



DIFICULTADES PERCIBIDAS POR EL PROFESORADO DE SECUNDARIA EN EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES CIENTÍFICAS NO FORMALES

Secondary school teachers' perceived difficulties in the development of non-formal scientific activities

Jorge Martín-García [araujo@unizar.es]
María Eugenia Dies Álvarez [medies@unizar.es]
*Departamento de Didácticas Específicas
Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza
C/ Pedro Cerbuna 12, 50009, Zaragoza, España*

Resumen

La continua expansión de la educación no formal hace necesario abordar la evaluación de estos contextos para que los educadores puedan obtener de ellos el máximo rendimiento. En esta línea, este trabajo presenta una evaluación preliminar de las dificultades que, de acuerdo con el profesorado, encuentran los estudiantes en el desarrollo de una actividad científica no formal. Las respuestas de los docentes a un cuestionario de preguntas abiertas revelaron la existencia de cinco grandes tipos de dificultades vinculadas preferentemente a la mecánica de trabajo más abierta y competencial que promueve la propuesta. En este sentido, se concluye que existe la necesidad de proporcionar oportunidades para el desarrollo de proyectos de investigación en la ciencia escolar y para la promoción de las competencias clave, aspectos en los que los contextos no formales pueden convertirse en recursos de gran utilidad.

Palabras clave: Educación no formal; investigación cualitativa; encuesta; profesor; recursos didácticos.

Abstract

Due to their expansion during the last few years, it is necessary to evaluate non-formal activities and the learning they promote so as to teachers can be better prepared to fully take advantage of the benefits that they can bring to science teaching. That being the case, this work presents a preliminary analysis of the difficulties that students encounter when they participate in a non-formal scientific activity according to their teachers. Educators' responses to an open-ended questionnaire revealed the existence of five major types of difficulties. In general, all of them were related to the non-directed nature of the activities and to the fact that it demands to put into practice students' key competences. It is concluded that there is a need to provide opportunities for the development of research projects in school science and for the promotion of key competences, aspects in which non-formal contexts can become very useful resources.

Keywords: Non-formal education; qualitative research; survey; teacher; teaching aids.

INTRODUCCIÓN

Las sociedades contemporáneas contemplan el aprendizaje como un proceso personal, acumulativo y sinérgico que bebe de diferentes fuentes y distintos contextos, que se produce en cualquier momento y que se nutre de todas y cada una de las experiencias que conforman la vida de los sujetos, enriqueciéndose con los diferentes estímulos que les ofrece el medio. Esta nueva concepción ha promovido el reconocimiento y la expansión de otras formas de aprendizaje, como la enseñanza no formal e informal, que han ampliado sustancialmente la oferta formativa y han acabado con el monopolio del que tradicionalmente había disfrutado el sistema educativo. Por lo tanto, aunque la escuela constituye todavía el pilar maestro que sostiene la enseñanza de las ciencias, ya no es el único espacio donde esta puede producirse.

En este sentido, por ejemplo, autores como Falk y Dierking (2010, 2012) señalan que la educación formal solamente proporciona el 5% de los conocimientos científicos de la población, mientras que el 95% restante se atesora a través de otras vías mucho más indirectas y subliminales. Así, los procesos de educación no formal e informal han ido paulatinamente incrementando su presencia y relevancia social. Por ello, ambas se alzan ya como agentes educativos con un valor intrínseco (Vázquez & Manassero, 2007) y como complementos valiosos de la educación reglada (Tisza *et al.*, 2020).

Por estos motivos, garantizar una educación científica de calidad requiere una integración de las tres vías, formal, no formal e informal, que aproveche las fortalezas de cada una de ellas mientras supera sus limitaciones y que proporcione una perspectiva más holística, evitando la desconexión y la compartimentalización de los saberes (Rocard *et al.*, 2007).

Dadas las numerosas definiciones que pueden encontrarse para cada uno de los tres términos, educación formal, no formal e informal (eg Fernández & Blas, 1986; Pastor, 2001; UNESCO, 2012); para los propósitos de este estudio, se ha seguido la línea trazada por la UNESCO y se ha considerado que la educación formal está constituida por aquellas actividades educativas que se desarrollan dentro del sistema educativo institucionalizado y que presentan un programa de estudios organizado y planificado, regulado normativamente y explicitado en un currículo oficial. En contraposición, la noción de educación informal, en lo que respecta a este trabajo, se entiende como el resultado de aquellos procesos asistemáticos y no organizados que se producen como consecuencia de las interacciones del sujeto con el entorno y que, consecuentemente, carecen de unos objetivos educativos definidos.

Finalmente, la educación no formal quedaría situada entre ambas y sería conceptualizada como el conjunto de actividades que ni siguen un currículo oficial ni forman parte del sistema educativo legalmente establecido pero que, sin embargo, se diseñan y organizan con unos objetivos educativos específicos y claramente establecidos (Niculae, Niculae & Barna, 2011; UNESCO, 2012) destinados a la formación de poblaciones concretas. Estas proporcionan a quienes participan de ellas nuevas oportunidades y experiencias de aprendizaje y permiten a los educadores dar entrada a recursos y herramientas que, muchas veces, quedan fuera de los límites y del alcance de la educación formal (Affeldt, Tolppanen, Aksela, & Eilks 2017; Jarvis & Pell, 2005).

En particular, en el campo de la enseñanza de las ciencias, las actividades no formales han terminado por convertirse en recurso con un gran potencial para enriquecer la formación porque añoran beneficios cognitivos y afectivos que se complementan y refuerzan mutuamente (Covert, *et al.*, 2019). Dentro de los primeros, constituyen, quizá, la vía más adecuada para la promoción de una educación científica con una orientación más experiencial (Kolb, 2015) y situada (Gilbert, 2006), en la que los participantes puedan involucrarse en actividades científicas que les permitan ir progresivamente construyendo el conocimiento a través de la experiencia directa con los fenómenos y del contacto y el trabajo con objetos reales (Muscat & Pace, 2013).

En cuanto a los segundos, una amplia bibliografía avala la utilidad de las actividades no formales como medio para despertar y mantener la motivación del alumnado (eg. Aubusson, Griffin, & Kearney, 2012; Halonen & Aksela, 2018; Hofstein & Rosenfeld, 1996; Tisza *et al.*, 2020; Tolppanen, Vartiainen, Ikävalko, & Aksela, 2015; Vázquez & Manassero, 2007) y para generar emociones positivas hacia la ciencia (eg. Dionne, *et al.*, 2012; Toma, Ortiz-Revilla y Greca, 2019; Welch, 2010; Wünschmann, Wüst-Ackermann, Randler, Vollmer, & Itzek-Greulich, 2017). Del mismo modo, pueden encontrarse en la literatura diferentes evidencias e indicios de que, además, pueden desempeñar un cierto papel a la hora de animar a los estudiantes a desarrollar carreras profesionales relacionadas con la ciencia (eg. Covert *et al.*, 2019; Gottfried & Williams, 2013; Jones, Taylor, & Forrester, 2011).

Por ello, si se consideran, de una parte, la amplia variedad de actividades científicas no formales que se encuentran a disposición del profesorado y, de otra, el interés que suscitan estos espacios entre los estudiantes, sus profesores e incluso los investigadores en didáctica de las ciencias, se ha de concluir que existe una clara necesidad de estudiar y evaluar en profundidad este tipo de recursos. Sin embargo, como señalan autores como Abernathy y Vineyard (2001) o más recientemente Halonen y Aksela (2018), tradicionalmente la investigación se ha centrado mayoritariamente en las prácticas de aula y se ha profundizado mucho menos en lo que sucede más allá de los muros de clase. Esto supone, de acuerdo con autores como Tisza *et al.* (2019), que en demasiadas ocasiones las decisiones que se toman con respecto a su diseño e implementación derivan simplemente de la intuición del investigador, y no tanto en el conocimiento o la comprensión de cómo operan estos agentes educativos.

En cualquier caso, lo que está claro es que un mayor conocimiento de los pormenores del desarrollo de los eventos no formales y de cómo los perciben los implicados redundaría en un beneficio claro y directo tanto para los promotores de este tipo de espacios como para los docentes que participan de ellos. Por ejemplo, ayudaría a los primeros a comprender cómo diseñar y dar forma a propuestas mejores y más útiles, más adaptadas a las necesidades de las escuelas y a las capacidades de los usuarios, facilitando la expansión de las actividades y la participación de un mayor volumen de personas.

En este caso, una elección inteligente en el camino hacia la preparación de actividades y recursos más atractivos y eficaces es, precisamente, el escuchar las opiniones de los educadores que participan en ellas, sus percepciones, necesidades, objetivos o expectativas. En este sentido y por lo general, ha de tenerse en cuenta, por un lado, que es el docente el que decide si participa o no en un evento concreto y, por otro, que lo que los diseñadores o promotores consideran beneficioso, interesante o atractivo puede no parecérselo al profesor que está buscando una actividad en la que participar.

Por ello, ser consciente de los propósitos de los educadores conduce a una mayor comprensión de sus intenciones, de lo que buscan y de lo que valoran, de lo que necesitan y de lo que demandan, de los motivos por los cuales seleccionan unas propuestas y no otras; pero también de las estrategias que emplean o aplican cuando se ven inmersos en actividades no formales y, en consecuencia, conduce a diseñar programas más efectivos y atractivos.

En cuanto a los segundos, conocer de antemano cómo es el desarrollo de las actividades, qué dificultades pueden surgir, qué fases requieren mayor detenimiento, cómo preparar más efectivamente las sesiones, etc., posibilitará que hagan un mejor uso de los recursos que se le ofrecen, aprovechándolos de la mejor manera posible y maximizando su impacto en el aprendizaje de sus estudiantes, máxime cuando este conocimiento procede de sus homólogos que han participado con anterioridad en las mismas actividades.

Este es el objetivo que se persigue con este artículo en el que, en concreto, se presenta un análisis preliminar que recoge las impresiones de los profesores de secundaria aragoneses acerca de las principales dificultades a las que tienen que enfrentarse los estudiantes cuando participan en una actividad científica no formal, el Concurso de Cristalización en la Escuela. Esta es una iniciativa consolidada en la Comunidad de Aragón que ya cuenta con una cierta trayectoria que ha permitido contar con educadores que han participado en diferentes ediciones e incluso varias veces, lo que dota al trabajo de un cierto carácter longitudinal.

Contexto

El crecimiento de cristales a partir de una disolución es una práctica clásica que se lleva a cabo en los laboratorios escolares desde hace muchos años. No obstante, más recientemente, estas prácticas han dado un salto cualitativo gracias a la aparición de las competiciones de crecimiento de cristales que se vienen celebrando por todo el mundo, especialmente desde que la Unión Internacional de la Cristalografía (IUCr) introdujera en 2014 un concurso a escala internacional para conmemorar el Año Internacional de la Cristalografía.

La variante española, denominada Concurso de Cristalización en la Escuela (CCE) (García-Ruiz, 2013), comenzó a celebrarse en el año 2009 y se ha extendido por todo el país a través de diferentes competiciones regionales y autonómicas que dan paso a un concurso a nivel nacional. El certamen está dirigido preferentemente al alumnado de secundaria, de manera que se organiza en colaboración con los centros educativos y los docentes que en ellos trabajan. El objetivo principal del concurso es introducir a los participantes en el mundo de la ciencia, desde el trabajo en el laboratorio hasta la presentación de resultados en un congreso científico y fomentar la investigación científica a través del desarrollo de proyectos de investigación en el ámbito de la cristalografía y la cristalización, aprovechando el atractivo que suscitan los materiales cristalinos.

La participación en el CCE es completamente voluntaria y los centros que desean participar lo solicitan cada año al comienzo del curso escolar. El concurso está estructurado en tres fases (Figura 1) que abarcan la práctica totalidad del curso académico:

- 1) Fase de formación del profesorado (noviembre): en la que se prepara a los docentes para las actividades que tendrán que desarrollar a lo largo del concurso. Corresponde a dos sesiones de tres horas cada una donde se informa a los docentes del desarrollo, la organización y el funcionamiento del concurso; se les proporcionan materiales, recursos y herramientas didácticos y unos conocimientos básicos sobre los fundamentos físico-químicos del proceso de cristalización.

- 2) Fase experimental (diciembre-abril): en la que los diferentes grupos de estudiantes diseñan y llevan a cabo sus proyectos experimentales, analizan los resultados y obtienen sus conclusiones.
- 3) Fase final (mayo): desarrollada como un congreso científico a la que los participantes acuden con sus cristales, su cuaderno de laboratorio y un póster científico que resuma el desarrollo de su proyecto y sus principales hallazgos y conclusiones. Además, los centros pueden participar también en categorías de blog y vídeo y explorar, así, nuevos mecanismos para la comunicación científica. Las mejores investigaciones podrán ser seleccionadas para la edición nacional y a la larga podrán participar en el concurso internacional.

MÉTODO

El estudio que se recoge en este artículo se enmarca dentro de una investigación más amplia que emplea como instrumento principal para la recogida de información dos cuestionarios de preguntas abiertas elaborados específicamente para el contexto del CCE (Figura 1). Esto permite otorgar a los sujetos la máxima libertad para construir su respuesta, garantizando una mayor significatividad. Del mismo modo, permite dar voz a los encuestados y, dado que el objetivo del trabajo plantea ahondar en la descripción de una realidad desde la perspectiva de los docentes implicados en ella, parece una elección coherente también con dicho objetivo.

En este caso, se ha planteado una investigación cualitativa de tipo descriptivo-interpretativo que busca generar el conocimiento desde las percepciones de los participantes. En este marco, aunque existe una clara complementariedad entre las diferentes preguntas que componen los cuestionarios, la información de mayor interés para los fines de este trabajo procede, mayoritariamente, de dos de ellas: *¿Qué dificultades has detectado en los alumnos durante el desarrollo de la experiencia? ¿Ha habido alguna que no esperaras que tuvieran?*

En cuanto a la muestra, fueron 92 profesoras y profesores de secundaria de la comunidad autónoma de Aragón. Su selección se ha realizado por un proceso de muestreo no probabilístico basado en los criterios de accesibilidad e interés. Los docentes seleccionados debían estar participando en el concurso durante alguna de las cuatro ediciones celebradas entre los cursos académicos 2016/2017 y 2019/2020 y responder voluntariamente al cuestionario. Previamente los habían sido informados de las condiciones del estudio y del tratamiento que se daría a la información recogida garantizándoles que en todo momento se aseguraría su anonimato.

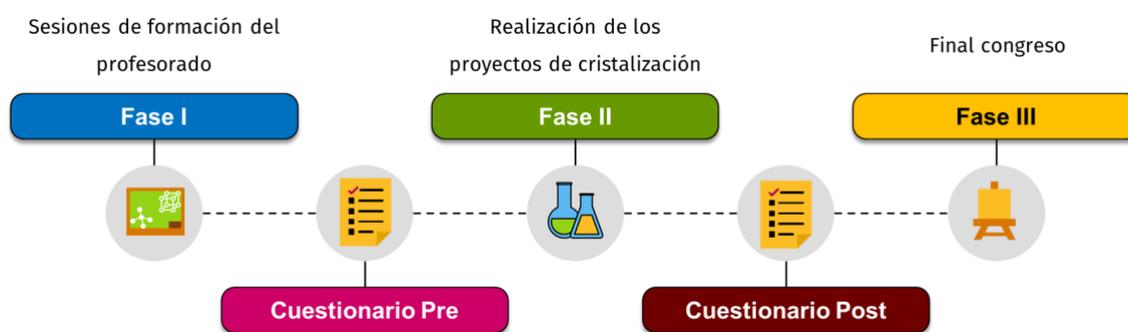


Figura 1 – Esquema del desarrollo del estudio. Elaboración propia.

El análisis de las respuestas del profesorado se realizó de acuerdo con los principios básicos de lo que Mayring (2000) denomina “análisis cualitativo del contenido por desarrollo inductivo de categorías”, una aproximación analítica emergente que trabaja desde los datos, sin la imposición apriorística de un conjunto de categorías que guíen el análisis. La información textual presente en las contestaciones fue segmentada en unidades de análisis discretas, extrayendo las ideas principales y agrupándolas en categorías tentativas conforme a su significado mediante procesos de codificación abierta y axial (Cohen, Manion, & Morrison, 2007) sucesivos. Finalmente, las categorías preliminares fueron revisadas y redefinidas hasta generar un conjunto final que recoge las impresiones de los docentes y representa y permite caracterizar sus percepciones.

RESULTADOS

Las respuestas obtenidas de los educadores permiten identificar dos dimensiones claramente separadas, en primer lugar, un conjunto de dificultades generales surgidas en el desarrollo del proyecto y, en segundo lugar, otro grupo de dificultades que se le presentan al alumnado a la hora de abordar las actividades del concurso. Además, aparecerían otras dos dimensiones complementarias que hacen referencia, por una parte, a la ausencia de dificultades derivadas del desarrollo del proyecto o propias del alumnado y, por otra, a otras diferencias que no han podido ser clasificadas en las dimensiones anteriores.

Cada una de estas dos dimensiones se compone de diferentes categorías dentro de las cuales, además, podrían distinguirse diversos aspectos de interés. La Tabla 1 proporciona un resumen de las mismas clasificadas de acuerdo al porcentaje de profesores que hace referencia a ellas en sus respuestas.

Tabla 1 – Dificultades encontradas por el alumnado en el desarrollo de las actividades del concurso (n=92).

Categoría	Porcentaje de profesores
Dificultades generales encontradas en el proyecto	29,4%
Dificultades propias del alumnado	80,4%
Ninguna dificultad reseñable	10,9%
No clasificables	5,4%

Dificultades generales encontradas en el proyecto.

Dentro de la primera dimensión, los docentes mencionan algunas complicaciones que se derivan de la propia organización de las actividades del concurso o del tiempo y los recursos que se han de invertir en el proyecto (Figura 2). Entre ellas destacan los problemas que se presentan como consecuencia del número y la edad de los estudiantes que componen los grupos. En esta línea señalan que trabajar con grupos demasiado grandes es complicado desde el punto de vista de la organización, especialmente en el laboratorio; mientras que, cuando los grupos son demasiado pequeños, la carga de trabajo que recae en cada uno de los estudiantes aumenta considerablemente llegando a ser excesiva en algunos casos.



Figura 2 – Dificultades generales encontradas en el proyecto

“Ha sido un grupo demasiado numeroso para la experiencia.”

(Profesora 204)

“Que solo tenía dos alumnos y ha sido mucho trabajo para llevar todo al día.”

(Profesora 234).

Del mismo modo, muchas de las dificultades surgen cuando se trabaja con los grupos de menor edad, como pueden ser los 1º y 2º de ESO, dado que no se pueden abordar ciertos conceptos necesarios para

alcanzar una comprensión profunda del proceso de cristalización. La situación se agrava en aquellos centros que deciden trabajar simultáneamente con estudiantes de diferentes niveles, cursos o edades, como consecuencia de las diferencias de madurez y conocimientos que presentan los estudiantes.

“Al trabajar con grupos internivelados es difícil asumir los contenidos necesarios para el desarrollo científico de la actividad por parte de los alumnos de cursos inferiores.”

(Profesor 220).

“La inexperiencia de los alumnos de 1º de ESO en el laboratorio. [...] No esperaba que tuviesen tantas dificultades para completar el cuaderno de laboratorio.”

(Profesora 231).

La presencia de estudiantes de diferentes cursos también se asocia a otro tipo de dificultades, como son las que se dan a nivel organizativo debido a que resulta aún más complicado poder compaginar los horarios, encontrar el tiempo para trabajar, y disponer de los espacios necesarios para las actividades del concurso. Esto se une a las dificultades señaladas por algunos profesores que indican cómo, en algunos centros, aparecen problemas relacionadas con la planificación y la organización que recogen, por ejemplo, dificultades a la hora de disponer de material en el laboratorio.

“Falta de material en el laboratorio porque era nuestro primer año, problemas que hemos ido subsanando sobre la marcha.”

(Profesora 228)

“La dificultad principal es que el grupo era muy numeroso y no tenía suficiente material para que todos trabajasen.”

(Profesora 206)

Por otro lado, aparece la falta de tiempo que los profesores atribuyen a factores como lo extenso del temario (que obliga a dedicarle todo el tiempo disponible y elimina la posibilidad de introducir actividades que no conecten de uno u otro modo con él), la cantidad netamente superior de tiempo que demandan las actividades basadas en la indagación en comparación con las actividades transmisivas o las prácticas de tipo “receta”, o lo difícil que resulta poder llevar a cabo una actividad como la que se realiza en el concurso cuando el periodo de tiempo disponible es de solamente 50 minutos en el mejor de los casos.

“Falta de tiempo ya que el temario es extenso y solo tenemos 2 horas semanales.”

(Profesora 406)

“Sobre todo, el tiempo, 1 hora de clase apenas da para hacer los diferentes procesos. Además, el primer cristal no salió cómo esperábamos.”

(Profesora 620)

Finalmente, la última de las dificultades destacada por los encuestados dentro de la primera dimensión corresponde a lo complicado que resulta en ocasiones poder conectar las actividades y aprendizajes producidos en el concurso con el temario o el currículo, dado que la cristalografía no aparece directamente recogida en los contenidos curriculares.

“Me ha faltado formación para poder guiar a mis alumnos en el diseño de experimentos.”

(Profesor 214)

“No entra en temario y hay que dejar de ver otras cosas o trabajar fuera de horario y con alumnos voluntarios.”

(Profesora 432)

Dificultades propias del alumnado.

En la segunda dimensión, centrada en las dificultades que afectan de manera directa al alumno, aparecen cinco categorías diferenciadas que se presentan a continuación ordenadas en función del porcentaje de profesores que hacen referencia a cada una (entre paréntesis). Debido a que en sus respuestas los profesores pueden mencionar más de una dificultad, la suma total de estos porcentajes excede el 100%. Por motivos similares, la mayoría de las categorías presentan distintos aspectos de interés que merecen ser comentados. Estos se representan en diferentes gráficos que indican el porcentaje de respuestas vinculadas a cada uno de los aspectos con respecto al total de respuestas que figuran en cada categoría.

Dificultades conceptuales y procedimentales (31,9%).

En esta categoría se incluyen problemas para aplicar el método científico, para extraer conclusiones de los resultados obtenidos o para llevar a cabo determinados procedimientos, pero también para realizar un trabajo metódico y ordenado, siendo rigurosos con los procedimientos y las anotaciones. Del mismo modo, algunos educadores consideran que otra de las dificultades que surgen en la experiencia es que a veces no se obtienen los resultados esperados (Figura 3).



Figura 3 – Dificultades conceptuales y procedimentales.

Estas dificultades, a tenor de las respuestas proporcionadas por los encuestados, parecen poder ser atribuidas a dos tipos diferentes de factores. Por un lado, la falta de base de los estudiantes que, en ocasiones, muestran un preocupante desconocimiento de los términos y conceptos básicos o de las metodologías que afecta, especialmente, a los aspectos relacionados con el trabajo en el laboratorio y la indagación. No obstante, también es cierto que algunos docentes señalan que ese desconocimiento puede ser consecuencia del surgimiento de concepciones y conceptos por encima del nivel de los estudiantes.

“Ha habido veces en que [...] surgían conceptos que quedaban algo por encima de su nivel académico (como el de la acidez y el pH para 4º de la ESO).”

(Profesor 227).

“La poca (ninguna) base en química que tienen. seguir los procedimientos y continuarlos en el tiempo. Les ha costado apuntar todo en el cuaderno. Mucho impulso y poca reflexión, pero mucha, mucha creatividad y ganas de probar cosas nuevas.”

(Profesora 223).

Por otro lado, las dificultades pueden ser también consecuencia de una excesiva impulsividad y una falta de visión a largo plazo que provocan que los alumnos no se paren a reflexionar antes de comenzar a manipular los materiales, no se planteen una hipótesis clara, ni analicen los resultados en profundidad, limitándose a hacer por hacer y esperar resultados inmediatos.

“Les costaba entender que deberían sacar conclusiones de todo ello. Veían los resultados, pero no se planteaban por qué había salido eso, los motivos ni las condiciones.”

(Profesora 604)

“Dificultad para aplicar el método científico, falta de imaginación y curiosidad, en ocasiones hacían las cosas por probar sin pensar en la hipótesis de partida y en lo que querían conseguir.”

(Profesora 407)

Dificultades en el trabajo de laboratorio (26,1%).

Relacionadas principalmente con la falta de soltura a la hora de trabajar en el laboratorio. Así pues, tienen dificultades para realizar tareas sencillas y habituales, para entender y respetar las normas de seguridad en el laboratorio, para enfocar la elaboración del cuaderno de laboratorio e ir plasmando día a día y de forma coherente los distintos procedimientos en él, o para seleccionar el instrumento adecuado para cada tarea, mostrándose dubitativos acerca de cómo se ha de emplear (Figura 4).

“Elaborar el cuaderno de laboratorio tampoco ha sido fácil.”

(Profesora 232).

“Los alumnos han tenido muchos problemas para usar el material de laboratorio necesario para cada situación, por ejemplo, eran capaces de usar una probeta de 100ml para coger 1l de agua llenándola 10 veces en vez de coger una de volumen mayor.”

(Profesora 622)

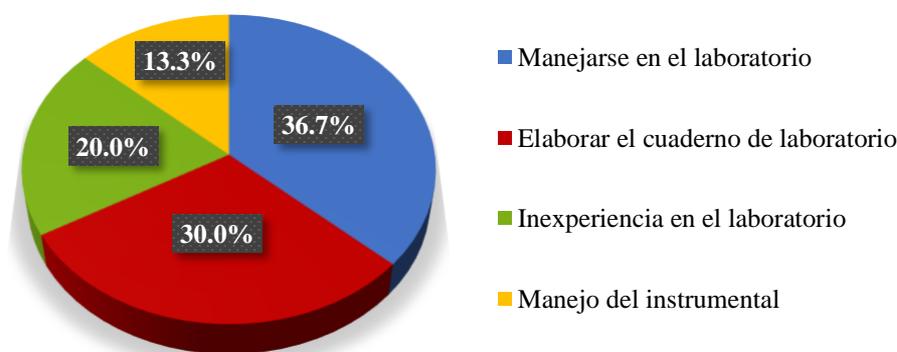


Figura 4 – Dificultades en el trabajo de laboratorio.

Es posible que parte de estas dificultades puedan ser atribuidas a una falta de experiencia en el laboratorio ya que, de acuerdo con el profesorado, para muchos de los participantes el concurso supone su primer contacto con él.

“Dificultades al ser primer contacto de mis alumnos/as con el laboratorio del centro, y de plasmar de forma coherente el método científico en un cuaderno o portfolio de trabajo.”

(Profesora 618).

Dificultades para organizarse (21,7%).

Entre las que destacan los problemas para organizar eficazmente las tareas y administrar, controlar y distribuir adecuadamente el tiempo disponible para poder cumplir unos plazos preestablecidos, aunque los propios profesores reconocen que de por sí el tiempo de que se dispone para las actividades es muy limitado (Figura 5). Algunos de los docentes consideran estos problemas consecuencia de una baja capacidad de planificación derivada en gran medida de la misma impulsividad, falta de reflexión y falta de visión a largo plazo antes mencionadas.

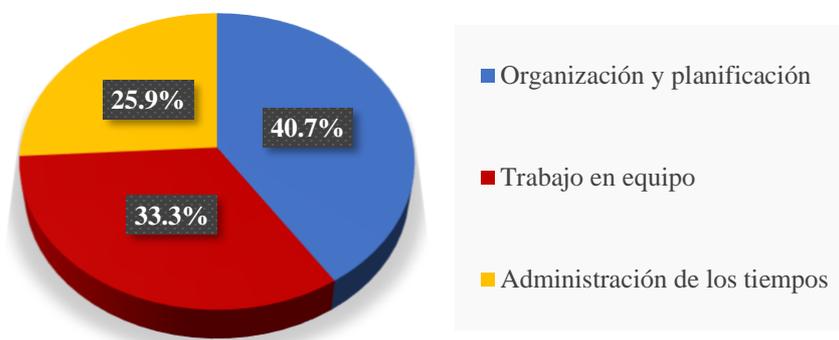


Figura 5 – Dificuldades para organizar-se.

“Organizarse en grupos ha tenido alguna dificultad porque siempre trabajan unos más que otros.”

(Profesor 601)

Por otra parte, los encuestados señalan la presencia de dificultades asociadas al trabajo en equipo como son los problemas para consensuar un proyecto común, alcanzar acuerdos, coordinarse con los compañeros, delegar o repartirse las tareas.

“El trabajo en equipo ha sido un problema.”

(Profesor 413)

Dificultades para adoptar una actitud proactiva (15,2%).

En algunos casos los profesores se quejan de una excesiva pasividad de los estudiantes señalando que, a veces, les cuesta ponerse a trabajar y mostrar la iniciativa necesaria para proponer ideas, afrontar los contratiempos y buscar soluciones, demostrando también poca autonomía a la hora de llevar a cabo la tarea, lo que hace necesario pautarles mucho el trabajo para poder avanzar en el proyecto.

“El cambio de pasividad a actividad manual les ha costado un poco.”

(Profesor 221).

“ Son poco autónomos y algunos con poca iniciativa.”

(Profesor 609)

Dificultades para mantener el interés y la motivación (12,0%):

En este sentido, los profesores indican que, en algunos casos, los estudiantes van perdiendo progresivamente el interés y la motivación a medida que avanza el proyecto, especialmente si no se obtienen los resultados esperados.

“Falta de resiliencia. Los primeros días todos estaban al 100% pero fueron perdiendo interés algunos de ellos a lo largo del tiempo.”

(Profesora 415).

Dimensiones complementarias.

En tercer lugar, aparece la dimensión *“Ninguna dificultad reseñable”* donde se han acumulado las respuestas que señalan que no se han producido dificultades (10,37%), bien porque no haya surgido ninguna destacable, porque se trate de aquellas esperadas o previstas, o porque han podido irse solventando durante las sesiones. Finalmente, aparecen mencionadas otras dificultades (5,43%), que constituyen la dimensión *“No clasificables”* y que abarcan una amplia gama de pequeños problemas señalados por los educadores que

no encajan en las categorías propuestas con anterioridad y que, por lo general, se refieren a aspectos circunstanciales muy concretos o a respuestas que no proporcionan ningún tipo de información de interés.

DISCUSIÓN

Los contextos no formales ofrecen amplias posibilidades para la enseñanza de las ciencias que van, desde las excursiones, las salidas de campo (Sáez Bondía y Cortés Gracia, 2020), o las visitas a industrias, museos, universidades o centros de ciencia, hasta las ferias y los concursos científicos. Siendo así, si se considera la relevancia que vienen adquiriendo estos espacios durante las últimas décadas, se debe concluir que la enseñanza formal tradicional no puede permitirse el lujo de despreciar el potencial que tienen y las oportunidades que ofrecen, sino que debe comenzar a aceptar la existencia de los dominios no formales y a integrarlos de manera coherente y provechosa tanto para satisfacer las actuales demandas formativas de la sociedad como para enriquecer y diversificar la experiencia educativa de las próximas generaciones. Por este motivo, son muchos los autores que han defendido la necesidad de tender puentes entre la educación no formal y la ciencia escolar (Bamberger & Tal, 2008; Eshach, 2007; Fallik, Rosenfeld, & Eylon, 2013; Hofstein & Rosenfeld, 1996) argumentando que estas conexiones no hacen si no incrementar el impacto educativo tanto de la una como de la otra, contribuyendo a mejorar aprendizaje de la ciencia.

En efecto, las actividades como el Concurso de Cristalización en la Escuela que se sitúan fuera de lo que estrictamente constituye la esfera de la educación reglada pero que, al mismo tiempo, muestran una clara vinculación con ella (Martín-García & Dies Álvarez, 2020, 2021a, 2022; Sancho Tomás & Dies Álvarez, 2021), son recursos de inestimable valor formativo. Es por eso que la enseñanza de las ciencias debe abogar por dotarles de la relevancia que realmente tienen, promoviendo su estudio y comprensión. En este sentido, el análisis del diseño y el desarrollo de estos espacios, de qué características de los mismos deben potenciarse, qué limitaciones presentan, de cómo se trabaja en ellos, de las dificultades que los participantes encuentran, de cómo aprenden y de los aprendizajes que les proporcionan se convierte en un objetivo estratégico de la investigación educativa sobre el que se ha de seguir incidiendo. Estudios como el presentado en este trabajo contribuyen a abordar esta necesidad, a llenar ese vacío existente en la literatura aportando un nuevo enfoque.

Dentro de este marco, los resultados obtenidos en este trabajo revelan que las dificultades detectadas por los profesores en sus estudiantes a la hora de llevar a cabo las actividades del concurso, parecen atribuibles en gran medida a una falta de experiencia o de hábito a la hora de trabajar de la manera que propone y promueve el concurso. Los proyectos de investigación, como el que se debe desarrollar en esta actividad, a pesar de que aparecen claramente reflejados en los currículos de varias materias de la educación secundaria, quizá no se pueden trabajar con la suficiente profundidad y frecuencia en clase. En la misma línea, algunos otros problemas reconocidos por los educadores aparecen asociados a aspectos claramente competenciales que muestran de nuevo la necesidad de repensar la enseñanza de las ciencias para actualizarla y adecuarla al modelo competencial que, si bien es el marco que ha de vertebrar el currículo, su traslado o aplicación real en el aula muchas veces brilla por su ausencia.

El hecho es que ser competente en ciencias requiere la puesta en marcha de un conjunto integrado de capacidades, destrezas y conocimientos tanto de naturaleza conceptual como procedimentales y actitudinales. En este sentido no vale con un conocimiento básico de los contenidos y modelos de la ciencia, se necesita también un conocimiento de las habilidades y actitudes científicas, de las estrategias que se emplean para la generación del conocimiento y de la propia naturaleza de la ciencia, por lo que su desarrollo requiere de actividades amplias y completas que permitan dar entrada a todos estos aspectos. Precisamente por ello, tanto por tratarse de un concepto tan amplio en el que se han de acomodar elementos tan diferentes, como por el tipo de actividades que normalmente demanda, tampoco es fácil llevar al aula actividades o secuencias que permitan trabajarla convenientemente.

Entre las causas de estas carencias, se encuentran dos de los aspectos más recurrentemente mencionados por los profesores. El primero tiene que ver con las dificultades para la distribución del tiempo, consecuencia de que las sesiones de clase se confinan en períodos de aproximadamente 1 hora que limitan el tipo de actividades a desarrollar; y, el segundo con la falta de tiempo disponible para poder dedicar a actividades promotoras del desarrollo competencial, como los proyectos de investigación que, por su naturaleza, demandan mucho más tiempo y recursos que otras.

Otra de las dificultades que parecen derivadas de falta de familiaridad con la mecánica de trabajo que promueve el concurso es el hecho de que, cuando se plantean experiencias abiertas, no siempre se pueden obtener los resultados esperados o deseados. En esta línea, las respuestas de los docentes encuestados

revelan que esto ha provocado una pérdida de motivación e interés en el alumnado a medida que se desarrollaba el concurso. Desde la perspectiva de la Teoría de la Autodeterminación (Deci *et al.*, 1991), una posible explicación a este fenómeno sería que los estudiantes entendiesen que el no haber obtenido un determinado resultado es una manifestación de una baja capacidad, competencia o autoeficacia.

De acuerdo con Deci *et al.* (1991), la motivación se configura a través de la satisfacción de las necesidades de competencia, autonomía y pertenencia, de manera que el hecho de no verse capacitados repercute negativamente en la motivación. En ese sentido es importante que el profesorado sea consciente de ello, aprenda a afrontar esta problemática, a lidiar con estas situaciones y a acompañar al alumnado durante todo el proceso trabajando con los estudiantes para naturalizar el hecho de que no obtener los resultados previstos forma parte del proceso normal de la investigación científica.

En este marco, se crea un espacio que puede ser aprovechado por las actividades científicas no formales que, adecuadamente integradas como complemento del sistema formal, pueden ofrecer oportunidades claras para dar respuesta a esta problemática porque pueden no verse afectadas por algunas de las limitaciones habituales que se presentan en la enseñanza formal, como pueden ser las relacionadas con el tiempo que tan presentes están en las respuestas del profesorado. Esto permite dar entrada a experiencias más completas y enriquecedoras que muchas veces resultan complicadas de trasladar al aula pero que son de gran utilidad para promover un giro competencial de la enseñanza. En esta línea, por ejemplo, trabajos previos han mostrado la utilidad tanto del concurso (Cuesta-López, & Jiménez-Pérez, 2017; Martín-García & Dies Álvarez, 2022) como de otras actividades similares (e.g Paul, Lederman, & Groß, 2016) para promover el desarrollo competencial del alumnado de secundaria.

Por otra parte, a la hora de evaluar los programas de educación no formal también se ha de tener en cuenta el papel jugado por el docente porque uno de los requisitos básicos y a la vez fundamentales para diseñar actividades no formales que realmente tengan éxito y generen un impacto a nivel formativo y educativo, es prestar atención a las necesidades, las demandas y las percepciones del profesorado. Pero, para ello, primero es imprescindible que cuenten con participantes dispuestos a implicarse en ellas puesto que por muy bien diseñada que esté una actividad y por muchos aprendizajes que pueda favorecer, si carece de aflicción su relevancia educativa será nula.

Sobre este particular, tal y como sucede en las actividades de aula, es el profesor quien determina qué recursos son más adecuados e interesantes y cómo van a ser empleados partiendo de su conocimiento profesional, sobre el alumnado, el contexto, los objetivos y contenidos del currículo...etc. Es por ello que son sus impresiones las que van a determinar la elección de una u otra de las actividades que se encuentran a su disposición, por lo que analizar, conocer o comprender estas opiniones facilita el planteamiento de programas y eventos más atractivos para el profesorado, capaces de implicar a un mayor número de participantes.

Pero, además, el profesor también actúa como puente entre la ciencia que se aprende en la escuela y la que se adquiere en los contextos no formales (Tal & Steiner, 2006). Así, diferentes estudios (Davidson, Passmore & Anderson, 2010; Garner & Eilks, 2015; Luehmann & Markowitz, 2007; Schmidt & Di Fuccia, 2014) sugieren que tanto la efectividad de cada una de las actividades como los efectos concretos que pueden llegar a tener sobre el alumnado, su aprendizaje o sus actitudes y emociones parecen estar fuertemente condicionados por los conocimientos previos, las actitudes hacia la actividad y las expectativas del profesor de manera que para garantizar su éxito es esencial tener en cuenta la figura del docente y sus percepciones.

En este sentido, analizar las impresiones del profesorado como se ha indicado, ayuda a adquirir una mayor comprensión de las estrategias que realmente emplean los educadores durante la participación (DeWitt & Storksdieck, 2008; Karnezou, Pnevmatikos, Avgitidou, & Kariotoglou, 2021), lo que es fundamental para incrementar las oportunidades que ofrece la educación no formal. Sin embargo, en este punto emerge una dificultad adicional y es que diferentes investigaciones (Anderson, Kisiel, & Storksdieck, 2006; Çil, Maccario, & Yanmaz, 2016; Guisasola & Morentin, 2010) han puesto de manifiesto el reto que supone para el profesorado la educación científica en contextos no formales y cómo muchos de estos profesionales carecen de la formación necesaria (Pinto Monteiro, Martins, de Souza y de Carvalho, 2016) para tener ideas claras acerca de cómo emplear los recursos que pone a su disposición la educación no formal.

Partiendo de esta base, quizá sea conveniente entonces que los profesionales de la enseñanza de las ciencias, bien desde la formación inicial o bien a través de programas de formación permanente, puedan adquirir los conocimientos necesarios y las habilidades propicias para hacer un mejor uso de los recursos y las oportunidades que ofrecen los espacios no formales, de manera que puedan emplearlos con mayor

eficacia y generar con ellos aprendizajes más significativos, ya sean conceptuales, procedimentales, afectivos o epistemológicos.

A este respecto, el análisis de las impresiones de los docentes que sí participan en actividades no formales puede resultar un elemento clave determinar qué formación precisan los educadores para crear entornos de aprendizaje más apropiados (Kisiel, 2005) en el marco de estas actividades con los que maximizar su potencial formativo y explotar todos los recursos que ofrecen. En esta línea, el presente trabajo complementa y amplía algunos de los estudios previos (Martín-García, Dies Álvarez & Bauluz Lázaro, 2021; Martín-García & Dies Álvarez, 2021b) focalizados en el concurso y que ofrecen indicios claros de las potencialidades formativas del concurso para el profesorado participante y abre una nueva vía de análisis que será continuada en trabajos posteriores a través de la indagación en las dificultades manifestadas por los propios estudiantes con los que confirmar y contrastar los hallazgos expuestos en la sección anterior manteniendo la pretensión de generar el conocimiento desde dentro pero, al mismo tiempo, introduciendo una perspectiva diferente, para generar una imagen más amplia.

CONCLUSIONES

La investigación educativa ha dejado clara la importancia de conocer más y mejor los contextos no formales para comprender su efectividad y cómo mejorarla, obteniendo un mayor rendimiento de ellos y, al mismo tiempo, para poder proporcionar a los educadores una formación y unos conocimientos básicos que les permitan incorporarlos con mayor asiduidad a su práctica docente aprovechando todo su potencial para complementar y apoyar el aprendizaje del alumnado participante. En cualquier caso, sea a través de una vía o de otra, el trabajo que conforma este artículo proporciona una visión desde dentro de las experiencias y vivencias de los participantes que 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 síntesis, más eficaces.

En este sentido, ofrece un diagnóstico de las dificultades encontradas por el alumnado que pueden no ser dominio exclusivo del contexto analizado, sino que quizá puedan extrapolarse a otros tipos de actividades, dado que se tratan de aspectos generales y no tanto particularidades propias del contexto evaluado. En este sentido, determinar cuáles son las dificultades con que se enfrentan los estudiantes que participan en un determinado evento hace posible tanto un replanteamiento del desarrollo del mismo como una mejora en la preparación de los docentes que participan en él, a quienes se podrá proporcionar herramientas para prevenir estos obstáculos, paliarlos o incluso eliminarlos.

Pero, además, desde la perspectiva del docente, estudios como el desarrollado le permiten disponer de un cierto conocimiento sobre los diferentes espacios o actividades y sobre cómo se desarrollan, o sobre los problemas a los que probablemente tenga que hacer frente. Esto favorecerá que el educador opte por seleccionar una propuesta por encima de otras o, por lo menos, facilitará que se anime a participar en alguno de estos eventos a pesar de todas sus limitaciones o de las dificultades que puedan surgir, ya que se trata de una experiencia beneficiosa y formativa para el alumnado que contribuye a potenciar su educación científica.

Estudios como los que se están desarrollando en torno al Concurso de Cristalización en la escuela, y de los que el presentado en este trabajo proporcionan un pequeño ejemplo, permiten abordar ambos objetivos y contribuyen a avanzar en esta línea abriendo una nueva vía de investigación con amplias oportunidades gracias precisamente a la relevancia que están adquiriendo los procesos educativos no formales y a la amplia panoplia de actividades, recursos, eventos, proyectos y propuestas de este tipo que progresivamente van surgiendo y consolidándose.

Agradecimientos

Grupo BEAGLE de investigación en Didáctica de la Ciencias Experimentales (S27_20R. Gobierno de Aragón-IUCA). Proyecto PID2021-123615OA-I00 (MIMECO). Jorge Martín disfruta de un contrato predoctoral del Gobierno de Aragón (ORDEN IJU/796/2019).

REFERENCIAS

- Abernathy, T. V., & Vineyard, R. N. (2001). Academic Competitions in Science: What Are the Rewards for Students? *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 74(5), 269-276. <https://doi.org/10.1080/00098650109599206>
- Affeldt, F., Tolppanen, S., Aksela, M., & Eilks, I. (2017). The potential of the non-formal educational sector for supporting chemistry learning and sustainability education for all students – a joint perspective from two cases in Finland and Germany. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 13-25. <https://doi.org/10.1039/C6RP00212A>
- Anderson, D., Kisiel, J., & Storksdieck, M. (2006). Understanding Teachers' Perspectives on Field Trips: Discovering Common Ground in Three Countries. *Curator: The Museum Journal*, 49(3), 365-386. <https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.2006.tb00229.x>
- Aubusson, P., Griffin, J., & Kearney, M. (2012). Learning Beyond the Classroom: Implications for School Science. En B. J. Fraser, K. Tobin, y C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1123-1134). Dordrecht, Netherlands: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_74
- Bamberger, 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>
- Çil, E., Maccario, N., & 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>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. (6th ed). Routledge.
- Covert, H., Tshiswaka, D. I., Ramkissoon, I., Sisskin, E., Lichtveld, M., & Wickliffe, J. (2019). Assessing science motivation among high school students participating in a supplemental science programme: The Emerging Scholars Environmental Health Sciences Academy. *International Journal of Science Education*, 41(17), 2508-2523. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1689308>
- Cuesta-López, M. P., & Jiménez-Pérez, R. (2017). Adquisición de competencias científicas a través de un concurso de ciencia escolar en contexto no formal. En J. L. Bravo Galán (Ed.), *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 979-987). Recuperada de <http://apice-dce.com/wp-content/uploads/2018/08/XXVII-Actas.pdf>
- Davidson, S. K., Passmore, C., & Anderson, D. (2010). Learning on zoo field trips: The interaction of the agendas and practices of students, teachers, and zoo educators. *Science Education*, 94(1), 122-141. <https://doi.org/10.1002/sce.20356>
- Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., & Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 325-346. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4_6
- DeWitt, J., & 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>
- Dionne, L., Reis, G., Trudel, L., Guillet, G., Kleine, L., & Hancianu, C. (2012). Student's sources of motivation for participating in science fairs: An exploratory study within the Canada-Wide Science Fair 2008. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(3), 669-693. <https://doi.org/10.1007/s10763-011-9318-8>
- 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>
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2010). The 95 Percent Solution. *American Scientist*, 98(6). Recuperada de <https://www.americanscientist.org/article/the-95-percent-solution>

- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2012). Lifelong Science Learning for Adults: The Role of Free-Choice Experiences. En B. J. Fraser, K. Tobin, y C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 1063-1079). Dordrecht, Netherlands: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_70
- Fallik, O., Rosenfeld, S., & 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>
- Fernández, J. A., & Blas, J. M. (Eds.). (1986). *Libro blanco. Educación de adultos* (Primera). Ministerio de Educación.
- García-Ruiz, J. M. (2013). Cristalización en la Escuela. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 109(3), 244-245. Recuperada de <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/57/57>
- Garner, N., & 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>
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976. <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Gottfried, M. A., & Williams, D. (2013). STEM Club Participation and STEM Schooling Outcomes. *Education Policy Analysis Archives*, 21, 79. <https://doi.org/10.14507/epaa.v21n79.2013>
- Guisasola, J., & Morentin, M. (2010). Concepciones del profesorado sobre visitas escolares a museos de Ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 28(1), 0127-0140. Recuperada de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/189101>
- Halonen, J., & 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>
- Hofstein, A., & Rosenfeld, S. (1996). Bridging the Gap Between Formal and Informal Science Learning. *Studies in Science Education*, 28(1), 87-112. <https://doi.org/10.1080/03057269608560085>
- Jarvis, T., & 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>
- Jones, G., Taylor, A., & Forrester, J. H. (2011). Developing a Scientist: A retrospective look. *International Journal of Science Education*, 33(12), 1653-1673. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.523484>
- Karnevou, M., Pnevmatikos, D., Avgitidou, S., & Kariotoglou, P. (2021). The structure of teachers' beliefs when they plan to visit a museum with their class. *Teaching and Teacher Education*, 99, 103254. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103254>
- Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science Education*, 89(6), 936-955. <https://doi.org/10.1002/sce.20085>
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education, Inc.
- Luehmann, A. L., & 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., & 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., & Dies Álvarez, M. E. (2021a). 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. Recuperada de <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1659>
- Martín-García, J., & Dies Álvarez, M. E. (2021b). Formación del profesorado de ciencias en un contexto no

formal: La competencia de atención a la diversidad a través del Concurso de Cristalización en la Escuela. En *29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuelas de Doctorado* (pp. 406-413). Universidad de Córdoba, España.

- Martín-García, J., & Dies Álvarez, M. E. (2021c). La relación profesor-alumno en contextos no formales: El Concurso de Cristalización en la Escuela. En J. A. Marín, J. M. Trujillo Torres, G. Gómez García, y M. N. Campos Soto (Eds.), *Hacia una educación sostenible en educación*. (Primera, pp. 355-367). Madrid, España: Dykinson. Recuperada de https://docencia.cua.uam.mx/wp-content/uploads/2022/05/Coimbra_capi%CC%81tulolibro.pdf
- Martín-García, J., & Dies Álvarez, M. E. (2022). La educación científica en el contexto de las competencias clave: Un ejemplo de lo que la educación no formal puede aportar. *EDUCA. Revista Internacional para la calidad educativa*, 2(2), 116-133. <https://doi.org/10.55040/educa.v2i2.31>
- Martín-García, J., Dies Álvarez, M. E., & Bauluz-Lázaro, B. (2021). Impacto del concurso de cristalización en la escuela en el profesorado participante: Un estudio preliminar. En *Innovación Docente y Calidad Institucional. XIII Jornadas Innovación Docente e Investigación Educativa 2019*. (Primera, pp. 103-112). Universidad de Zaragoza. Vicerrectorado de Política Académica, Vicerrectorado de Tecnologías de la Información y de la Comunicación, Instituto de Ciencias de la Educación. Recuperada de <https://zaguan.unizar.es/record/101480/files/BOOK-2021-006.pdf>
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). <http://dx.doi.org/10.17169/fgs-1.2.1089>
- Muscat, M., & Pace, P. (2013). The impact of site-visits on the development of biological cognitive knowledge. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 337-351. <http://dx.doi.org/10.33225/jbse/13.12.337>
- Niculae, M., Niculae, C. M., & Barna, E. (2011). Non-formal science education: Promoting learning through experiment. *Physics Education*, 63(3), 890-897. Recuperada de http://www.rp.infim.ro/2011_63_3/art24Niculae.pdf
- Sancho Tomás, M., & Dies Álvarez, M. E. (2021). Ciencias y matemáticas en el laboratorio dentro del ámbito científico-matemático. *Uno Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 94, 61-67. Recuperada de <https://www.grao.com/es/producto/ciencias-y-matematicas-en-el-laboratorio-dentro-del-ambito-cientificomatematico-un094100641>
- Pastor, M. I. (2001). Orígenes y evolución del concepto de educación no formal. *Revista española de pedagogía*, 59(220), 525-545. Recuperada de <https://revistadepedagogia.org/lix/no-220/origenes-y-evolucion-del-concepto-de-educacion-no-formal/101400009894/>
- Paul, J., Lederman, N. G., & Groß, J. (2016). Learning experimentation through science fairs. *International Journal of Science Education*, 38(15), 2367-2387. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1243272>
- Pinto Monteiro, B. A., Martins, I., de Souza, A., & de Carvalho, F. C. (2016). The issue of the arrangement of new environments for science education through collaborative actions between schools, museums and science centres in the Brazilian context of teacher training. *Cultural Studies of Science Education*, 11(2), 419-437. <https://doi.org/10.1007/s11422-014-9638-4>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. European Commission. Recuperada de <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Sáez Bondía, M. J., & Cortés Gracia, Á. L. (2020). Secuencias de resolución de problemas en una actividad práctica de campo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(3), 630. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p630>
- Schmidt, I., & Di Fuccia, D.-S. (2014). Science Education in Out-of-School Contexts. In Pixel (Ed.) *New Perspectives in Science Education*, (3rd ed.) (pp. 328–332). Padova, Italy: Webster. Recuperada de <https://conference.pixel-online.net/NPSE/files/npse/ed0003/FP/0099-SSE95-FP-NPSE3.pdf>

- Tal, T., y Steiner, L. (2006). Patterns of teacher-museum staff relationships: School visits to the educational centre of a science museum. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 6(1), 25-46. <https://doi.org/10.1080/14926150609556686>
- Tisza, G., Papavlasopoulou, S., Christidou, D., Iivari, N., Kinnula, M., & Voulgari, I. (2020). Patterns in informal and non-formal science learning activities for children—A Europe-wide survey study. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 25, 100184. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100184>
- Tisza, G., Papavlasopoulou, S., Christidou, D., Voulgari, I., Iivari, N., Giannakos, M. N., Kinnula, M., & Markopoulos, P. (2019). The role of age and gender on implementing informal and non-formal science learning activities for children. *Proceedings of the FabLearn Europe 2019 Conference on FabLearn Europe '19*, 1-9. <https://doi.org/10.1145/3335055.3335065>
- Tolppanen, S., Vartiainen, J., Ikävalko, V.-M., & Aksela, M. (2015). Relevance of Non-Formal Education in Science Education. En I. Eilks y A. Hofstein (Eds.), *Relevant Chemistry Education: From Theory to Practice* (pp. 335-354). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-175-5_18
- Toma, R. B., Ortiz-Revilla, J., & Greca, I. M. (2019). ¿Qué actitudes hacia la ciencia posee el alumnado de Educación Primaria que participa en actividades científicas extracurriculares? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(1), 55-69. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4599>
- UNESCO. (2012). *International standard classification of education: ISCED 2011*. UNESCO Institute for Statistics. Recuperada de <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-isced-2011-en.pdf>
- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2007). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista electrónica de investigación educativa*, 9(1). Recuperada de <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/156>
- Welch, A. G. (2010). Using the TOSRA to Assess High School Students' Attitudes toward Science after Competing In the FIRST Robotics Competition: An Exploratory Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(3), 187-197. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75239>
- Wünschmann, S., Wüst-Ackermann, P., Randler, C., Vollmer, C., & 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>

Recebido em: 18.03.2022

Aceito em: 20.10.2022