

CHEM-INNOVA: RESULTADOS DE UN PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA SOBRE GAMIFICACIÓN

Gabriel Pinto, Teresa Aguinaco, Javier Albéniz, Victoria Alcázar, J. Vicente Alonso, Juan M. de Andrés, Carmen Arribas, Rosa Barajas, Rafael Borge, Araceli Calvo, Isabel Carrillo, Francisco Díaz, Ismael Díaz, Víctor Díaz, Ascensión Fernández, Carmen Fonseca, Mar de la Fuente, Julio Lumbreras, Manuela Martín, Joaquín Martínez, Carmen Matías, Adolfo Narros, Cristina Núñez, Iciar de Pablo, Isabel Paz, Javier Pérez, M. Isabel del Peso, Paz Pinilla, Marisa Prolongo, Jorge Ramírez, 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 ideas básicas sobre gamificación y aprendizaje basado en juegos, para la didáctica de ciencia y tecnología. Seguidamente, se presentan las líneas y resultados del proyecto de innovación educativa *Chem-Innova*, realizado en la Universidad Politécnica de Madrid, que incluyó las acciones: desarrollo de metodologías basadas en “juegos” con objetos cotidianos; profundización sobre el fundamento de juguetes e ingenios científicos; su utilización en el proceso educativo; realización de experiencias de gamificación en el aula; uso de caramelos para visualizar reacciones químicas; preparación de una herramienta virtual para estudiar el enfriamiento por evaporación de agua en recipientes cerámicos; y difusión de resultados.

Palabras clave: gamificación, juegos e ingenios científicos, aprendizaje basado en juegos.

1. Introducción a la gamificación y al aprendizaje basado en juegos

Dentro de que es un término relativamente novedoso y no registrado en el diccionario de la RAE, se suele entender por gamificación la utilización de mecánicas de juego, en entornos no lúdicos, para promover la adquisición de competencias y el desarrollo de ciertas habilidades. En este contexto, se contempla una amplia gama de posibilidades, que incluyen el uso de diferentes mecánicas (normas de juegos, retos, cooperación, competición...) y medios (puntuaciones, avatares, premios, insignias, niveles...). Se destaca que, en la gamificación, salvo en casos específicos o tratándose de niños, los estudiantes no “juegan a un juego”, sino que “usan las dinámicas propias de los juegos”. Otra posibilidad, relacionada con la gamificación, es el “aprendizaje basado en juegos” (*game-based learning*, GBL), que consiste en el uso de diferentes juegos como recursos didácticos. Así, se han utilizado por profesores de distintas materias y etapas educativas juegos de rol y programas de concurso como *Cifras y Letras*, *La Oca*, etc. En palabras de Häusermann, cuando aborda la enseñanza de la física a través de los juguetes: “los juegos son objetos del mundo real que estimulan el interés y la emotividad” [1]. Hay otros muchos autores que aportan ideas y referencias sobre el uso de juguetes para la divulgación de la ciencia [2] y para su enseñanza [3].

2. Proyecto de innovación educativa Chem-Innova: acciones y resultados

En diciembre de 2017, la Universidad Politécnica de Madrid publicó una convocatoria de “Ayudas a la innovación educativa y a la mejora de la calidad de la enseñanza”. El GIE de Didáctica de la Química de esta Universidad realizó una propuesta dentro de la línea de trabajo sobre “Actividades de Gamificación” que fue aceptada. Con el proyecto, titulado “Chem-Innova”, se ha pretendido profundizar y

aplicar este tipo de aprendizaje, para materias y entornos educativos relacionados con áreas STEM en general, y química en particular, a través de siete acciones concretas:

- **Acción 1.** Desarrollo de metodologías basadas en “juegos” con objetos cotidianos fácilmente contables y asequibles en asignaturas de Grado.

Se desarrollaron experiencias con lanzamiento de monedas o dados o extracción de naipes, y otra basada en el estudio de la evolución de velas encendidas. El objetivo fue desarrollar actividades para ayudar en el aprendizaje de cuestiones fundamentales de cinética química como naturaleza de la reacción química, mecanismos de reacción y medida experimental de parámetros cinéticos. Las actividades tienen un componente lúdico y emplean objetos cotidianos para fomentar la participación activa de los alumnos. En el primer caso, se estudió la velocidad con la que un número de monedas, por ejemplo 160, en estado “cara” se transforman en “cruces” al lanzarlas al aire (se van retirando las “cruces” que aparecen en cada tirada, a lo largo de 6 o 7 tiradas). Los alumnos determinaron el orden cinético y la constante de velocidad. Además, se aprovechó su conocimiento de la mecánica del juego para discutir cuestiones esenciales como la naturaleza de la reacción química, errores aleatorios en las medidas o relación entre la teoría y las medidas experimentales. En el otro caso, se trató también de un experimento conocido, en el que los alumnos estudian la cinética de combustión de varias velas, midiendo altura o masa en función del tiempo, y deben determinar el orden y constantes cinéticas, así como explicar los resultados. Muchos alumnos no entienden por qué se pierde masa, ya que siguen viendo la cera (aunque derretida) y, en general, les cuesta entender que el orden de reacción sea 0 (velocidad constante, que no depende de la altura ni de la masa de la vela). A partir de las observaciones de los alumnos, se utilizó la actividad para discutir y aprender cuestiones sobre los mecanismos de las reacciones. Se concluyó que ambas actividades resultan muy útiles para abordar cuestiones esenciales de cinética química y otros aspectos importantes (errores en medidas, relación entre predicción teórica y resultados experimentales, etc.). Además, el empleo de objetos cotidianos, en lugar de reactivos de laboratorio, y el uso de dinámicas de juego, permite más confianza de los alumnos y fomenta su creatividad.

- **Acción 2.** Profundización sobre el fundamento de algunos juguetes científicos.

Entre otras posibilidades, se seleccionaron los juguetes (todos ellos económicos) conocidos como “pájaro bebedor”, “pez adivino” y “*energy stick*”, y la preparación de “nieve artificial” [4-5]. Con idea de extenderse a otros entornos educativos en un futuro, se abordaron con alumnos de dos asignaturas de Másteres de la UPM: “*Comunicación y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología*” y “*Recursos Metodológicos para la Didáctica de la Ciencia*”. Dentro de “ingenios científicos”, se incluyeron objetos cotidianos, como la olla a presión o la cafetera italiana, cuyo análisis resultó muy formativo para discutir aspectos prácticos relacionados con el concepto de presión de vapor [6]. Fueron fuente de especial atención e interés por parte de los alumnos.

- **Acción 3.** Utilización de los juguetes científicos descritos en la acción anterior.

Se usaron en las asignaturas de Química I y II, impartidas en primer curso universitario de Grado, y en actividades de divulgación científica. En la práctica docente en el aula este aspecto fue especialmente motivador para una minoría de alumnos mientras que, una mayoría, lo tomaba como mera curiosidad a la que no merecía la pena atender porque “no es objeto de preguntas en el examen” (según comentarios recibidos del propio alumnado). En actividades divulgadoras, fue muy apreciado por el público en general, que entiende cómo se explican e interpretan aspectos cotidianos.

- **Acción 4.** Desarrollo y análisis de experiencias de gamificación en la práctica docente de diversas asignaturas de Grado y de Máster.

Se utilizó la herramienta *Kahoot* en las asignaturas de Química I y II ya citadas, y en dos de Máster (Procesos de Polimerización y Materiales Poliméricos). Se partió de otros trabajos publicados sobre el tema [7]. Esta plataforma de aprendizaje permite a docentes y estudiantes integrar, crear, colaborar y compartir conocimientos, y necesita únicamente de un proyector y dispositivos electrónicos fácilmente accesibles (móvil, tableta u ordenador). *Kahoot* y otras herramientas análogas permiten realizar cuestionarios interactivos en el aula, en tiempo real y descargar los resultados de forma inmediata, con un diseño divertido que facilita la motivación de los alumnos. Entre sus utilidades está la posibilidad de explorar conocimientos iniciales, comprobar si han adquirido los conocimientos, alterar los ritmos de clase y, sobre todo, fomentar la participación. Se observó, en la práctica docente, que es bien apreciado por los alumnos como herramienta de refuerzo y repaso, pero no como sistema para la evaluación.

- **Acción 5.** Utilización de caramelos para visualizar reacciones redox.

Se puso a punto una práctica, en la que alumnos de distintos niveles educativos y asistentes a eventos de divulgación, visualizan los llamativos cambios de color que se producen en una serie de procesos redox, al reaccionar la glucosa del caramelo con el permanganato de potasio en disolución básica. La reacción es compleja e implica que, al oxidarse la glucosa, el manganeso va reduciéndose desde número de oxidación +7 a +2, pasando por formas con diferentes colores. Se remite a un artículo reciente donde, además, se proporciona el enlace a un vídeo sobre esta experiencia [8].

- **Acción 6.** Preparación de una herramienta virtual, accesible en abierto, para visualizar el enfriamiento por evaporación de agua en recipientes cerámicos porosos.

Se seleccionó este tipo de dispositivos por considerar que constituyen un excelente ejemplo de educación STEM y de enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad, dado su interés práctico para la conservación de alimentos en ciertas zonas desfavorecidas (sin acceso a la electricidad) de África. Aparte del desarrollo de la citada herramienta educativa, que implica el uso de conceptos de cierta complejidad de termodinámica, transferencia de calor y de materia, y psicrometría, se realizaron estudios y medidas del fenómeno en diversos dispositivos cerámicos (<http://potinpot.industriales.upm.es/>). La aplicación fue objeto de una amplia divulgación al ser referida por una prestigiosa agencia de noticias científica que, además, elaboró un vídeo muy cuidado [9].

- **Acción 7.** Divulgación y difusión de temas STEM en diferentes segmentos de la sociedad, como potenciales alumnos de la UPM y alumnos actuales de Grado o Máster.

Se consideró relevante la exposición de lo realizado, a través de artículos (algunos incluidos en la bibliografía), páginas web, congresos y otros medios (como jornadas de puertas abiertas). Por ejemplo, se realizó un encuentro donde se expusieron estos temas, para conocimiento tanto de los participantes en el proyecto como de otros profesores de la UPM y de otros centros y etapas educativas [10].

3. Resumen y conclusiones

Aparte de los resultados referidos de forma breve en cada epígrafe, entendemos que con este proyecto se ha incidido positivamente en los siguientes aspectos: (a) se

han puesto a punto nuevas iniciativas y herramientas educativas para la enseñanza de conceptos de áreas STEM, y de la química en particular, con posibilidad de utilización en distintas etapas educativas y en actividades de divulgación científica; (b) se ha conseguido en un buen número de alumnos una mayor implicación en el proceso de aprendizaje y una mayor motivación hacia el estudio; (c) se ha facilitado el intercambio de experiencias y resultados entre profesores de distintos ámbitos y etapas educativas; y (d) se han iniciado vías para la incorporación paulatina de herramientas educativas de gamificación y del empleo de juegos e ingenios científicos en el aula.

En resumen, los resultados, sin ser exultantes, sí son alentadores y, como en otras ocasiones con diferentes propuestas educativas, permiten animar a otros colegas a afrontar proyectos de innovación educativa en direcciones similares a las expuestas.

Agradecimientos: Se agradece el apoyo recibido de la UPM (proyecto *Chem-Innova*), la Sección 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*).

REFERENCIAS

- [1] Häusermann, G. "La Enseñanza de la Física a Través de los Juguetes", *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Vol. 67, 79-87 (2011).
- [2] Varela, M. P.; Martínez, J. L. "Jugando a Divulgar Física con Juguetes", *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 2 (2), 234-240 (2005).
- [3] Montejo, J. M. "Juguetes Científicos para Enseñar Física y Química. Ejemplos de Uso en Educación Primaria". En "Propuestas de Innovación Educativa en la Sociedad de la Información", pp. 106-121. Ed. Adaya Press, Eindhoven, Holanda (2017).
- [4] Pinto, G.; Prolongo, M.; Alonso, J. V. "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 (2), 427-441 (2017).
- [5] Pinto, G.; Martín, M.; Martín, M. T. "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*", pp. 413-422. Ed. Santillana, Madrid (2017).
- [6] Pinto, G.; Prolongo, M. "De la Dificultad en la Comprensión del Concepto de Presión de Vapor al Fundamento de la Olla Exprés: Una Aproximación Práctica a la Educación STEM", en "*V Congreso de Docentes de Ciencias de la Naturaleza: Jornadas sobre Investigación y Didáctica en ESO y Bachillerato*", Ed. Santillana, Madrid (2019).
- [7] De la Fuente, M. M.; Ordieres, J. "Kahoot: ¿Resolviendo Pequeños Problemas?". En "Jornadas de Innovación Educativa en la Universidad Politécnica de Madrid" (2017). Accesible en: <https://bit.ly/2lOb51l>
- [8] Prolongo, M.; Pinto, G. "*Colourful Chemistry: Redox Reactions with Lollipops*", *Science in School*, Vol. 43, 41-45 (2018). Accesible en: <https://bit.ly/2LfwD9p>
- [9] Muñoz, A. "La Vasija Africana Permite Conservar Alimentos Frescos: Un Botijo Frigorífico para que las Niñas de Nigeria Puedan ir a la Escuela", *Agencia SINC*, 25 de junio (2018). Accesible en: <https://bit.ly/2K5p0Wp>
- [10] Jornadas de Retos en Didáctica de la Física y la Química (2018). Accesible en: <https://bit.ly/2jUzkBd>