



Artículo Original / Original Article

La educación científica en el contexto de las competencias clave: un ejemplo de lo que la educación no formal puede aportar

Science education in competency-based curriculums: the contribution of the non-formal sector

Jorge Martín-García y María Eugenia Dies Álvarez

Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza

E-mail de contacto: araujo@unizar.es

Cronograma editorial: *Artículo recibido 01/11/2021 Aceptado: 15/01/2022 Publicado: 01/07/2022*

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia:

Martín-García, J.; Dies-Álvarez, M^a. E. (2022). La educación científica en el contexto de las competencias clave: un ejemplo de lo que la educación no formal puede aportar. *EDUCA International Journal*, 2 (2), 116-133. <https://doi.org/10.55040/educa.v2i2.31>

Contribución específica de los autores: Los autores han participado conjuntamente en todas las fases de la investigación.

Financiación: Proyecto PIIDUZ_19_468 (Universidad de Zaragoza). Gobierno de Aragón (ORDEN IIU/796/2019).

Consentimiento informado participantes del estudio: No procede.

Conflicto de interés: Los autores no señalan ningún conflicto de interés.



Resumen

Desde hace años las leyes educativas españolas han apostado firmemente por fomentar el desarrollo de competencias en el alumnado. Este cambio de paradigma implica una remodelación de la praxis educativa que muchas veces no es sencilla de conseguir en el contexto del aula y que, sin embargo, puede alcanzarse a través de las experiencias didácticas que ofrece la enseñanza no formal.

El artículo que se presenta se centra en una actividad científica no formal en concreto, el Concurso de Cristalización en la Escuela. En este marco se presenta una reflexión acerca de la manera en que las diferentes acciones que los estudiantes deben realizar durante la participación contribuyen al desarrollo de las siete competencias clave recogidas en el currículo.

La reflexión parte, por un lado, de las percepciones de los participantes, tanto profesores como alumnos, recogidas a través de un cuestionario de preguntas abiertas; y, por otro lado, del análisis de la Orden ECD/65/2015 que describe las competencias clave. Los resultados muestran cómo la experiencia permite a los estudiantes movilizar, en mayor o menor medida, todas las competencias. Estos hallazgos dan fe del potencial educativo del concurso y complementan la bibliografía precedente aportando argumentos adicionales en favor de la utilidad de las actividades no formales para potenciar la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave

Cristalización, competencias, currículo, enseñanza no formal, educación secundaria.

Abstract

Nowadays Spanish curricula is focused on the development of student's key competences. As a consequence, teachers have been forced to renew and adapt their educational practices. However, taking these new strategies to the classroom may not always be an easy task. Non-formal education has proved to provide new opportunities for the introduction of competencies-centred methodologies.

This contribution analyses from this point of view one of those scientific non-formal activities, a school crystal-growing competitor called Concurso de Cristalización en la Escuela. We reflect on how the different activities that students perform during the contest allow them to put the seven Spanish key competences into practice. Teachers and students were asked to fill a questionnaire (open questions) in order to know their point of view about the contest. On the other hand, Spanish curricula has been analysed, specifically the Orden ECD 65/2015 which describes key competencies. Results showed that the activities carried out by the students during the contest continuously demand the use of key competencies. In conclusion, this contribution shows how the contest can be an interesting tool to improve science education. Moreover, it provides additional evidence of the utility that non-formal education has as a complement for science formal education.



Introducción

El giro competencial iniciado en el sistema educativo con la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006) y consolidado, posteriormente, con la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013), convirtió a las denominadas Competencias (ya se apelliden Básicas o Clave) en el eje que vertebra los programas y que actúa como dinamizador de la enseñanza.

La noción de competencia puede ofrecer una amplia panoplia de lecturas distintas, una cierta polisemia que la convierte en un término quizá algo ambiguo (De Pro, 2012a; Gimeno Sacristán, 2008). Por citar un ejemplo, aunque pueden encontrarse conceptualizaciones muy diferentes, la *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato*, recoge como definición la propuesta por el proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias):

«la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas con éxito y consistentes con las dimensiones cognitivas y no cognitivas. [...] una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz».

En este sentido, las competencias se conceptualizan como un saber hacer que se aplica en diferentes situaciones y que se asocia a un desempeño eficaz, por lo que una enseñanza basada en ellas debe enfatizar la utilidad del conocimiento, buscando que los estudiantes sean capaces de transferir los aprendizajes, haciendo uso de ellos fuera del aula, en situaciones y contextos diferentes (Boadas et al., 2017).

Sea como fuere, lo que sí resulta claro es que la citada orden recoge y describe siete competencias clave para la confección del currículo en los distintos niveles (Figura 1) que, además, deben trabajarse de manera conjunta desde todas las áreas de conocimiento. De este modo, todas las asignaturas deben contribuir al desarrollo de las distintas competencias,

aunque esa contribución diste de ser homogénea (De Pro, 2012b), dado que algunas se alinean más que otras con las características de cada disciplina.



Figura 1: Las siete competencias clave descritas por la Orden ECD 65//2015.

Este cambio de paradigma supone dar entrada a un enfoque más transversal e integrador que conlleva la superación de la metodología tradicional y la apuesta por potenciar modelos de aprendizaje más funcionales, lo que constituye todo un desafío, ya que exige no sólo un cambio a la hora de seleccionar los contenidos que conforman los currículos, sino, especialmente, una renovación completa de la praxis educativa (Zabala y Arnau, 2007).

En este contexto surge la necesidad de incorporar nuevas aproximaciones metodológicas que aúnen saberes de carácter conceptual (conocimientos, teorías, hechos, leyes...etc.), saberes de tipo procedimental, vinculados al dominio de las destrezas y capacidades propias de cada ámbito; y, finalmente, saberes de naturaleza actitudinal, centrados en la adquisición de un conjunto de actitudes y valores concretos. Esto pasa por trasladar a la figura del docente la tarea de generar espacios dinámicos y colaborativos donde todo el alumnado intervenga y aporte y donde se den las condiciones para satisfacer los requerimientos y objetivos derivados del nuevo enfoque, una tarea que no siempre es sencilla de lograr en el aula.



En este marco, la educación no formal se erige como potencial solución a este problema porque no se ve afectada por algunas de las limitaciones habituales que se presentan en la enseñanza formal y, por ello, permite dar entrada a experiencias más completas y enriquecedoras que ofrecen oportunidades de aprendizaje diferentes e innovadoras. Así, en el campo de la enseñanza de las ciencias, son un medio donde los estudiantes entran en contacto directo con la ciencia y se involucran en actividades científicas, a veces difícilmente reproducibles en el aula.

Sin embargo, no siempre es posible participar en actividades complementarias por la imposibilidad real de encontrar el tiempo que se ha de dedicar a ellas ya que la propia carga de contenidos del currículo no tiene en cuenta los tiempos de que se dispone en las aulas. Por ello es necesario encontrar recursos que permitan, por un lado, cubrir los contenidos (Martín-García y Dies Álvarez, 2020, 2021; Sancho Tomás y Dies Álvarez, 2021) y, por otro, poner en juego y consolidar las diferentes competencias.

Objetivo

El estudio que se presenta tiene como objetivo llevar a cabo un análisis exploratorio preliminar del desarrollo de las actividades de un proyecto de educación científica no formal, el denominado Concurso de Cristalización en la Escuela, que evalúe si estas contribuyen al desarrollo y la consolidación de las diferentes competencias clave y cómo lo hacen. En este sentido, y a pesar de la dificultad de inferir si una determinada actividad realmente promueve el desarrollo de una competencia concreta, se pretende revisar el desarrollo de las actividades del concurso, las respuestas de los participantes y sus producciones para determinar si en ellos existen evidencias que sugieran que, a través de la participación en dichas actividades, los estudiantes pueden estar desarrollando sus competencias clave.

Contexto

El Concurso de Cristalización en la Escuela (CCE) es un proyecto anual de educación no formal que se originó en Andalucía y Puerto Rico en el año 2009 (García-Ruiz, 2013) pero que desde entonces se ha extendido por casi todo el territorio español e incluso a nivel internacional con la celebración de una final europea y el surgimiento de iniciativas similares en países como Italia, Francia, Argentina, Uruguay o Estados Unidos,



El concurso se dirige principalmente al alumnado de secundaria, con el objetivo de incentivar su espíritu científico e investigador. Así, involucrándoles en el diseño y desarrollo de proyectos de investigación en el laboratorio sobre los cristales y el crecimiento cristalino, los estudiantes se introducen en el mundo de la ciencia, desarrollando el pensamiento crítico y racional, adoptando el trabajo sistemático y, en definitiva, descubriendo de una forma activa cómo se trabaja en el ámbito científico y adquiriendo destrezas propias del mismo.

El proyecto consta de tres fases: una primera de formación del profesorado que les proporciona conocimientos básicos de cristalografía y recursos didácticos; una segunda en que los estudiantes diseñan experimentos de cristalización y los realizan dando forma a su proyecto, y una fase final donde, emulando un congreso científico, tres estudiantes, normalmente elegidos por sus compañeros, representan a cada centro defendiendo su trabajo y resultados ante un jurado de expertos con ayuda de un póster de elaboración obligatoria. Además, existe también la posibilidad de competir en modalidad vídeo y en la de blog.

Metodología

El trabajo que se presenta forma parte en una investigación más amplia que evalúa el potencial formativo del CCE desde diferentes perspectivas. En el desarrollo de la misma se han encontrado, con frecuencia, alusiones al potencial del concurso para favorecer el desarrollo competencial del alumnado como, por ejemplo:

<< [Me he decidido a participar] Porque [...] 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)

<< [Me he propuesto conseguir] Desarrollar todas las competencias (aprender a aprender, iniciativa y espíritu emprendedor, digital...etc)>>

(Profesora 337, 2018-2019)

<<Sí [creo que me será útil participar] ya que permite trabajar desde varios ámbitos y varias competencias con un proyecto.>>

(Profesora 205, 2017-2018)

Partiendo de esta base se ha diseñado un estudio en dos fases para contrastar esas valoraciones del profesorado. En primer lugar, se ha realizado un análisis documental de la



Orden ECD 65/2015 para establecer un marco de referencia para la descripción de cada una de las competencias clave. En segundo lugar, se han analizado las producciones presentadas elaboradas por los participantes y sus respuestas a dos cuestionarios de preguntas abiertas durante cuatro ediciones del concurso, en busca de evidencias de la puesta en práctica de las diferentes competencias. Esta evaluación se ha desarrollado a través de un proceso de análisis cualitativo del contenido conforme a los principios planteados por Mayring (2000).

Resultados

En lo referente a los resultados, en primer lugar, se presenta una descripción de desarrollo de las actividades del concurso, incidiendo en su mecánica de trabajo y los tipos de habilidades y destrezas que estas demandan. Esta descripción establece el punto de partida desde el que, en segundo lugar, se presentan las evidencias que constituyen el grueso de los resultados y que son indicativas de la puesta en marcha de las diferencias competencias clave por parte de los estudiantes.

Las citadas evidencias se han ordenado en función de la competencia a que se adscriben y conforman los diferentes subapartados que componen la sección. En cada uno de ellos se comienza con una pequeña conceptualización que ayuda a concretar cómo es percibida la competencia en el marco de la enseñanza de las ciencias, a través de las aportaciones diferentes autores, clarificando por qué se considera, desde la investigación educativa, que determinadas acciones o actividades son promotoras de dicha competencia.

El concurso de Cristalización en la Escuela: desarrollo.

El CCE está pensado precisamente para ofrecer al alumnado la oportunidad de poner en práctica, de manera sencilla y divertida, muchos de los procedimientos característicos de las disciplinas experimentales, como la observación, el control de variables, la medida de diferentes magnitudes...etc. Su mecánica facilita la aproximación de los escolares a la experimentación, superando las limitaciones habituales de las prácticas de laboratorio tradicionales, las cuales, por lo general, se plantean en un contexto guiado por el docente, por lo que no contribuyen ni al enriquecimiento competencial ni al desarrollo de habilidades investigativas (Jaén y Roca, 2016).



De este modo, los participantes, en sus grupos de trabajo comienzan por identificar un problema o cuestión de interés, se plantean preguntas (¿Cómo puedo obtener cristales más grandes?, ¿Qué pasa si dejo los cristales al aire en vez de en un recipiente cerrado?, ¿Puedo hacer crecer cristales con otras formas? ...) que suscitan la curiosidad y les llevan a emitir hipótesis que luego deberán contrastar para obtener respuestas.

Establecen entonces unos objetivos para su proyecto y buscan, recogen y seleccionan información que pueda resultar de ayuda a la hora de avanzar en su desarrollo. Diseñan y planifican los experimentos a realizar, evaluando diferentes opciones, controlando distintas variables y realizando réplicas con pequeñas modificaciones del procedimiento seguido a medida que se detectan problemas o cuando los resultados obtenidos no resultan satisfactorios.

En esta etapa los participantes manejan el material de uso frecuente en el laboratorio (probetas, básculas, vasos de precipitados...) y se familiarizan con él mientras desarrollan procedimientos clásicos como la pesada, el enrase, la filtración, la preparación de disoluciones...etc. Además, a lo largo del proceso llevan a cabo diferentes observaciones y miden diferentes magnitudes, estableciendo relaciones entre ellas, y registrándolas en su cuaderno de laboratorio, el cual actúa como una herramienta tanto para sistematizar la indagación como para la recogida de datos (Retana Alvarado y Vázquez Bernal, 2016).

Fruto de esas observaciones y determinaciones obtienen información que deben procesar, organizar, representar e interpretar para así obtener datos cuyo análisis les permita poner a prueba sus teorías y elaborar sus propias conclusiones. Finalmente, estos resultados, así como el desarrollo general del proyecto son presentados y defendidos de manera oral en el congreso-final y se ven reflejados en el póster final que elaboran los estudiantes.

Por último, cabe destacar que el número de participantes en las categorías de blog y vídeo ha ido aumentando año tras año, lo que amplía el rango de actividades, destrezas y competencias que pueden desarrollar los estudiantes.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.

En lo que respecta a la parte matemática, como señala de Pro (2012b), esta se trabaja en las clases de ciencia cuando el alumnado utiliza el lenguaje matemático para describir y cuantificar los fenómenos observados, pero también cuando manejan estrategias matemáticas



para resolver problemas, como puede ser, por ejemplo, la preparación de una disolución de una concentración determinada; cuando utilizan las proporciones o acuden a las matemáticas para expresar datos e ideas o para elaborar representaciones gráficas como la curva de solubilidad (Sancho Tomás y Dies Álvarez, 2021). Todos ellos procesos que frecuentes en el concurso.

<< [...] Además, hemos aprendido cómo llevar a cabo el método científico como hacer una curva de solubilidad... >>

(Alumna 614, 2018-2019)

En cuanto a las competencias en ciencia, las actividades que realizan los estudiantes les permiten no sólo adquirir conocimientos de índole conceptual, sino también procedimentales, poniendo en práctica los cuatro tipos de destrezas científicas, las básicas, las técnicas, las de investigación y las comunicativas (De Pro, 2013). Al mismo tiempo, estas acciones inciden también en aspectos actitudinales a través, por ejemplo, de la generación de actitudes positivas hacia la ciencia y el trabajo científico.

En definitiva, el concurso favorece que los estudiantes se familiarizan con la forma de razonar y proceder de la ciencia, y que puedan emplearlas para el análisis racional del mundo que les rodea y proporciona un entorno donde convergen las cinco dimensiones de la competencia científica (Boadas et al., 2017; Llorente, Ruiz, Selga, Serra, y Domènech-Casal, 2017) para favorecer una mejor comprensión de qué es eso que llaman ciencia y cómo se hace.

Competencia en comunicación lingüística.

El lenguaje dista de ser un elemento inocente ya que tiene unas funciones claras como articular el pensamiento, ordenarlo o hacer que tenga coherencia (Gimeno Sacristán, 2008), por lo que condiciona la manera de pensar. De este modo, puede decirse que aprender ciencia pasa, indefectiblemente, por conocer y manejar el lenguaje con la que se construye (Gollerizo-Fernández y Clemente-Gallardo, 2019) y su terminología, para poder comprender las implicaciones que bajo ella subyacen.

En el concurso los estudiantes se sumergen en el lenguaje científico, ya que lo utilizan continuamente tanto de manera oral para comunicarse con sus compañeros, como escrita, al

confeccionar las diferentes entradas del cuaderno de laboratorio y del blog y a la hora de elaborar el póster, como audiovisual para la preparación de los vídeos.



Figura 2: Nube de palabras de las respuestas del alumnado a la cuestión ¿Qué has aprendido en el concurso?

En esta línea el trabajo en grupo instaura una dinámica de comunicación permanente donde además surge la necesidad de tomar decisiones conjuntas, de debatir y consensuar un curso de acción común. Se estimulan así las habilidades comunicativas y argumentativas y se va adquiriendo, poco a poco, una manera de comunicarse que integra el vocabulario y la terminología y que permite tanto expresar las propias ideas como entender las expresadas por los demás.

Por otro lado, a la hora de presentar su proyecto, ya sea ante sus compañeros, su profesor, el jurado o el resto de asistentes al congreso-final, los alumnos muestran su capacidad para transmitir correctamente la información y elaborar un discurso científico coherente, con un vocabulario riguroso y preciso que integra los conocimientos adquiridos para confeccionar una verdadera comunicación oral.

Competencia digital

El proceso de consultar diferentes fuentes para la búsqueda crítica de información y su intercambio constituye una tarea frecuente en el desarrollo de los proyectos de cristalización. Para ello los participantes aprovechan las facilidades que ofrecen las TIC e Internet como medios principales para acceder a la información y compartirla entre los miembros de cada equipo y con el profesor.

Por otro lado, estas tecnologías son también el instrumento privilegiado para procesar y representar distintas informaciones (Figura 3), para apoyar las comunicaciones y para crear contenidos digitales. En este sentido es habitual el manejo de herramientas como las hojas de

cálculo para trabajar y representar los datos. El diseño, maquetado y elaboración del póster, por su parte, requiere del uso de herramientas de diseño gráfico simplificado o programas de creación de presentaciones y procesadores de texto.

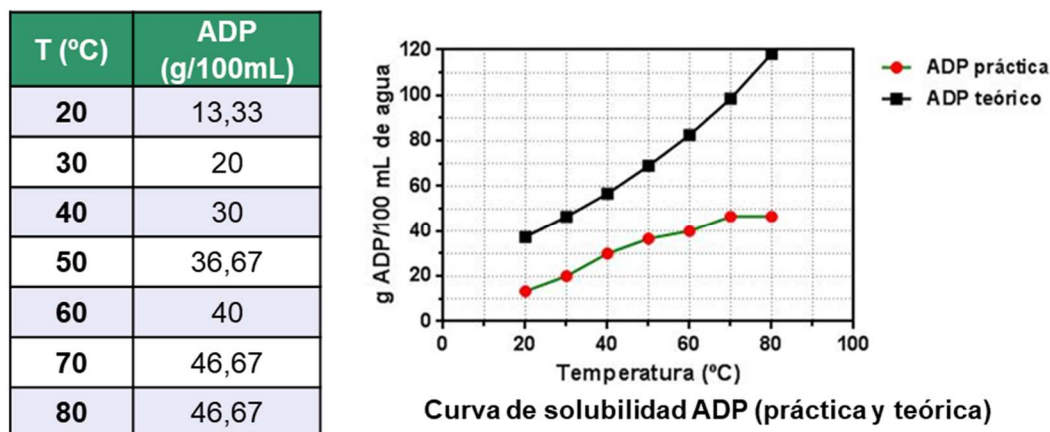


Figura 3: Representación gráfica elaborada por estudiantes del IES Cabañas (La Almunia de Doña Godina, Zaragoza) en la edición 2019/2020 del concurso.

Finalmente, muchos de los estudiantes participan en la creación de blogs, donde se incorporan contenidos multimedia; mientras que otros se decantan por la elaboración de vídeos para lo que manejan programas que permitan su creación y edición.

Competencia para aprender a aprender

La mecánica de trabajo del concurso plantea la resolución de un problema de forma autónoma y creativa y la búsqueda de información, mientras proporciona a los escolares una gran libertad para profundizar en aquello que les suscite mayor interés, para organizar sus tareas y adaptarse a los tiempos de que disponen para alcanzar los objetivos. De este modo se fomenta un aprendizaje más autónomo, menos directivo, más exploratorio y personal, movido por la curiosidad y el deseo de saber más.

El trabajo en pequeños grupos permite a los estudiantes involucrarse más, lanzar más preguntas y aprender de sus compañeros, de cómo cada uno afronta los problemas y trabaja. Por último, la búsqueda de información y la selección de referencia relevantes, descartando otras, potencian la adquisición de hábitos como la evaluación crítica de las informaciones



recibidas y son recursos que le van a permitir continuar aprendiendo a lo largo de la vida e integrando los nuevos conocimientos en sus estructuras mentales.

En definitiva, parece las actividades desarrolladas en el concurso permiten a los estudiantes obtener un conocimiento más profundo de su propio proceso de aprendizaje, a controlarlo, gestionarlo y potenciarlo en un marco mucho más autónomo.

Competencias sociales y cívicas

El trabajo en grupos reducidos para lograr una meta final trae consigo la necesidad de alcanzar consensos en la toma de decisiones, dialogando y negociando aspectos como la distribución de las tareas, defendiendo las propias posturas e ideas desde el respeto a las opiniones de los demás y la voluntad de escuchar sus argumentos.

Implica, por otra parte, participar de manera activa y constructiva, asumir las responsabilidades adquiridas para con el resto del equipo, acatar los acuerdos alcanzados, aceptar las diferencias de criterio como algo normal que no ha de impedir el poder llegar a acuerdos y resolver los pequeños conflictos que puedan producirse y alterar las dinámicas de trabajo.

<< [He aprendido] A respetar a los demás.>>

(Alumno 708, 2018-2019)

<< He aprendido a escuchar. >>

(Alumno 1048 2019-2020)

Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor

Participar en el concurso supone asumir el reto de hacer ciencia. El papel del estudiante como protagonista y eje central del mismo, que puede y debe desarrollar sus propios proyectos e ideas le llevar a movilizar tanto su sentido de la iniciativa como su espíritu emprendedor. De esta manera los estudiantes trabajan en su capacidad para convertir las ideas en actos, afrontar problemas abiertos, planificar, solucionar inconvenientes de manera creativa, tomar decisiones y asumir las consecuencias que se deriven de ellas.

La mayor libertad de que disponen y el grado adicional de autonomía que acompaña a las actividades contribuye a crear un espacio para la asunción de responsabilidades y donde también, al trabajar con otros compañeros, deberá aprender llevar la iniciativa y liderar unas veces, y a delegar y asumir un papel más secundario otras.



<< [He aprendido] A liderar un equipo de trabajo, a escuchar diferentes opiniones...>>

(Alumna 47, 2017-2018)

<< [Del alumnado me ha sorprendido] El grado de implicación y la iniciativa de algunas alumnas.>>

(Profesora 623, 2019-2020)

<< [Valoro la experiencia] Positivamente, es una buena manera de desarrollar en el alumnado capacidades como la iniciativa, la autonomía, el esfuerzo personal y el trabajo en equipo. También permite dar a conocer de forma práctica el trabajo científico y su valor. >>

(Profesora 414, 2018-2019)

Conciencia y expresiones culturales

El concurso pretende enseñar a los estudiantes cómo se hace y se disfruta la ciencia desde la investigación en el laboratorio a la presentación de los resultados en un congreso. Las diferentes actividades y en especial la final-congreso (Gollerizo-Fernández y Clemente-Gallardo, 2019) contribuyen a que los estudiantes se adentren en la cultura científica la cual constituye una dimensión imprescindible de la cultura ciudadana; y adquieran una visión más cercana de la naturaleza de la ciencia y de cómo se construye el conocimiento científico.

Además, la cristalografía es responsable de muchos de los avances tecnológicos de los que hoy disfrutan las sociedades modernas, por lo que conocer mejor los cristales, sus propiedades y aplicaciones implica, en cierto modo, una mejor comprensión de la cultura contemporánea.

Discusión

En trabajos previos (Martín-García y Dies Álvarez, 2020, 2021; Sancho Tomás y Dies Álvarez, 2021) se abordaron las posibilidades que ofrece el CCE para trabajar los contenidos curriculares de secundaria. Los resultados presentados en esta comunicación continúan en esa línea, transfiriendo el objeto de interés a las competencias como referente que son del diseño curricular. En este sentido, además, amplían, profundizan y completan otros trabajos (Cuesta-



López, y Jiménez-Pérez, 2017; Lupión y López, 2013) que ya dejaban entrever el potencial del concurso como herramienta para el enriquecimiento competencial.

En este sentido, a pesar del énfasis puesto en el modelo por competencias, por lo general, en el ámbito de la educación formal, no son muchas las ocasiones en las que los escolares pueden realmente explorar lo que hacen los científicos, usar el lenguaje de la ciencia y llevar a cabo una genuina actividad científica de investigación (García Molina, 2011), quizá como consecuencia de algunas de las limitaciones que el contexto escolar presenta. Frente a esta problemática, la educación no formal aparece como una alternativa viable porque, al no estar sujeta a algunas de estas limitaciones (tiempo, organización de grupos y espacios, evaluaciones...etc), permite plantear actividades más completas. En concreto, beneficios derivados de su incorporación han sido ampliamente tratados en la literatura, pero, para los fines de esta comunicación, interesa destacar dos.

Por un lado, las actividades no formales permiten dar entrada a las metodologías basadas en la indagación, planteando una construcción progresiva del conocimiento en la cual se complementa el saber teórico con el generado desde la práctica (Lupión-Cobos, Franco-Mariscal, y Girón Gambero, 2019), lo que facilita el logro de una comprensión superior de los procesos de razonamiento científico y el ejercicio y la consolidación tanto de las competencias científicas (Lupión y López, 2013; Stancescu, Petrescu, Gorghiu, Draghicescu, 2018) como del resto de las competencias clave (Lupión-Cobos et al, 2019) desde las propias experiencias experimentales.

Por otro, además, ofrecen al estudiante una mayor libertad, más tiempo y más autonomía (Tolppanen, Vartiainen, Ikävalko y Aksela, 2015), lo que les permite indagar e investigar aquello que le resulta de mayor interés y aprender de una manera más cómoda (Jones, 1997).

Inmersos en esta tradición trabajos como los de Retana-Alvarado et al (2016) y Gollerizo-Fernández y Clemente-Gallardo (2019) proporcionan evidencias que ratifican los resultados presentados. El primero muestra cómo una gran mayoría de los estudiantes que participaron en una feria de ciencias, una actividad con una dinámica de trabajo muy similar a la del CCE, percibieron un aumento de sus competencias científicas y su capacidad para aplicar la teoría científica a la vida cotidiana. Por su parte, en el segundo, se relata cómo los



estudiantes que participaron en la organización de una jornada-congreso de ciencias también mostraron una mayor percepción de la propia competencia.

Finalmente, el formato congreso científico, uno de los elementos más característicos del concurso, ha sido utilizado con anterioridad tanto en Educación Primaria como en Educación Secundaria (Díaz, 2013; Menoyo Díaz, 2017) mostrando su utilidad para la adquisición de las diferentes competencias y para proporcionar una visión más completa de la cultura científica al alumnado, dado que, como señalan Gollerizo-Fernández y Clemente-Gallardo (2019), *“El trabajo de investigación no tiene sentido si no existe una posterior comunicación pública de los resultados obtenidos”*.

Conclusiones

El objetivo que se planteaba en el trabajo era llevar a cabo un pequeño estudio exploratorio relativo a las potencialidades que ofrece el Concurso de Cristalización en el Escuela para el desarrollo competencial de los estudiantes participantes.

Los resultados presentados y su discusión permiten concluir que el CCE una alternativa valiosa e interesante para favorecer procesos de aprendizaje más competenciales. En este sentido, como proyecto no formal que se presenta una final-congreso como colofón de los procesos investigación y la experimentación aúna lo mejor de los tres mundos: las posibilidades de la educación no formal, los beneficios de las metodologías basadas en la indagación y el complemento que suponen las experiencias de comunicación pública de la ciencia; y lo combina para lograr una mayor promoción de las competencias clave que vertebran el currículo, lo que lo convierte en una herramienta formativa de lo más completa.

En este sentido, los hallazgos descritos en este trabajo aportan argumentos adicionales que contribuyen a reforzar una idea que ya ha arraigado en la comunidad académica y que defiende el papel que juega la enseñanza no formal como complemento de la educación científica que permite, entre otras cosas, incorporar al aula experiencias más amplias, más completas y más enriquecedoras y que, por lo tanto, se erige un complemento y un refuerzo educativo que los sistemas formales no pueden permitirse el lujo de desaprovechar.

Finalmente, puede concluirse además que se han encontrado indicios suficientes como para plantear la necesidad de llevar a cabo un estudio más detallado del desarrollo de cada una de las competencias en el marco del concurso, de manera que se puede concluir que, si bien



este pequeño estudio ha cumplido el objetivo que con él se perseguía, también ha servido para abrir la puerta a una nueva línea de investigación centrada en el concurso.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución a los proyectos EDU2016-76743-P (MIMECO), PIIDUZ_19_468 (Universidad de Zaragoza) y al grupo BEAGLE de investigación en Didáctica de la Ciencias Experimentales (Gobierno de Aragón). Jorge Martín García disfruta de un contrato predoctoral del Gobierno de Aragón (ORDEN IIU/796/2019).

Referencias bibliográficas

- Boadas, E., Márquez, C., y Monereo, C. (2017). Contribución de las actividades educativas en centros de ciencia para el desarrollo de las dimensiones de la competencia científica en alumnos de primaria. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 1519-1524.
- Cuesta-López, M. P., y 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).
- De Pro, A. J. (2012a). ¿Desarrollar competencias matemáticas en las clases de ciencias? *Alambique*, 70, 54-65.
- De Pro, A. J. (2012b). Hacia la competencia científica. *Alambique*, 70, 5-8.
- De Pro, A. J. (2013). Enseñar procedimientos: Por qué y para qué. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 73, 69-76.
- Díaz, D. (2013). Mi primer congreso. *Aula de Innovación Educativa*, 223-224, 46-49.
- García Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: Un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(0), 370-392.
- García-Ruiz, J. M. (2013). Cristalización en la Escuela. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 109(3), 244-245.
- Gimeno Sacristán, J. (2008). Diez tesis sobre la aparente utilidad de las competencias en educación. En *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* (pp. 15-58). Morata.



- Gollerizo-Fernández, A., y Clemente-Gallardo, M. (2019). Aprender a comunicar ciencia aumenta la motivación del alumnado. “La Jornada Científica”, una propuesta didáctica en ESO. *Revista Electrónica Educare*, 23(2), 1-23. <https://doi.org/10.15359/ree.23-2.6>
- Jaén, M., y Roca, M. L. (2016). El enfoque de los contenidos sobre rocas y minerales en libros de texto de 1º de ESO. *27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 1367-1374.
- Jones, L. S. (1997). Opening doors with informal science: Exposure and access for our underserved students. *Science Education*, 81(6), 663-677. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199711\)81:6<663::AID-SCE4>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199711)81:6<663::AID-SCE4>3.0.CO;2-G)
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE 106, de 4 de mayo de 2006.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. BOE 295, de 10 de diciembre de 2013.
- Llorente, I., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C., y Domènech-Casal, J. (2017). Un congreso científico en secundaria: Articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Revista Investigación en la Escuela*, 91, 72-89. <https://doi.org/10.12795/IE.2017.i91.05>
- Lupión, T., y López, R. (2013). Investigaciones escolares en ciencias: Estrategia en la formación del profesorado y recurso para el aula. *Educació Química*, 0(16), 53-61. <https://doi.org/10.2436/eduq.v0i16.85932>
- Lupión-Cobos, T., Franco-Mariscal, A. J., y Girón-Gamero, J. R. (2019). Predictores de vocación en Ciencia y Tecnología en jóvenes: Estudio de casos sobre percepciones de alumnado de secundaria y la influencia de participar en experiencias educativas innovadoras. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3102-3102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3102
- 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.



- Menoyo Díaz, M. del P. (2017). Hacer ciencia para comunicar ciencia desde 1º de ESO: Aprender a pensar, leer, realizar, hablar y escribir ciencia. *Modelling in Science Education and Learning*, 10(1), 149. <https://doi.org/10.4995/msel.2017.6556>
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. BOE nº 25 de 29/01/20155 (BOE-A-2015-738). Recuperado de <https://www.boe.es/eli/es/o/2015/01/21/ecd65/con>
- Retana Alvarado, D. A., y Vázquez Bernal, B. (2016). Influencia de las Ferias de Ciencia y Tecnología de Costa Rica en la elección de estudios superiores científicos y tecnológicos. En J. Sánchez Martín y F. Cañada Cañada (Eds.), *Ciencias para comprender el mundo. Investigación e innovación en Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 279-295). Entinema.
- Sancho Tomás, M., y Dies Álvarez, M. E. (2021). Ciencias y matemáticas en el laboratorio dentro del ámbito científico-matemático—Publicacions Editorial Graó. *Uno Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 94, 61-67.
- Stancescu, I., Petrescu, A.-M. A., Gorghiu, G., y Draghicescu, L. M. (2018). The Role of Non-Formal Activities for Increasing Students' Motivation for Learning. En V. Chis y I. Albulescu (Eds.), *Erd 2017—Education, Reflection, Development, Fifth Edition* (Vol. 41, pp. 627-632). Future Acad. <http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2018.06.74>
- Tolppanen, S., Vartiainen, J., Ikävalko, V.-M., y 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). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-175-5_18
- Zabala, A., y Arnau, L. (2007). La enseñanza de las competencias. *Aula de innovación educativa*, 161, 40-46.