

La cara “secreta” del Concurso de Cristalización en la Escuela

Resumen

Las actividades de educación no formal son un recurso muchas veces infrautilizado en el ámbito educativo y que, sin embargo, puede suponer un complemento útil para la ciencia escolar. En este artículo se presenta el caso del Concurso de Cristalización en la Escuela, y se acompaña de una reflexión acerca de su contribución al conocimiento de los estudiantes de secundaria sobre los cristales y los minerales.

Palabras Clave

Educación no formal, cristalización, Educación Secundaria

Introducción

El crecimiento de cristales a partir de una disolución es una experiencia clásica y muy sencilla que se lleva realizando muchos años en los laboratorios escolares españoles para introducir el trabajo de carácter práctico. Recientemente, esta actividad ha dado un salto cualitativo gracias a la aparición del Concurso de Cristalización en la Escuela (CCE), que no sólo ha incrementado su interés y atractivo entre los escolares, sino que ha potenciado enormemente su capacidad formativa al proponer su integración en una genuina investigación científica escolar que ofrece múltiples oportunidades de experimentación y descubrimiento.

¿Qué es el Concurso de Cristalización en la Escuela?

El Concurso de Cristalización en la Escuela es un certamen escolar anual que lleva más de una década celebrándose a escala regional, nacional e internacional. Es, asimismo, uno de esos proyectos de educación científica no formal que han ido consolidándose poco a poco como complemento al sistema formal como consecuencia de su propio éxito. En efecto, aunque el concurso se sitúa fuera de lo que estrictamente constituye la educación reglada, muestra al mismo tiempo una marcada vinculación con el sistema educativo.

El proyecto, ideado por el investigador y divulgador Juan Manuel García-Ruiz echó a andar de manera conjunta en Andalucía y Puerto Rico en el año 2009 (García-Ruiz, 2013). Desde entonces no ha dejado de extenderse por el resto de la geografía española y, actualmente, comunidades como Andalucía, Aragón, Cantabria, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana, La Rioja, Madrid o País Vasco cuentan con sus propias ediciones regionales, convertidas en la antesala de la final nacional.

La sencillez del formato y el éxito cosechado han llevado al concurso a traspasar fronteras y celebrar certámenes con el mismo modelo y protocolos propuesto por García-Ruiz en lugares como Argentina, Brasil, Edimburgo, México, Puerto Rico o Uruguay. De hecho, desde que el año 2014 fuese declarado Año Internacional de la Cristalografía, la Unión Internacional de la Cristalografía coordina un concurso a escala internacional en el que participan además escolares de Australia, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Reino Unido, Singapur o Vietnam.

El CCE está dirigido al alumnado de Educación Secundaria, a quien pretende introducir en el mundo de la ciencia ofreciéndole una visión más cercana de cómo se trabaja y de cómo se va generando y construyendo el conocimiento científico, desde la indagación y la experimentación en el laboratorio hasta la comunicación de resultados en un congreso científico. Se intenta así despertar su curiosidad por la ciencia proporcionándoles la oportunidad de aprender a comportarse como científicos, facilitándoles la oportunidad de tener una experiencia en la que diseñar y desarrollar sus propios proyectos de investigación en el ámbito de la cristalografía y la cristalización, aprovechando el atractivo inherente a los materiales cristalinos.

En estos proyectos van a tener la oportunidad de obtener cristales en diferentes condiciones y con diversas características, variando sus geometrías, colores y propiedades y experimentando la enorme satisfacción que supone crear algo nuevo, mientras, al mismo tiempo, adquieren algunas de las destrezas, conocimientos y habilidades básicas propias de la ciencia.

Por otra parte, se pretende también divulgar el papel que juegan y la relevancia que tienen la Cristalografía y los cristales en la sociedad, tanto en el desarrollo científico-tecnológico como en el día a día; y proporcionar un conocimiento básico sobre muchos de los conceptos fundamentales relacionados con la cristalización que, en no pocas ocasiones, tienen además una amplia aplicación en muchas otras áreas de la ciencia.

El concurso se desarrolla en tres fases que abarcan la práctica totalidad del curso académico, comenzando en el mes de noviembre y terminando en el de mayo. La primera fase está enfocada a proporcionar al profesorado participante unos conocimientos básicos sobre la Cristalografía y sus aplicaciones tanto a nivel industrial como en el campo de la investigación científica; se introducen los fundamentos físico-químicos del proceso de cristalización y se presentan algunos recursos didácticos que puedan serles de utilidad para el desarrollo de las actividades.

La segunda fase, que constituye la fase principal, tiene un carácter mucho más práctico y se centra en el trabajo en el laboratorio. En ella los estudiantes trabajan en sus proyectos de cristalización, diseñan, planifican y realizan experimentos, recaban datos y van extrayendo conclusiones y elaborando sus propias teorías acerca de los fenómenos observados.

Es en esta etapa en la que los estudiantes, que normalmente trabajan en grupos cooperativos, comienzan por identificar una cuestión de interés que resulte investigable, que suscite su curiosidad y los anime a plantearse preguntas como, por ejemplo: ¿Cómo puedo obtener cristales más grandes? ¿Qué sucede si en lugar de agua empleamos otro disolvente? ¿Qué ocurre cuando dejamos el recipiente con los cristales en la ventana? ¿Y encima del radiador? ¿Cómo puedo hacer cristales de colores? ¿Es posible hacer cristales con una forma predeterminada? ...etc.

Partiendo de estas preguntas establecen hipótesis de partida que intentarán contrastar a lo largo del proceso. Para ello, diseñan y planifican experimentos de laboratorio en los que emplean el material de uso frecuente y los procedimientos habituales, y van alterando las condiciones y controlando diferentes variables para evaluar cómo estas afectan a los resultados obtenidos.

Mientras realizan los experimentos, observan y miden diferentes magnitudes registrando el procedimiento y los valores en su cuaderno de laboratorio. Fruto de estas observaciones y medidas obtendrán información que deberán organizar, procesar, representar y analizar para convertirla en datos útiles que les permitan elaborar sus propias conclusiones acerca de lo sucedido y así intentar responder a la pregunta de investigación.

Por último, la etapa final del concurso está concebida como un congreso científico en el que los participantes deben montar un estand para exponer su trabajo. Además de mostrar sus cristales y cuaderno de laboratorio, presentan y defienden su proyecto ante un jurado de expertos con la ayuda de un póster científico en el que se detallan los objetivos, materiales, métodos, resultados y conclusiones del trabajo. Además, los escolares pueden participar en las categorías de blog y vídeo que les permiten explorar opciones alternativas y probar otras maneras de comunicar la ciencia que le proporcionan al concurso una vertiente un poco más multidisciplinar en la que tienen cabida otras áreas de conocimiento.

¿Qué aporta el concurso a la enseñanza de las ciencias?

Existe un cierto consenso acerca de la necesidad de introducir en la enseñanza de las ciencias actividades planteadas desde la perspectiva de los procesos de la ciencia y lo que realmente

hacen los científicos (Couso et al., 200). Sin embargo, son escasas las oportunidades que tienen los escolares de explorar realmente lo que hacen los científicos, usar el lenguaje de la ciencia o llevar a cabo una verdadera actividad científica.

El concurso está enfocado a ofrecer esa oportunidad y a crear un espacio donde los participantes puedan disfrutar de una aproximación más fidedigna a la actividad y la racionalidad científicas a través de una serie de propuestas diferentes a las que se suelen desarrollar en las aulas de secundaria.

En él los estudiantes se enfrentan a la realización de prácticas científicas con una libertad de la que no suelen haber disfrutado en la escuela y pueden trabajar como verdaderos investigadores y poner en práctica, de manera sencilla y divertida, muchos de los procedimientos característicos de las disciplinas experimentales como la observación, el control de variables, el análisis de datos, la medida de magnitudes, etc. que no siempre son sencillos de integrar en la educación formal.

Por último, participan de la experiencia de un congreso científico, uno de los elementos más característicos de la cultura de la ciencia. Así, poco a poco, esta deja de ser una actividad abstracta, aburrida y complicada realizada por los científicos en un laboratorio lleno de instrumental de alta tecnología, para convertirse en algo más dinámico que se desarrolla en equipos, compartiendo el conocimiento con el resto de compañeros, y con materiales e instrumentos sencillos y accesibles a todo el mundo.

Cristales y minerales: los grandes protagonistas

Los minerales son uno de los contenidos más importantes y recurrentes del currículo de secundaria y, aun así, desde hace años se conocen las grandes dificultades que muestran los estudiantes a la hora de llegar a comprender el concepto de mineral. Es cierto que quizá se trata de un concepto complejo que requiere un cierto grado de abstracción, pero los mayores problemas radican en la comprensión de que se trata de materiales que presentan una estructura cristalina y una composición química definida (Gallegos, 1998).

Frente a esta situación, Delgado y Calonge (2018); plantean una secuencia que comienza por tratar la materia cristalina, continua con los minerales y termina con las rocas, en una progresión desde los elementos más sencillos a los más complejos. Paradójicamente, en el marco de la Biología y Geología en Educación Secundaria el Real Decreto 1105/2015 sólo menciona el término cristal en la materia de Geología de 2º de Bachillerato mientras que los

minerales aparecen en 1º y 3º de ESO, en Biología y Geología de 1º de Bachillerato y en la propia Geología de 2º de Bachillerato.

También resulta complejo introducir el concepto de cristal como consecuencia de las interferencias que se producen entre lo que el término significa para la ciencia y su significado en el lenguaje cotidiano. De esta manera, lo habitual es que termine imponiéndose la terminología cotidiana y los estudiantes asocian con cristal aquellas sustancias que presentan las características de los vidrios por más que estas sean organizaciones internas diametralmente opuestas.

A este respecto, las diferentes experiencias de cristalización e indagaciones que propone el concurso pueden ser útiles para introducir el concepto de cristal, trabajar con él y lograr que los estudiantes lleguen a comprender qué es un cristal, cómo se forma, en qué condiciones, cómo las variaciones de estas condiciones afectan a la morfología, las propiedades o la apariencia de los productos finales, etc. En definitiva, una vez finalizado el concurso los participantes son capaces de establecer diferencias entre vidrio y cristal asociándolos con el orden o desorden de la estructura y llegando a modelos de cristal donde se mencionan características como las recogidas en la Tabla 1.

Tabla 1; ¿Sabrías decirnos qué es un cristal? Ejemplos de respuestas dadas por los estudiantes que participan en el concurso.

¿Sabrías decirnos qué es un cristal?
▪ Una disolución enfriada.
▪ Un sólido homogéneo.
▪ Un compuesto formado por sales solidificadas.
▪ Un cuerpo que posee caras planas y bien formadas.
▪ Un sólido con las partículas bien ordenadas.
▪ Una unión de partículas dispuestas de forma regular siguiendo un esquema determinado.
▪ Un sólido en el que, durante su formación los átomos se han ordenado interiormente formando formas geométricas.

Partiendo de esta base, como reconocen algunos de los profesores participantes, luego es más sencillo trabajar los contenidos relacionados con minerales y rocas y entender sus propiedades y características. Por ejemplo, López, Boronat y Gómez (2019) narran cómo es posible abordar los contenidos relacionados con la textura de las rocas ígneas a través de las

sesiones destinadas al concurso. En la Tabla 2 se recogen otros testimonios manifestados por el profesorado participante a lo largo de los años:

Tabla 2: Ejemplos de la presencia de contenidos relacionados con los minerales en testimonios de profesores que han participado en el concurso.

Minerales a través del concurso.
▪ Podemos trabajar todo el tema de minerales y rocas de 1º de la ESO.
▪ Quizá lo que más les ha costado entender es la diferencia entre cristal y mineral.
▪ Trabajamos todo el tema de minerales y rocas.
▪ Me va a permitir incluir aspectos de mineralogía en los contenidos.
▪ Para introducir lo relacionado con los cristales en relación a minerales y rocas.
▪ En geología hemos trabajado algo de forma experimental sobre rocas y minerales.
▪ Explicar de forma más práctica los contenidos relacionados con la cristalización de un mineral.
▪ Mejorar el conocimiento de cómo se forman los minerales y rocas.

Comentarios finales

En resumen, el gran secreto del CCE es que, por su concepción como proyecto no formal que presenta una final-congreso como colofón de los procesos investigación y la experimentación, aúna lo mejor de tres mundos: las posibilidades de la educación no formal, los beneficios de las metodologías propias de las prácticas científicas, y el complemento que suponen las experiencias de comunicación pública de la ciencia. Así, lo combina con maestría para lograr una mayor comprensión de la ciencia y proporcionar una experiencia atractiva e inolvidable tanto a los alumnos como a los profesores participantes.

Al mismo tiempo, gracias a su transversalidad y a la libertad que proporciona a los estudiantes, el concurso contribuye tanto al desarrollo de nuevos conceptos y procedimientos y a la consolidación de las competencias clave que vertebran el currículo como a facilitar que se trabajen algunos de los contenidos esenciales de diferentes asignaturas desde una perspectiva multidisciplinar, lo que lo convierte, por derecho propio, en una herramienta formativa de lo más completa.

Agradecimientos

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

Referencias

- COUSO, D., JIMÉNEZ-LISO, M. R., REFOJO, C. Y SACRISTÁN, J. A. (Coords) (2020). <<Enseñando Ciencia con Ciencia>>. FECYT & Fundacion Lilly. Madrid: Penguin Random House.
- DELGADO, J., Y CALONGE, A. (2018). <<Estudio de la presencia de la Geología en currículos oficiales autonómicos de Educación Primaria.>> *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 26(2), 154-162.
- GALLEGOS, J. A. (1998). <<La construcción del concepto de mineral: Bases históricas y un diseño de enseñanza-aprendizaje.>> *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(1), 159-170.
- GARCÍA-RUIZ, J. M. (2013). <<Cristalización en la Escuela>>. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 109(3), 244-245.
- LÓPEZ, J. P., BORONAT, R., Y GÓMEZ, M. (2019). <<Analogía didáctica entre la cristalización del fosfato monoamónico y la textura de las rocas ígneas. Una sencilla visión en un laboratorio de educación secundaria.>> *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 27(1), 103-110.