

# I CONGRESO IBEROAMERICANO DE DOCENTES

CONGRESO VIRTUAL DEL 26 NOVIEMBRE AL 08 DICIEMBRE DE 2018

ALGECIRAS (CÁDIZ) DEL 06 AL 08 DICIEMBRE DE 2018

Actas del Congreso Iberoamericano de Docentes

Fomento de la indagación para el aprendizaje de las  
ciencias en las distintas etapas educativas:

Estudio de casos

Marisa Prolongo Sarria

Gabriel Pinto Cañón

ISBN: 978-84-948417-0-5

Edita **Asociación Formación IB.**

Coordinación editorial: **Joaquín Asenjo Pérez, Óscar Macías Álvarez, Patricia Ávalo Ortega y Yoel Yucra Beisaga**

Año de edición: **2018**

Presidente del Comité Científico: **César Bernal.**

El I Congreso Iberoamericano de Docentes se ha celebrado organizado conjuntamente por la Universidad de Cádiz y la Asociación Formación IB con el apoyo del Ayuntamiento de Algeciras y la Asociación Diverciencia entre otras instituciones.

<http://congreso.formacionib.org>



red  
iberoamericana  
de docentes



formaciónib))

# Fomento de la indagación para el aprendizaje de las ciencias en las distintas etapas educativas:

## Estudio de casos.

Marisa Prolongo Sarria<sup>a,b</sup>, Gabriel Pinto Cañón<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup>Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química (Reales Sociedades Españolas de Física y de Química).

<sup>b</sup>I.E.S. Torre del Prado (Málaga).

<sup>c</sup>E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid.

marisaprolongo@hotmail.com y gabriel.pinto@upm.es

### 1. INTRODUCCIÓN

Tanto desde instancias legislativas como desde la investigación en didáctica de las ciencias experimentales, se aboga por un aprendizaje activo de las áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), basado en casos prácticos relacionados con aspectos cotidianos para los alumnos. En los últimos años hemos diseñado, realizado y analizado una serie de herramientas educativas y experiencias, para promover la adquisición de competencias básicas en ciencia y tecnología y otras, como la de “aprender a aprender”. La labor se ha realizado en un contexto amplio, que incluye la colaboración de profesores de distintas etapas educativas y de diferentes instituciones que incluyen institutos de educación secundaria, universidades, así como sociedades y museos científicos.

Las peculiaridades de las herramientas didácticas generadas es que se han implementado en el aula, con alumnos de diferentes niveles (desde educación primaria a primeros cursos universitarios), en el Centro de Ciencia Principia (mostrándose al público asistente, de todas las edades) y en ferias científicas (para estudiantes y público en general), entre las que destacan el certamen Ciencia en Acción y su homólogo europeo, *Science on Stage*. Todas están basadas en hechos contextualizados en diferentes aspectos de la realidad cotidiana de los alumnos y promueven la observación y el aprendizaje por indagación. Estamos convencidos que el aprendizaje de las ciencias se refuerza cuando los propios alumnos realizan experimentos sencillos y cercanos a sus propias vivencias. Además, este tipo de experiencias les permite formarse como consumidores críticos, a partir de los conocimientos adquiridos.

Entre otros trabajos al respecto, se señalan: estudio de la física y la química implicada en algunos efectos especiales de cinematografía, reacciones químicas con el empleo de caramelos, trabajos experimentales con estropajos de acero, experiencias vistosas con medicamentos de bajo coste, estudio y preparación de bebidas autocalentables y autoenfriables, estudios medioambientales, propuestas divulgativas variadas para niños, dispositivos para el enfriamiento por evaporación de agua, experimentos sobre ácidos presentes en distintos en alimentos, estudio de las calderas domésticas,

experiencias con hielo y líquidos comunes, uso de “juguetes científicos”, etc. En suma, suponen ejemplos de cómo se puede llevar la realidad cotidiana al aula de ciencias.

En este trabajo, se resumen las características principales de estas propuestas, incluyendo referencias a artículos donde los hemos recogido, donde se pueden consultar en detalle, visualizar imágenes ilustrativas y ampliar contenidos con la literatura aportada. Además, se recoge brevemente un análisis de los resultados obtenidos en su aplicación a distintos colectivos de alumnos. Todo ello con objeto de que pueda ser utilizado, con la adaptación adecuada a su realidad educativa, por profesores de las distintas etapas educativas, y como inspiración para que desarrollen herramientas educativas innovadoras.

## 2. ALGUNOS EJEMPLO PRÁCTICOS PARA LA EDUCACIÓN STEM

Se resumen algunos problemas, casos experimentales y otras propuestas educativas, elaborados por los autores, donde se lleva a cabo una integración de conocimientos que se puede calificar de STEM o STEAM (incluyendo el arte en alguna de sus formas). Se complementan así otras aportaciones realizadas con anterioridad.<sup>1</sup> Algunos de estos casos se han implementado en ESO, bachillerato y primeros cursos universitarios, siendo ejemplo de cómo una misma temática se puede abordar según el nivel de los alumnos, con distintas perspectivas. En general, se trata de recursos que promueven un aprendizaje activo (uso del método científico, búsqueda de datos, experimentación, análisis de resultados, trabajo en equipo, etc.), contextualizado en aspectos cotidianos, y basado en la indagación, para facilitar al alumnado la adquisición de competencias que le permitan solucionar problemas que se presentan en su entorno. En las referencias aportadas, se sugieren orientaciones para facilitar el desarrollo de las estrategias metodológicas correspondientes. Los ejemplos seleccionados son:

- Química y física de efectos especiales en el cine. Se trata de propuestas educativas y para la divulgación, donde se aborda el estudio de efectos especiales usados en el teatro y en cinematografía (el *séptimo arte*), como nieve artificial, bruma sobre el suelo, invisibilidad de objetos, simulación de sangre y aparición del “genio” en una lámpara. Además, se aprovecha para introducir la importancia de la ciencia en el propio desarrollo del proceso fotográfico (origen de términos como “película” y “celuloide”, reacciones químicas de los primeros flashes...)<sup>2</sup>

- Diseño de un dispositivo para la realización de reacciones químicas con caramelos y chupachups en disolución acuosa de permanganato de potasio. Se visualizan y discuten una serie de reacciones de oxidación-reducción muy vistosas que implican del orden de cinco cambios de colores muy vivos. El atractivo principal es que se procede con

---

<sup>1</sup> PINTO, G., MARTÍN, M., MARTÍN, M. T. (2013). La vida cotidiana en la enseñanza de la química y la física. En *II Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*, M. González, A. Baratas y A. Brandi (Editores), Madrid, Santillana, pp. 309-317.

<sup>2</sup> PINTO, G., PROLONGO, M., ALONSO, J. V. (2017). Química y física de algunos efectos especiales en cinematografía: Una propuesta educativa y para la divulgación, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), pp. 427-441.

golosinas (contienen glucosa), lo que genera curiosidad entre los alumnos que, además, deben elucubrar sobre cómo diseñar dispositivos para la agitación.<sup>3</sup>

- “Química con estropajos”, consiste en el uso de estos populares utensilios domésticos, y en concreto los de acero o lana de acero, fácilmente accesibles en supermercados, droguerías o ferreterías, para realizar y analizar tanto fenómenos físicos como experimentos químicos. Para todo ello, nos basamos en estudios experimentales que se pueden realizar con el hierro (componente fundamental del estropajo de acero). Entre otros aspectos, se estudian procesos como aumento de la masa en la oxidación, porcentaje de oxígeno en el aire, corriente eléctrica, realización de fuegos artificiales, y la apreciación del campo magnético. También se proponen procesos químicos como la realización de una pila de combustible y muchas reacciones de tipo redox, precipitación y de formación de complejos.<sup>4</sup>

- Química de medicamentos de hierro. Se trata de propuestas educativas también relacionada con el hierro, contextualizadas en torno a medicamentos y suplementos alimenticios que lo contienen. Tras una breve introducción a la función del hierro en el organismo humano, se plantean problemas de estequiometría, un experimento para el análisis cuantitativo del hierro, y otras prácticas para la preparación de distintos compuestos conocidos como complejos en química, todo a partir de medicamentos comerciales y de bajo coste. Se discute además la información aportada en su etiquetado.<sup>5</sup>

- Bebidas autocalentables y autoenfriables. Se analizan bebidas comerciales que se calientan por un dispositivo incluido en el propio envase, al producirse reacciones químicas o procesos de disolución de sales en agua. Se trabajan aspectos como calor de disolución y de reacción, medida de temperatura, cálculos termodinámicos, diseño de productos, búsqueda de datos y estequiometría, y se promueve que los alumnos realicen prototipos de dispositivos reales, uniendo así aspectos de física, química, tecnología, ingeniería, e incluso artísticos (diseño de una marca “comercial” y la etiqueta).<sup>6</sup>

- Emisión de dióxido de carbono y consumo de combustible por automóviles. A partir de datos obtenidos por los alumnos en anuncios de periódico o en páginas web, se les propone una actividad en la que trabajan con cálculos estequiométricos y aspectos como emisión de dióxido de efecto invernadero, diferencias entre gasolina y gasóleo, densidad de líquidos, representaciones gráficas y el propio proceso de combustión.

---

<sup>3</sup> PROLONGO, M., PINTO, G. (2018). Colourful chemistry: Redox reactions with lollipops. Use a lollipop to activate colour-changing redox reactions in this simple but eye-catching activity, *Science in School*, 43, pp. 41-45.

<sup>4</sup> PROLONGO, M. (2013). Trabajos experimentales de química y de física con un estropajo de acero, *Anales de Química*, 109, pp. 1-8.

<sup>5</sup> PROLONGO, M., COROMINAS, J., PINTO, G. (2014). Química de los medicamentos de hierro: Propuestas educativas contextualizadas, *Anales de Química*, 110, pp. 218-224.

<sup>6</sup> PROLONGO, M., PINTO, G. (2010). Las bebidas autocalentables y autoenfriables como recursos para un aprendizaje activo, *Educació Química*, 7, pp. 4-14.

Como en otras experiencias propuestas, los alumnos trabajan en grupo con datos diferentes, pero las conclusiones deben ser análogas para todos.<sup>7</sup>

- En el trabajo titulado “Una propuesta de divulgación científica: actividades festivas para niños y jóvenes...¡cumple con la química!” expusimos una serie de ideas para la celebración de eventos festivos infantiles y juveniles, que incluyen experimentos y actividades científicas. Para ello, se proponen experiencias a realizar, así como sus fuentes, y ejemplos de desarrollo de este tipo de eventos. También se exponen las conclusiones a las que llegaron los autores tras la realización práctica de actividades de este tipo en diferentes ocasiones. Se considera que, llevadas a cabo de forma adecuada, estas celebraciones pueden servir para fomentar la curiosidad e introducir a niños y jóvenes en distintos ámbitos de la ciencia.<sup>8</sup>

- Ácidos en alimentos. El objetivo de esta actividad es aprender, comprender y valorar las propiedades de las sustancias ácidas que comemos, de una forma lúdica, realizando reacciones químicas entre diferentes alimentos, que contienen algún ácido, y reactivos adecuados.<sup>9</sup>

- Dispositivos en los que se produce enfriamiento por evaporación de agua. Se analizan con los alumnos desde el funcionamiento de los populares botijos españoles al dispositivo desarrollado recientemente en Nigeria para conservar alimentos (conocido como pot-in-pot) y el juguete científico denominado “pájaro bebedor”.<sup>10</sup>

- Análisis de las calderas de condensación. Este tipo de calderas domésticas se promueven por el ahorro de combustible y disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> que conllevan. Los alumnos estudian y cuantifican esos ejemplos y se introducen en aspectos como la relación entre ciencia (combustión de un combustible como gas natural) y tecnología (bases de las calderas domésticas) y ambientales.<sup>11</sup>

- Cinética de la fusión del hielo. Analizando este proceso, fácilmente realizable en la propia casa, en distintos medios acuosos (agua del grifo, disoluciones de sal común o de azúcar, etc.), los alumnos indagan sobre las causas de las diferencias observadas. Aparte de otras cuestiones, la visualización del fenómeno con colorante alimentario comercial permite la introducción en la comprensión de las corrientes termohalinas de los mares, tan importantes para el clima.<sup>12</sup>

- Uso de juguetes e ingenios científicos en el aula. A través de diversos trabajos, como algunos de los aquí recogidos, se han expuesto los resultados de utilización de estos

---

<sup>7</sup> OLIVER-HOYO, M. T., PINTO, G. (2008). Using the relationship between vehicle fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions to illustrate chemical principles, *Journal of Chemical Education*, 85, pp. 218-220.

<sup>8</sup> PINTO, G., PROLONGO, M. (2012). Una propuesta de divulgación científica: actividades festivas para niños y jóvenes...¡cumple con la química! *Anales de Química*, 108, pp. 344-351.

<sup>9</sup> REAL ADAME, R. (2017). Este ácido me lo como. *Revista Viceversa*, 79, pp. 32-35. Accesible en: <http://www.revistaviceversa.es/index.php#zona6punto5>

<sup>10</sup> PINTO, G.; MARTÍN, M.; MARTÍN, M. T. (2017). Enfriamiento del Agua en Recipientes Cerámicos Porosos: Un Recurso para la Formación en Competencias, en “*IV Congreso de Docentes de Ciencias de la Naturaleza: Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*”, M. González, A. Baratas y A. Brandi (Editores), pp. 413-422. Ed. Santillana, Madrid (2017).

<sup>11</sup> PINTO, G. (2013). Termoquímica de las calderas domésticas de condensación: Un caso de aprendizaje contextualizado por indagación dirigida, *Educació Química*, 14, pp. 29-38.

<sup>12</sup> PINTO, G., LAHUERTA, P. (2015). Velocidad de fusión del hielo en distintas disoluciones: Un ejemplo de aprendizaje activo de la ciencia, *Educació Química*, 21, pp. 54-62.

dispositivos en la práctica docente y en actividades divulgativas. Entre otros, destacamos el empleo del pájaro bebedor, ya citado, el pez adivino, y el *energy stick*.<sup>13</sup> - Análisis de la información aportada en etiquetado y folletos de aguas minerales, medicamentos, dentífricos, paneles solares, etc., mediante cálculos estequiométricos.<sup>14</sup>

### 3. CONCLUSIONES

Los ejemplos aquí esbozados suponen una muestra de cómo se pueden abordar, en la práctica docente, planteamientos innovadores que promueven la motivación y adquisición de conocimientos por parte de los alumnos, enfocados en temas concretos que usan sustancias cotidianas.

En las revistas que se han citado en las referencias incluidas en este trabajo, se encuentran multitud de propuestas de este tipo por parte de otros colegas. Además, otras fuentes de recursos recomendables son las experiencias recogidas dentro del certamen *Ciencia en Acción* (<http://cienciaenaccion.org/>) y en la plataforma educativa europea Scientix (<http://www.scientix.eu/>), del que los autores de este trabajo somos embajadores.

Aunque, obviamente, los logros varían de unos a otros alumnos, los resultados alcanzados con estas iniciativas y otras similares, permiten animar a otros docentes a incorporar estas metodologías en su práctica educativa.

### AGRADECIMIENTO

Se agradece la ayuda recibida de la *Universidad Politécnica de Madrid* (proyecto de innovación educativa *Chem-Innova*), la *Sección Territorial de Madrid de la Real Sociedad Española de Química* (proyecto *Química, una ciencia muy aplicada*), y la *Fundación Obra Social La Caixa* (proyecto *Ciencia y Tecnología al Alcance de Todos*).

---

<sup>13</sup> PINTO, G., PROLONGO, M., MARTÍNEZ, J., ALCÁZAR, V., CALVO-PASCUAL, M. A. (2019). Gamificación y aprendizaje basado en juegos para áreas STEM: Estudio el caso de un proyecto de innovación educativa, *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, en prensa.

<sup>14</sup> PINTO, G., PROLONGO, M. (2013). Stoichiometry in context: Inquiry-guided problems of Chemistry for encouraging critical thinking in engineering students, *International Journal of Engineering Pedagogy*, 3 (1), pp. 24-28.