, adaptado al contexto del estudio, que los participantes cumplimentaron a través de internet antes de participar en el concurso. Este tipo de preguntas otorga al sujeto la máxima libertad para construir su respuesta, lo que garantiza una mayor significatividad y permite dar voz a los encuestados, por lo que resulta una elección coherente con el objetivo de describir un fenómeno desde el punto de vista del profesorado.

Participantes

Los participantes fueron seleccionados por muestreo no probabilístico accidental y de conveniencia, dado que los sujetos deberían estar participando en el concurso. De este modo, la muestra final quedó conformada por 143 profesores de la Comunidad de Aragón que participaron en las ediciones 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019 o 2019/2020

del CCE. De ellos 18 han participado en dos ediciones (y, por lo tanto, han aportado dos conjuntos de respuestas diferentes) y otros 2 lo han hecho en tres ocasiones, de manera que el número total de cuestionarios analizados es de 165.

Análisis de datos

De las diferentes preguntas que constituyen el cuestionario, solamente una, (*¿Por qué te has decidido a participar en el Concurso de Cristalización en la Escuela?*) proporciona información relevante para los fines de este artículo, por lo que el análisis de datos se centra en las respuestas proporcionadas a dicha pregunta.

El análisis de los datos se ha llevado a cabo mediante un proceso de análisis cualitativo del contenido por desarrollo inductivo de categorías (Mayring, 2000). La información textual ofrecida por los profesores se ha sometido a un análisis interpretativo para identificar las categorías más relevantes. En este sentido, no se impusieron categorías a priori, sino que estas fueron construidas desde los datos a través de un ciclo iterativo que integró procesos de codificación abierta y codificación axial (Strauss y Corbin, 2002).

Se detectó que una gran parte de las contestaciones hacían alusión a razones muy distintas, por lo que se optó por descomponerlas en partes discretas (denominadas unidades de análisis) para extraer las distintas ideas y poder analizarlas minuciosamente, comparándolas en busca de similitudes y diferencias que permitieran catalogarlas y clasificarlas (Figura 1). Por ello, aunque sólo se han analizado 165 cuestionarios, el número final de unidades de análisis registradas es de 324.

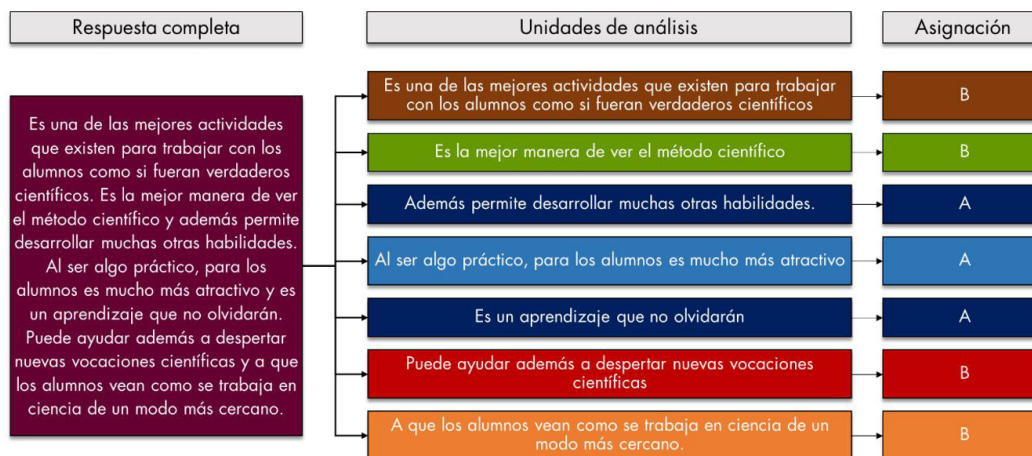


FIGURA 1: Ejemplo del proceso de codificación.

Resultados:

El análisis de las diferentes respuestas de los docentes ha puesto de manifiesto la existencia de ocho grandes categorías (A-H) que concentran ideas y temáticas similares y resumen los motivos principales que llevan al profesorado a participar en el concurso. Estas se recogen en la Tabla 1 y se presentan en orden descendente del número de respuestas asignadas a cada una de ellas.

En la mayoría de las categorías se ha podido establecer un segundo nivel de concreción conformado por diferentes subcategorías que corresponden a los principales aspectos de interés que se recogen en cada categoría. Estas subcategorías se designan con la letra correspondiente a la categoría a la que pertenecen y un número que la ordena dentro de ella conforme al número de respuestas que contiene. De este modo, las subcategorías designadas con un número uno son las más mencionadas y así sucesivamente.

Categoría		N.º de respuestas	Porcentaje
A	Experiencia que supone para el alumno	61	18,8%
B	Descubrir la ciencia	54	16,7%
C	Trabajar contenidos y estimular la enseñanza de las ciencias	53	16,4%
D	Características del concurso	46	14,2%
E	Experiencia que supone para el profesor	46	14,2%
F	Motivar e ilusionar al alumnado	39	12,04%
G	Buenas referencias del concurso	18	5,6%
H	Otras respuestas	7	2,2%
		324	100%

TABLA 1: Categorías principales, número de respuestas y porcentaje respecto del total.

La primera de las categorías establecidas (A) recoge todas aquellas respuestas que hacen alusión a los beneficios que reporta la participación al alumno o a cómo esa participación supone para los estudiantes una experiencia interesante, atractiva o enriquecedora. A modo de ejemplo, pueden citarse las siguientes contestaciones que ilustran las tres subcategorías (A1, A2 y A3) y que se resumen en la Figura 2.

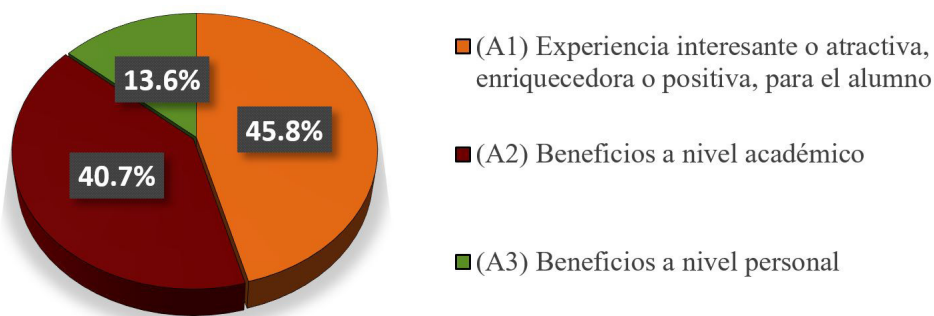


FIGURA 2: Subcategorías presentes en la categoría A y distribución de respuestas.

(A1) “Al ser algo práctico, para los alumnos es mucho más atractivo y es un aprendizaje que no olvidaran.” [Profesora 323; 2018/2019].

(A2) “Porque me parece muy interesante desarrollar un proyecto experimental en el que los alumnos puedan aplicar el método científico con unos resultados motivadores e impresionantes para ellos. Además, se les permite elaborar un póster científico y presentar sus resultados en un concurso con otros compañeros de otros centros. De esta manera se desarrollan multitud de competencias.” [Profesor 530, 2019/2020]

(A3) *“Considero que es una buena oportunidad para trabajar en el laboratorio con los alumnos en un proyecto largo, del que se van a beneficiar tanto a nivel académico como personal, y donde ellos pondrán el límite de su aprendizaje y marcarán objetivos y analizarán resultados.”* [Profesora 29, 2016/2017]

La categoría B presenta todas aquellas referencias a la ciencia, quedando desglosada en las cuatro subcategorías distintas que se aprecian en la Figura 3.

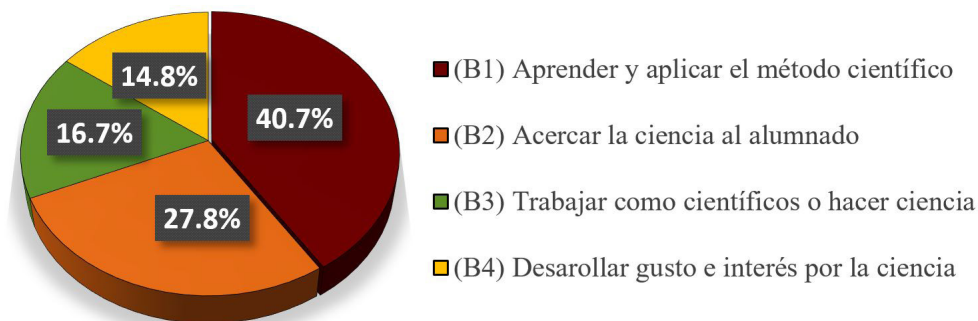


FIGURA 3: Subcategorías presentes en la categoría B y distribución de respuestas.

(B1) *“Puede ayudar al alumnado a comprender el método científico, a resolver problemas y comprender mejor el proceso de cristalización.”* [Profesor 511, 2019/2020]

(B2) *“Me parece un proyecto muy interesante para acercar la ciencia al alumnado.”* [Profesora 509, 2019/2020]

(B3) *“Es una de las mejores actividades que existen para trabajar con los alumnos como si fueran verdaderos científicos. Puede ayudar además a despertar nuevas vocaciones científicas y a que los alumnos vean como se trabaja en ciencia de un modo más cercano.”* [Profesora 323, 2018/2019]

(B4) *“Para aumentar el interés y la curiosidad de los alumnos por las ciencias en general.”* [Profesora 333, 2018/2019]

Por su parte, la categoría C aúna aquellas respuestas que hacen alusión al trabajo de adquisición, refuerzo o puesta en práctica de contenidos de las diferentes asignaturas o, incluso, contenidos que van más allá del propio currículo (Figura 4). En ella se aprecia con claridad cómo destacan aquellas contestaciones referidas al trabajo y en aprendizaje en el laboratorio.

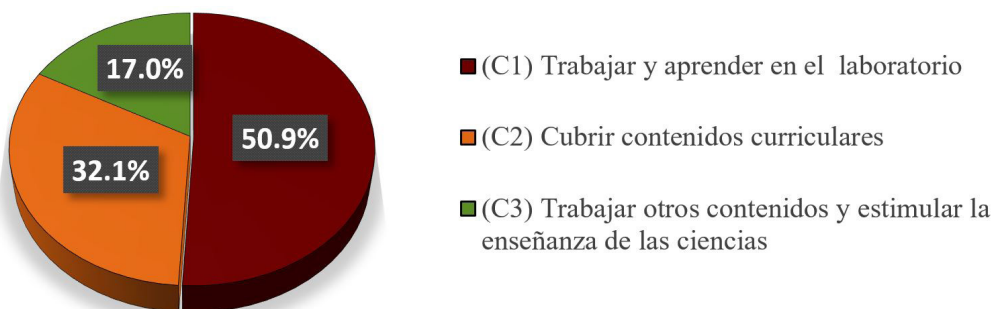


FIGURA 4: Subcategorías presentes en la categoría C y distribución de respuestas.

(C1) *“Me pareció una experiencia muy interesante para mis alumnos, y muy enriquecedora para aprender el trabajo de laboratorio y la investigación.”* [Profesora 27, 2016/2017]

(C2) *“Para que vean la aplicación de la química. En un instituto por la temporalización es muy complicado este tiempo de actividad. Ahora estoy en una escuela de adultos, y el currículo es más flexible.”* [Profesora 326, 2018/2019]

(C2) *“Porque les [a los alumnos] ayuda a entender las variables de una disolución.”* [Profesora 331, 2018/2019]

(C3) *“Porque considero que es una gran experiencia para los alumnos que trata contenidos difíciles de abordar con el currículo oficial.”* [Profesora 339, 2018/2019]

En la categoría D se han agrupado las respuestas referidas a características del concurso. De este modo aparecen respuestas bastante genéricas, que aluden a las oportunidades de aprendizaje más distendido (D3), lo interesante que parece la iniciativa (D2) u otras características tanto de la organización como del desarrollo del proyecto (D1). Además, se han incorporado también aquellas respuestas que mencionan el conocimiento del concurso o una satisfactoria experiencia previa en él (D4) como principales motivos para participar (Figura 5). Fragmentos como los siguientes dan una idea del contenido de la categoría.

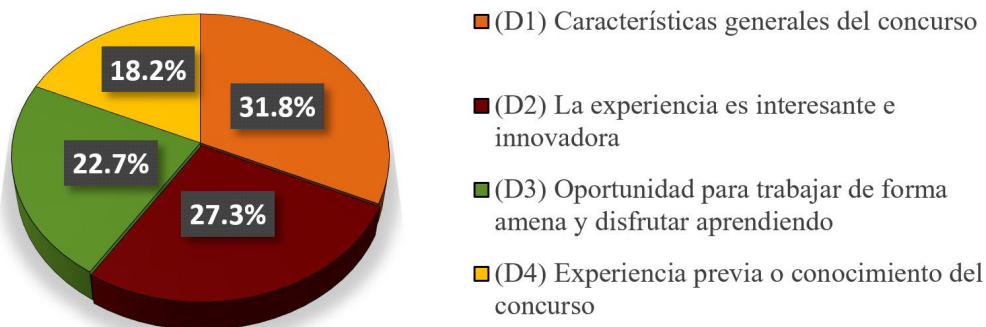


FIGURA 5: Subcategorías presentes en la categoría C y distribución de respuestas.

(D1) *“Nos parece una experiencia muy completa que abarca un montón de disciplinas. El alumnado tiene que desarrollar muchas destrezas.”* [Profesora 344, 2018/2019]

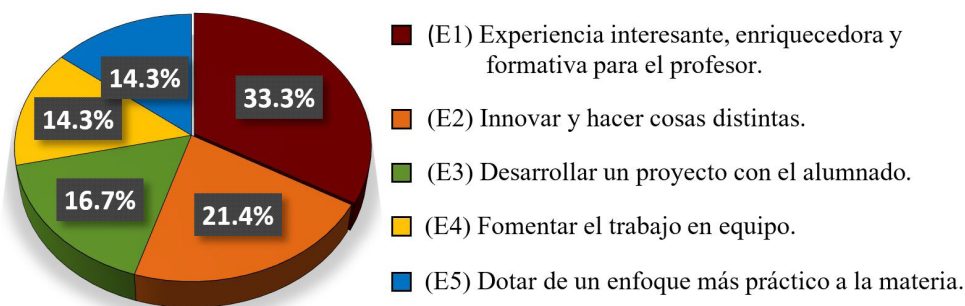
(D2) *“Lo considero una experiencia muy interesante para mis alumnos.”* [Profesora 529, 2019/2020]

(D3) *“Creo que es una actividad con la que mis alumnos pueden aprender/disfrutar y yo también.”* [Profesora 527, 2019/2020]

(D4) *“Conocía el concurso de ediciones anteriores, había colaborado informalmente con profesores que participaban en él con alumnos de distintos IES, y varios de los organizadores del concurso me animaron a participar.”* [Profesor 7, 2016/2017]

La quinta categoría (E) se caracteriza por ser la más heterogénea, ya que se compone de cinco subcompetencias diferentes (Figura 6), aunque todas asociadas a las oportunidades y beneficios que ofrece el concurso a los propios docentes, tanto para su crecimiento personal como para mejorar y diversificar su práctica docente, innovando e implementando o potenciando diferentes metodologías.

FIGURA 6: Subcategorías presentes en la categoría E y distribución de las respuestas.



(E1) *“Ganas de aprender, de conocer actividades nuevas y de compartir experiencias con los alumnos.”* [Profesora 53, 2016/2017]

(E2) *“Por innovar en el aula con una propuesta sencilla que puede ilusionar a los alumnos.”* [Profesor 35, 2016/2017]

(E3) *“Porque me parece muy interesante desarrollar un proyecto experimental en el que los alumnos pueden aplicar el método científico, con unos resultados impresionantes y motivadores para ellos.”* [Profesor 530, 2019/2020]

(E4) *“Muy buena oportunidad para los chicos de aprender en el laboratorio y fomentar el trabajo en equipo y que les guste la ciencia.”* [Profesora 351, 2018/2019]

(E5) *“Porque me parece imprescindible aumentar la parte práctica de las asignaturas de ciencias y el concurso ha sido muy buena excusa.”* [Profesora 306, 2018/2019]

Dentro de la categoría F se han incluido aquellas contestaciones que hacen referencia o bien a la capacidad del concurso de motivar a los estudiantes de secundaria, o bien a la esperanza que tienen los educadores de lograr incrementar la ilusión y motivación de los escolares a través de la participación en el concurso.

“Repito por 4ª vez, creo que es un proyecto motivador para alumnos y profesores” [Profesora 31, 2016/2017]

“Creo que es una experiencia interesante y motivadora para los alumnos.” [Profesora 122, 2017/2018]

La categoría G recoge réplicas que destacan como la iniciativa de inscribirse procede del alumnado o el centro y no del docente (G1, 72%) o cómo se han decidido a participar debido a la recomendación de compañeros o a la buena experiencia de estos a la hora de participar (G2, 28%).

(G1) *“Los alumnos lo piden cada curso y aprenden mucho en el laboratorio.”* [Profesora 533, 2019/2020]

(G2) *“Porque hace dos años participó el compañero que daba CCAA y fue una experiencia muy positiva.”* [Profesora 324, 2018/2019]

Finalmente, se han encontrado 7 respuestas que no ha sido posible clasificar en ninguna de las categorías construidas, de manera que se han agrupado en una octava categoría (H),

que se ha denominado “Otras respuestas” y que principalmente concentra contestaciones de un carácter marcadamente personal, contextual o circunstancial, que no son fácilmente generalizables

(H) *“Ya quería haberme apuntado en convocatorias anteriores pero este año, quizá porque estoy con un número más reducido de alumnos me he decidido.”* [Profesor 112, 2017/2018]

Discusión:

Los contextos no formales ofrecen amplias posibilidades para la enseñanza de las ciencias, que van desde excursiones, salidas de campo, visitas a industrias, museos (Viladot, 2009), o centros de ciencia hasta ferias (Retana Alvarado et al., 2018), campamentos (Halonen y Aksela, 2018) y concursos científicos. Pero, para poder crear estos entornos es fundamental saber más acerca de las personas que van a formar parte de estos programas, sus necesidades y expectativas.

Por ejemplo, en lo que concierne a las motivaciones del profesorado para emplear estos recursos, pueden citarse los trabajos de Kisiel (2005) y de Guisasaola y Morentin (2010), realizados en el ámbito de los museos de ciencia y cuyos principales resultados se resumen en la Tabla 2. Estos estudios muestran en sus resultados un marcado predominio de la promoción de aprendizajes centrados en la materia o el currículo, que se convierte en la principal razón de los educadores y, sin embargo, no hacen referencia a ninguna categoría que se centre en la figura del docente, a pesar de que existen evidencias de que estos también se benefician de la participación en actividades científicas no formales (Avraamidou, 2015).

Más allá de los museos, los estudios de Garner y Eilks (2015) o Garner, Siol y Eilks (2015), que también figuran en la Tabla 2, han dirigido la atención al empleo de laboratorios universitarios como entornos donde acercar la ciencia al alumnado de secundaria. Estos entornos quizá se asemejen más a lo que puede ser el concurso, pero aun así no tienen el mismo recorrido temporal, dado que el CCE se extiende a lo largo de todo el curso académico mientras que estas actividades son de carácter puntual y de corta duración. En cualquier caso, los resultados reportados en estos trabajos amplían los obtenidos en el campo de los museos, dando entrada no sólo a categorías centradas en el profesorado sino también a otras donde predominan los aspectos más afectivos, como pueden ser las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes.

Por último y frente a ellos, la misma tabla recoge los resultados presentados en la sección anterior que muestran cómo el profesorado que participa en el concurso tiene razones muy diferentes para hacerlo que abarcan, desde consideraciones muy vinculadas al ámbito curricular y del desarrollo cognitivo del alumnado equiparables a las encontradas en los museos; hasta otras de carácter principalmente afectivo donde priman aspectos como promover la motivación de su alumnado hacia la ciencia y su enseñanza, como sucedía en las actividades realizadas en los laboratorios universitarios.

CCE	Kisiel (2005)	Garner et al. (2015). Garner y Eilks (2015)	Guisasola y Morentin (2010)
A Experiencia que supone para el alumno	<p>Proporcionar nuevas experiencias al alumnado.</p> <p>Ofrecer a los estudiantes una experiencia de aprendizaje memorable.</p> <p>Recompensar a los estudiantes con una actividad que disfruten.</p> <p>Fomentar el aprendizaje a lo largo de la vida mostrando que es posible aprender más allá de la escuela.</p>		Facilitar experiencias personales y sociales en un entorno científico que promuevan aprendizaje y actitudes positivas hacia la ciencia
B Descubrir la ciencia		Mejorar la actitud hacia las ciencias de sus estudiantes	<p>Facilitar experiencias personales y sociales en un entorno científico que promuevan aprendizaje y actitudes positivas hacia la ciencia</p> <p>Experimentar con los módulos del museo y participar en experimentos científicos.</p>
C Trabajar contenidos y estimular la enseñanza de las ciencias	Conectar con el currículo, reforzando o ampliando contenidos	<p>Complementar y profundizar en los contenidos vistos en clase</p> <p>Mejorar el conocimiento que tenían sus alumnos del contenido</p>	<p>Experimentar con los módulos del museo y participar en experimentos científicos.</p> <p>Complemento experimental a los contenidos trabajados en clase</p>
D Características del concurso			
E Experiencia que supone para el profesor	Escapar de la rutina del aula haciendo algo diferente;	<p>Conocimientos, materiales y recursos con los que mejorar su práctica docente.</p> <p>Aumentar el trabajo práctico y experimental</p>	
F Motivar e ilusionar al alumnado	Incrementar la motivación y el interés de los estudiantes;		
G Buenas referencias del concurso	Satisfacer las expectativas o demandas del centro		

TABLA 2:
 Comparativa de las razones propuestas por diferentes autores.

En todo caso, es importante señalar que las respuestas dadas por el profesorado dejan claro que el hecho de diversificar la naturaleza de las razones esgrimidas para participar en el concurso, no lleva asociado un abandono del componente curricular de la educación que, de hecho, aparece como la tercera categoría más mencionada (C). En esta línea, trabajos previos (Martín-García and Dies Álvarez, 2020, 2021) han puesto de manifiesto las posibilidades que ofrece el concurso para abordar los currículos españoles de secundaria, especialmente en materias como “Física y Química” o “Biología y Geología”.

El conjunto de categorías derivado del presente trabajo recoge, en mayor o menor medida, las propuestas de los autores y autoras citados y, además, las complementa mediante la incorporación de otros tipos de categorías que reflejan otros tipos de razones a la hora de decidirse a participar. Por ejemplo, en el caso del concurso sí aparecen razones centradas en el profesorado que reconoce que la participación supone para ellos una experiencia interesante y motivadora y una oportunidad para dar entrada a nuevas metodologías de enseñanza, para dotar a su materia de un mayor carácter práctico o para fomentar el trabajo en equipo del alumnado.

De manera similar, la categoría G proporciona evidencias de la influencia que puede llegar a tener la opinión de los compañeros, los alumnos o el centro en las decisiones del profesorado, y enfatiza la importancia que tiene diseñar proyectos y actividades que realmente den respuesta a las necesidades, las expectativas y las demandas de los educadores, lo que solamente es posible si previamente se les ha ofrecido la posibilidad de expresarlas.

Por otra parte, la categoría F y la subcategoría B4 reflejan estos aspectos afectivos que entroncan con una tradición ampliamente recogida en la bibliografía (Affeldt et al., 2017; Jarvis y Pell, 2005; Vázquez y Manassero, 2007) donde se destaca la capacidad de la educación no formal para motivar al alumnado e incrementar su interés por la ciencia. El hecho de que los docentes que participan en el concurso hayan cerrado la experiencia siendo mucho más conscientes del papel que juega la motivación en el proceso de aprendizaje y de cómo las actividades de educación no formal son un recurso capaz de promoverla puede tener importantes implicaciones para su praxis cotidiana en el aula.

Por ejemplo, en este sentido, es mucho más probable que estos educadores integren en su práctica docente actividades enfocadas a lograr despertar y mantener esa motivación del alumnado, promoviendo metodologías más activas y atractivas para el alumno y que favorezcan, en la medida de lo posible, la identificación de los estudiantes con la ciencia y su interés por centrar su carrera profesional en el ámbito de la ciencia, lo que constituye uno de los retos principales de la educación científica contemporánea.

Por último, la categoría H pone de manifiesto la relevancia del factor contextual y de cómo el contexto en que el docente desarrolla su actividad profesional condiciona su participación y expectativas con respecto a las actividades de educación no formal. Del mismo modo incide en la necesidad de continuar investigando en este ámbito desde la perspectiva del educador, teniendo en cuenta las opiniones e impresiones del profesorado para diseñar actividades más eficaces que respondan mejor a las demandas y las necesidades de los docentes y sean un mejor complemento para la educación formal.

Conclusiones

Los resultados presentados contribuyen a ampliar los estudios realizados en el marco de las concepciones del profesorado acerca de la educación no formal ampliando el espectro de actividades analizadas para dar entrada a los concursos de ciencias que, a diferencia de otras como los museos, se caracterizan por ser actividades de largo recorrido que se extienden a lo largo de períodos de tiempo más amplios. Así, proporcionan, además, un conocimiento desde dentro, con el que poder comprender en mayor profundidad cómo afrontan los educadores las actividades y qué elementos o características de las mismas les resultan más útiles o de mayor interés. Por lo tanto, este trabajo también puede contribuir al diseño de recursos que realmente respondan a las necesidades y demandas del profesorado, que gocen de mayor aceptación y repercusión, y que sean, en definitiva, más eficaces.

En este sentido, las diferentes categorías y subcategorías derivadas de las contestaciones de los educadores permiten profundizar en el conocimiento sobre las razones que impulsan al profesorado a participar en actividades de educación no formal y sobre lo que buscan en ellas al tiempo que proporcionan evidencias adicionales del valor que estos atribuyen a los espacios de educación no formal. En concreto, las respuestas obtenidas en este estudio indican que los docentes no perciben el concurso exclusivamente como un recurso con el que amenizar la enseñanza de las ciencias, sino que también valoran su contribución desde el punto de vista académico y del conocimiento del contenido. Por otra parte, se presenta también una imagen del concurso como un evento de enorme potencial para motivar al alumnado y mejorar sus actitudes hacia la ciencia, una combinación que no puede redundar si no en un claro beneficio para la enseñanza de las ciencias.

Así pues, puede concluirse que el profesorado concibe el concurso como un espacio donde dar entrada a aprendizajes más holísticos que integren lo cognitivo, lo procedimental, lo actitudinal y lo epistemológico y que cristalizan en que los estudiantes adquieran una comprensión más profunda de la ciencia y su naturaleza.

Agradecimientos

Al proyecto EDU2016-76743-P (MIMECO) y al Grupo BEAGLE de investigación en Didáctica de la Ciencias Experimentales (S27_20R. Gobierno de Aragón-IUCA). Jorge Martín disfruta de un contrato predoctoral del Gobierno de Aragón (ORDEN IJU/796/2019).

Referencias

- Affeldt, F., Weitz, K., Siol, A., Markic, S., y Eilks, I. (2015). A Non-Formal Student Laboratory as a Place for Innovation in Education for Sustainability for All Students. *Education Sciences*, 5(3), 238-254. <https://doi.org/10.3390/educsci5030238>
- 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>

- Çil, E., Maccario, N., y Yanmaz, D. (2016). Design, implementation and evaluation of innovative science teaching strategies for non-formal learning in a natural history museum. *Research in Science & Technological Education*, 34(3), 325-341. <https://doi.org/10.1080/02635143.2016.1222360>
- García-Ruiz, J. M. (2013). Cristalización en la Escuela. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 109(3), 244-245.
- Garner, N., y Eilks, I. (2015). The Expectations of Teachers and Students Who Visit a Non-Formal Student Chemistry Laboratory. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 1197-1210. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1415a>
- 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>
- Guisasola, J., y Morentin, M. (2010). Concepciones del profesorado sobre visitas escolares a museos de Ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 0127-0140.
- Halonen, J., y Aksela, M. (2018). Non-formal science education: The relevance of science camps. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 6(2), 64-85. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.6.2.316>
- Jarvis, T., y Pell, A. (2005). Factors influencing elementary school children's attitudes toward science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 53-83. <https://doi.org/10.1002/tea.20045>
- Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science Education*, 89(6), 936-955. <https://doi.org/10.1002/sci.20085>
- 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. (2020). El currículo de Geología a través del Concurso de Cristalización en la Escuela. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28.3, 291-298.
- 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.
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- Retana Alvarado, D. A., Vázquez-Bernal, B., y Camacho-Álvarez, M. M. (2018). Las Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica y sus aportes a la educación secundaria. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2), 1-43. <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33170>

- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). *Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory*. (Segunda). Editorial Universidad de Antioquia.
- Van Meervelt, L. (2014). Towards a world-wide crystal growing competition. *Acta Crystallographica Section A Foundations and Advances*, 70(a1), C1044-C1044. <https://doi.org/10.1107/S2053273314089554>
- Vázquez, Á., y Manassero, M. A. (2007). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista electrónica de investigación educativa*, 9(1).
- Viladot, P. (2009). ¿Para qué vienen? Expectativas de los docentes en las visitas escolares al museo. *Enseñanza de las ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 520-524.