

FOMENTO DEL APRENDIZAJE EXPERIENCIAL DE LA QUÍMICA

Gabriel Pinto, Teresa Aguinaco, Javier Albéniz, Victoria Alcázar,
José Vicente Alonso, Victoria Arévalo, Carmen Arribas, Rosa Barajas,
Rafael Borge, Araceli Calvo, Isabel Carrillo, Esteban Climent, Francisco Díaz,
Ismael Díaz, Víctor Díaz, Ascensión Fernández, Carmen Fonseca,
Mar de la Fuente, Julio Lumbreras, Manuela Martín, Joaquín Martínez,
Carmen Matías, María José Molina, Adolfo Narros, Cristina Núñez, Carla Ortiz,
Iciar de Pablo, Isabel Paz, Javier Pérez, María Isabel del Peso, Paz Pinilla,
Marisa Prolongo, Jorge Ramírez y Pilar Saavedra

GIE de Didáctica de la Química, Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: gabriel.pinto@upm.es

web: <http://quim.igi.etsii.upm.es/didacticaquimica/inicio.htm>

Resumen. Se introducen las bases del modelo de aprendizaje experiencial, definido por Kolb, y se presentan las líneas generales del proyecto de innovación educativa “Fomento del aprendizaje experiencial de la química”, que ha comprendido cinco acciones: Preparación y realización de experiencias prácticas en el aula; Diseño de una asignatura de Máster sobre comunicación y divulgación de la ciencia y la tecnología; Realización (dentro y fuera de la UPM) y análisis de actividades divulgativas; Desarrollo de actividades que relacionan arte y ciencia; y Formación del profesorado en aprendizaje experiencial.

Palabras clave: aprendizaje activo, competencias transversales, materias básicas en ingeniería, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje experiencial.

1. Introducción

Se conoce como aprendizaje experiencial (en inglés *experiential learning* o *experience-based education*) al conjunto de metodologías didácticas que pretenden desarrollar la capacidad de las personas para aprender a través de su propia experiencia. Forma parte del ámbito pedagógico de lo que se suele considerar “aprendizaje activo” y fue introducido en los años setenta del pasado siglo por David A. Kolb, con un *Modelo de Aprendizaje Experiencial*, compuesto de cuatro elementos [1]:

- a.- Experiencias concretas que sirven de base para la observación.
- b.- Reflexión sobre esas experiencias y observaciones, comenzando a construir una teoría general de lo que puede significar esa información.
- c.- Formación de conceptos abstractos y generalizaciones de las observaciones en teorías lógicas sólidas, basados en la reflexión y en las hipótesis previas
- d.- Prueba de los nuevos conceptos y sus implicaciones en situaciones nuevas, para utilizar esas teorías en la toma de decisiones y en la solución de problemas.

Estos elementos se tendrían que repetir, formando una espiral de aprendizaje que suele iniciarse con la experiencia concreta, pero también puede hacerse en cualquiera de ellos [2]. Kolb identificó la *percepción* (a través de experiencias concretas) y el *procesamiento* (a través de la conceptualización abstracta y generalizaciones) como las dos principales dimensiones del aprendizaje, sugiriendo que éste es el resultado de la forma con la que se percibe y se procesa lo percibido. Lo complementó con la constatación de cuatro estilos de aprendizaje (convergente, divergente, asimilador y acomodador), el “modelo de cuatro cuadrantes”, al yuxtaponer dos formas opuestas de

percepción (a través de experiencias concretas o conceptualización abstracta) y dos extremos de procesamiento (por experimentación activa en situaciones nuevas o a través de la observación reflexiva). Se suele considerar aprendizaje experiencial cualquier tipo de modelo que apoya a los estudiantes aplicando su conocimiento y comprensión conceptual hacia problemas y situaciones del mundo real, y donde el profesor facilita dicho aprendizaje a través de actividades integradas como enseñanza basada en problemas, indagación dirigida, realización de experimentos... [3]. Entre otros textos sobre este tipo de aprendizaje, se citan el libro de Jennifer Moon para la educación superior [4] y el artículo de Towns enfocado hacia la química [5].

2. Proyecto de innovación educativa para el fomento del aprendizaje experiencial de la química

En diciembre de 2016, la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) publicó una convocatoria de "Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad de la enseñanza" [6]. El GIE de Didáctica de la Química de esta Universidad realizó una propuesta dentro de la línea de "Aprendizaje Experiencial" que fue aceptada. Como figuraba en la convocatoria, este aprendizaje enfatiza la importancia de la acción, de la experimentación y de las vivencias de experiencias, en la construcción del aprendizaje. Se trata de un componente multidisciplinar que se lleva a cabo a través de diversas formas de aprendizaje, como son "aprender haciendo" y el aprendizaje contextualizado o por descubrimiento. Con el proyecto se ha pretendido profundizar, aplicar y evaluar este tipo de aprendizaje, a través de cinco acciones:

- Acción 1. Preparación, realización y análisis de resultados de experiencias prácticas en la propia aula.

Se han implementado y evaluado, en materias de Grado, experiencias ideadas en los últimos años, como: electrodeposición de metales (I. Paz); velocidad de fusión del hielo (introducción al método científico) [7]; termoquímica de bebidas autocalentables y autoenfriables [8]; fundamento de las calderas domésticas de condensación [9]; y análisis crítico de información comercial de productos (relación entre emisión de CO₂ y consumo de combustibles, productos de droguería, medicamentos...) [10], entre otros. Y se han abordado nuevas herramientas educativas: una basada en el estudio de los dispositivos *pot-in-pot*, con aplicaciones en ciertas zonas desfavorecidas de África, que refrigeran los alimentos por evaporación del agua, sin necesidad de energía eléctrica [11, 12]; prácticas sobre síntesis, caracterización y propiedades de zeolitas (E. Climent); preparación de biodiésel a partir de aceites usados [13]; y una propuesta interdisciplinar en torno a la obra de Antonio de Ulloa [14], por citar algún ejemplo.

- Acción 2. Preparación de una asignatura en estudios de Máster, sobre "Comunicación y divulgación de la ciencia y la tecnología".

Se abordarán cuestiones como son la exposición de trabajos (seminario, póster, artículo, patente...), el análisis detallado de juguetes científicos (como el "pájaro bebedor" y el "*energy stick*") y la divulgación (en la Web, ferias científicas...), entre otras vías de difusión de la ciencia y la tecnología. Se impartirá en el curso 2017/18.

- Acción 3. Realización y análisis de actividades de divulgación de la ciencia y la tecnología.

Se ha intentado acercar al público general, y a alumnos preuniversitarios en particular, a los estudios de los ámbitos conocidos como STEM (*science, technology,*

engineering and mathematics). Algunas de estas acciones se realizaron también con alumnos de la UPM, para evaluar su impacto en el proceso de aprendizaje. Todo ello se basó en actividades de tipo experiencial, buscando profundizar y animar al estudio, intentando huir del mero "efecto sorpresa". C. Arribas impartió talleres sobre "*Química al alcance de los más jóvenes*" en varios colegios, M. M. de la Fuente desarrolló actividades de "*Química aplicada para adolescentes*" y de "*El Kahoot en la enseñanza*", A. Calvo desarrolló un concurso entre alumnos, de carteles sobre "*Igualdad de Género en Ciencia*", V. Alcázar participó en un "*Programa de enriquecimiento educativo para alumnos con altas capacidades*", y M. Prolongo, J. V. Alonso y G. Pinto desarrollaron varios talleres de "ciencia en acción" [15].

- Acción 4. Realización de actividades que relacionan arte y ciencia.

Cabe destacar la realización de una exposición de F. Díaz Muñoz, en el Palacio de Correos (Madrid), en la que se incluyeron aspectos de arte relacionados con la ciencia, como son la creación de esculturas con cristales gigantes y la realización de grabados por ataque químico con ácidos en metales. El objetivo fue aproximar la ciencia a la ciudadanía en general y a alumnos de distintas etapas educativas (y de la UPM en particular), a través de experiencias científicas con implicaciones artísticas [16].

- Acción 5. Formación del profesorado en el aprendizaje experiencial.

Se han realizado acciones de formación (cursos, congresos, talleres...) del propio profesorado participante y para docentes de otras etapas educativas y entornos (incluso de otros países, como en ferias científicas celebradas en Hungría y Suiza). De esta forma, y también a través de publicaciones, se han extendido los resultados del proyecto. También se ha participado activamente en la plataforma europea *Scientix* (<http://www.scientix.eu/>), que promueve el aprendizaje activo de temas STEM, y donde un miembro del GIE fue seleccionado como uno de los coordinadores en España.

3. Resultados y conclusiones

De acuerdo al análisis y reflexión sobre las acciones realizadas, se considera que con este proyecto se ha incidido positivamente en los siguientes aspectos:

- Mayor comprensión de los alumnos de Grado de lo que constituye la química y el método científico. Al tener que discutir las experiencias realizadas por ellos mismos, amplían los enfoques abordados con metodologías más convencionales.

- Profundización, entre alumnos de la UPM y público en general, sobre las implicaciones de las ciencias básicas, como la química y la física, en la tecnología.

- Se resolvieron algunas deficiencias en cuanto a la apreciación del público en general, y estudiantes de ESO y bachillerato en particular, respecto de los estudios STEM. También se pretendió resaltar que estos estudios no conllevan una dificultad mental intrínseca, sino que se basan en el razonamiento y en la indagación.

- Se ha facilitado el intercambio de experiencias educativas y sus resultados entre profesores de distintos ámbitos y etapas educativas.

Agradecimientos: Se agradece el apoyo recibido de la Universidad Politécnica de Madrid (proyecto de innovación educativa *IE1617.0506*) y de la Fundación LaCaixa (proyecto *Ciencia y Tecnología para Todo y para Todos*).

REFERENCIAS

- [1] D. A. Kolb, I. M. Rubin, J. M. McIntyre, *Organizational Psychology: A Book of Reading*, Prentice-Hall (1971).
- [2] C. Vergara, (31 de julio de 2017). La Teoría de los Estilos de Aprendizaje de Kolb, Portal de Actualidad en Psicología. Recuperado de: <http://bit.ly/2rivk1L>
- [3] D. D. Wurdinger, J. A. Carlson, *Teaching for Experiential Learning: Five Approaches that Work*, Lanham, MD: Rowman & Littlefield Education (2010).
- [4] J. A. Moon, *A Handbook of Reflective and Experiential Learning: Theory and Practice*, Psychology Press (2004).
- [5] M. H. Towns, "Kolb for Chemists: David A. Kolb and Experiential Learning Theory", *Journal of Chemical Education*, Vol. 78, p. 1107 (2001).
- [6] Innovación Educativa de la UPM (31 de julio de 2017). Ayudas a la Innovación Educativa. Recuperado de: <http://bit.ly/2uQFcT7>
- [7] G. Pinto, P. Lahuerta, "Velocidad de Fusión del Hielo en Distintas Disoluciones: Un Ejemplo de Aprendizaje Activo de la Ciencia", *Educación Química*, Vol. 21, pp. 54-62 (2015).
- [8] M. L. Prolongo, G. Pinto, "Las Bebidas Autocalentables y Autoenfriables como Recursos para un Aprendizaje Activo", *Educación Química*, Vol. 7, pp. 4-14 (2010).
- [9] G. Pinto, "Termoquímica de las Calderas Domésticas de Condensación: Un Caso de Aprendizaje Contextualizado por Indagación Dirigida", *Educación Química*, Vol. 14, pp. 29-38 (2013).
- [10] G. Pinto, M. L. Prolongo, "Stoichiometry in Context: Inquiry-Guided Problems of Chemistry for Encouraging Critical Thinking in Engineering Students", *International Journal of Engineering Pedagogy*, Vol. 3, pp. 24-28 (2013).
- [11] G. Pinto, M. Martín, M. T. Martín, "Enfriamiento del Agua en Recipientes Cerámicos Porosos: Un Recurso para la Formación en Competencias", Actas de las Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato, Santillana, Madrid, pp. 413-422 (2017).
- [12] C. Ortiz, "Enfriamiento por Evaporación de Agua en Recipientes Cerámicos Porosos para Conservación de Alimentos", Trabajo Fin de Grado, UPM (2017).
- [13] J. Castañeda, "Preparación y Caracterización de Biodiésel Obtenido a Partir de Aceites Vegetales Usados en la Cocina", Trabajo Fin de Grado, UPM (2017).
- [14] G. Pinto, "Antonio de Ulloa and the Discovery of Platinum: An Opportunity to Connect Science and History through a Postage Stamp", *Journal of Chemical Education*, Vol. 94, pp. 970-975 (2017).
- [15] G. Pinto, M. L. Prolongo, J. V. Alonso, "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*, Vol. 14, pp. 427-441 (2017).
- [16] F. Díaz-Muñoz (31 de julio de 2017). Espacios de Agua y Sal... Recuperado de: <http://bit.ly/2l3h5f>