

LA GAMIFICACIÓN APLICADA AL APRENDIZAJE DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE SUSTANCIAS COTIDIANAS

Deisy I. Galuppo¹, Luciano Neyra Vivas¹, Lucía V. Castellano¹, Santiago V. César¹,
Hugo A. Pipino¹

¹Museo Interactivo de Ciencias (MuIC), Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional, San Francisco (Córdoba)
dgaluppo@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

El presente trabajo aborda la generación de una experiencia interactiva en línea que vincula la programación y los conocimientos web que brinda actualmente la tecnología, junto con la comprensión de la química presente en la vida diaria. Así, el objetivo es desarrollar un juego interactivo virtual que, a través de la iniciativa del entusiasmo, permita aprender sobre la química que subyace en los entornos cotidianos. Esta propuesta surge de la sugerencia de estudiantes en el ámbito de la química, quienes consideran que contar con herramientas interactivas versátiles habría sido útil durante su proceso de aprendizaje. La idea principal se basa en la gamificación, convirtiéndola en una herramienta efectiva para el aprendizaje, donde la diversión se establece como un medio por el cual se puede adquirir un entendimiento lógico y razonable con mayor profundidad de un tema específico.

El prototipo diseñado busca atraer a personas de todas las edades, tanto conocedores de la química como personas que no se desenvuelven en tal ámbito, para que puedan divertirse y enriquecerse de conocimiento. Durante el juego, se ofrecen datos interesantes sobre la versatilidad y los usos tanto industriales como domésticos de diversos compuestos y sustancias, acompañados de imágenes que tienen el propósito de facilitar la comprensión de los textos y fomentar la curiosidad de los usuarios. En su interfaz, cuenta con una selección de elementos de la tabla periódica dispuestos en una plantilla de modo que varíen su posición aleatoriamente dentro de la misma. Los jugadores pueden arrastrar estos elementos hacia una sección de la pantalla para combinarlos unos con otros, o no, según sea adecuado para el compuesto que se requiera formar. El juego consta de distintos niveles que aumentan en dificultad progresivamente, desafiando cada vez más los conocimientos de los participantes e incentivándolos a seguir explorando y aprendiendo.

Palabras Clave: Gamificación, Química, Aprendizaje Activo, Sustancias Cotidianas.

Introducción

La química, que estudia la composición, estructura, propiedades y cambios de la materia, es una asignatura muy importante en los programas de estudio de educación secundaria y en los primeros años de educación superior a nivel global, ya que es central para las carreras de ciencias básicas, ciencias de la salud, e ingenierías, entre otras (Quirós, 2020).

Los átomos son los componentes básicos de las moléculas, las cuales representan la forma estable de muchos elementos y compuestos (Whitten et al., 2014). Para formar las moléculas, los átomos se enlazan entre sí, exhibiendo diferentes propiedades en base a las fuerzas de atracción presentes. Diariamente, las personas interactúan directa e indirectamente con todo tipo de sustancias y compuestos que influyen en el desarrollo normal de la vida cotidiana. Por ello, estudiar la estructura y las propiedades de las moléculas resulta fundamental para utilizar los productos de manera eficiente, cuidar el medioambiente y fomentar avances tecnológicos.

Al principio, los estudiantes de química aprenden cómo están unidos los átomos a partir de las fórmulas de Lewis, lo que facilita la comprensión del tema. Sin embargo, para personas no afines a

este ámbito, no es tan sencillo. Abordar estos temas, en los que la observación directa no es posible, plantea un desafío al momento de despertar el interés de la sociedad por la química.

Teniendo en cuenta esta problemática, y en concordancia con los objetivos del Museo Interactivo de Ciencias (MULC) perteneciente a la Facultad Regional San Francisco de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), en este trabajo se encara el diseño de una experiencia interactiva virtual con el propósito de brindar conocimientos químicos sobre sustancias que probablemente encontramos en nuestro día a día. Si bien existen algunas aplicaciones web que permiten unir las fórmulas moleculares con su nomenclatura correspondiente, estas aplicaciones son estáticas y facilitan que el usuario memorice su resolución. Además, por tratarse de la unión de los objetos, brindan la información completa en pantalla evitando que el participante pueda cuestionarse la cantidad de cada elemento químico que conforma la sustancia en cuestión. El prototipo propuesto en este trabajo pretende abordar estas deficiencias y ofrece información adicional para concientizar sobre cada sustancia.

El desarrollo de la experiencia está enmarcado en la gamificación. Esta estrategia se sustenta en la utilización de sistemas interactivos que tienen como objetivo motivar y comprometer a los usuarios finales a través del uso y la mecánica de estímulos comúnmente incluidos en los juegos (Zatarain Cabada, 2018). El juego es un sistema de reglas que define un desafío, donde la participación de los jugadores en este desafío se traduce en un resultado cuantificable (Tekinbas, 2003).

Los juegos didácticos son excelentes alternativas a los métodos de enseñanza tradicionales, porque permiten trabajar diferentes habilidades de los estudiantes, conjugando enseñanza y diversión (Martínez Villalobos, 2019). Dicho esto, la gamificación se considera como una estrategia pedagógica innovadora y presenta un gran interés en la comunidad académica y científica, tanto por la eficacia para potenciar el aprendizaje de los estudiantes como por el fomento de la educación inclusiva (Arteaga-Alcívar, 2023).

Esta metodología que aboga por el juego y la gamificación como estrategia educativa se basa en gran medida en la idea de que la participación en un juego implica una reacción emocional del jugador. Esta reacción la provoca el desafío del juego, la retroalimentación y la interacción constante del proceso de jugar y el resultado derivado de jugar (ganar, perder, pasar al siguiente nivel, etc.) (Simó, 2018).

De esta manera, con el objetivo de fomentar la comprensión de la composición de sustancias cotidianas por parte de estudiantes y de la sociedad en general, en este trabajo se presentan las principales características del prototipo de una experiencia interactiva desarrollado que contiene diversas sustancias clasificadas objetivamente según la dificultad que suponen, las cuales se detallan en la sección "Análisis de compuestos seleccionados". Asimismo, la experiencia interactiva provee elementos químicos diversos que se incrementan en número con cada nivel, como se explica en la sección "Desarrollo y proceso del juego". Finalmente, en la sección "Conclusiones" se sintetizan los principales resultados del trabajo y propuestas a futuro.

Análisis de compuestos seleccionados

El juego "Desafío Molecular" desarrollado¹ contiene cuatro niveles (Básico, Medio, Avanzado y Experto), cada uno formado por varias sustancias de complejidad similar. Estos compuestos son sustancias cotidianas y conocidas, facilitando así la relación del contenido aprendido con la realidad. Aun así, se plantea la posibilidad de agregar nuevas opciones en cada uno de los niveles mediante el desarrollo realizado. Las sustancias incluidas se detallan en la Tabla 1.

¹ La experiencia interactiva "Desafío Molecular" se puede acceder desde http://conciencia.frsfco.utn.edu.ar/?page_id=15

Como se observa, los compuestos seleccionados para el nivel básico emplean un menor número de átomos, y la nomenclatura empleada permite inferir claramente el resultado esperado. A medida que se avanza a niveles de mayor dificultad, la cantidad de átomos necesarios es mayor y la nomenclatura provista se vuelve menos descriptiva de la composición química de la molécula resultante.

Tabla 1. Sustancias presentes en el juego.

Nivel Básico	Nivel Medio	Nivel Avanzado	Nivel Experto
Monóxido de dihidrógeno	Peróxido de dihidrógeno	Tetraoxosulfato de hidrógeno	Ácido acético
Dióxido de carbono	Monocloruro de sodio	Tetraoxosulfato de calcio	Etanol
Dióxido de silicio	Cloruro de hidrógeno	Hidróxido de calcio	Hipoclorito de sodio
Tricloruro de hierro	Trihidruro de nitrógeno	Tetraoxosulfato de cobre	Monohidrógeno carbonato de sodio
Óxido de calcio	Hidróxido de sodio	Trioxocarbonato de calcio	Nitrato de amonio

Desarrollo y proceso del juego

Para lograr un aprendizaje eficaz en los participantes se tienen en cuenta seis aspectos (Lozada-Ávila, 2017):

Objetivo pedagógico: Definir el alcance y representarlo.

Simulación: Que sea un juego, debe tener reglas y parámetros que permitan que éste se replique y no genere situaciones interpretativas que no se encuentren contempladas.

Interacción con la simulación: Ahonda en la manera en la cual el jugador interactúa mientras avanza.

Problemas y progresión: Ruta metodológica que coloca una serie de desafíos de aprendizaje.

Decoración: Elementos no relacionados con el objetivo de conocimiento que enriquecen la experiencia de usuario.

Condición de uso: Delimitar quién, cuándo, dónde y cómo se utilizará el juego.

De esta manera, en esta sección se abordan estos aspectos en términos generales profundizando en los puntos propios del proceso del juego.

Para la realización del prototipo se hace uso de las tecnologías web para facilitar la difusión por distintos medios. En tanto que para el desarrollo de la interfaz se opta por *JavaScript* (JS) debido a su compatibilidad con los navegadores web. Esta elección se centra en que JS permite agregar interactividad a las páginas y realizar funciones en el dispositivo del usuario, evitando costos por la utilización de servidores externos y reduciendo los tiempos de respuesta.

Al acceder a cada nivel, el juego proporciona una sustancia seleccionada aleatoriamente del total de compuestos disponibles para el nivel seleccionado, cargados previamente a la experiencia interactiva mediante *JavaScript Object Notation* (JSON), este lenguaje permite la transferencia de datos con facilidad y por ser nativo de JS, resulta sencilla su integración. Además, la utilización de JSON permite la incorporación de nuevas sustancias sin modificar la funcionalidad del juego, promoviendo la escalabilidad de la experiencia.

Cada sustancia se presenta preferentemente mediante la nomenclatura de la sustancia establecida por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés), con vocabulario químico y técnico presuntamente desconocido para el participante. En la parte inferior de la pantalla, se encuentra un tablero con los elementos que pertenecen a la sustancia solicitada, así como algunos elementos adicionales, como se muestra en la Figura 1.

Los elementos también se posicionan de forma aleatoria para evitar que el participante memorice su ubicación y, en su lugar, se enfoque en identificar la sustancia correcta mediante el análisis de la nomenclatura química y los elementos disponibles.



Fig. 1. Sustancia y elementos químicos en el nivel básico.

Para construir la molécula, el jugador debe arrastrar los elementos químicos hacia el área designada para la molécula y soltarlos. El participante debe seleccionar los elementos que considere apropiados para formar la sustancia en cuestión. Si el elemento pertenece a la molécula solicitada, se "acepta"; en caso contrario, el elemento regresa a su posición inicial.

Una vez que el participante forma correctamente y de manera completa la molécula, se muestra una pantalla con el nombre común de la sustancia, es decir, con el que se conoce colectivamente, además de características particulares, tales como datos históricos, curiosidades, aplicaciones e imágenes (Fig. 2). Para la elaboración de esta información, es necesaria la búsqueda de información y recolección de datos de cada compuesto.



Fig. 2. Pantalla con carteles informativos.

En este momento, también se habilita la posibilidad de avanzar a la siguiente sustancia hasta completar cinco compuestos. Una vez formados las cinco sustancias de cada nivel, el jugador puede registrar su puntuación final, que se calcula en función de la relación entre el número de intentos necesarios para completar el nivel y el número total de intentos realizados. Se otorga la puntuación máxima cuando se completa en el menor número de intentos, y un porcentaje menor por cada error cometido. Además, se otorga una puntuación extra en función del tiempo empleado para resolver las cinco sustancias propuestas en el nivel, para ello se multiplica el valor máximo por la inversa del tiempo empleado en segundos para resolver, ya que, una vez finalizado un compuesto hasta presionar siguiente, el cronómetro se detiene para favorecer la lectura de la información provista. La Ecuación (1) especifica lo descripto.

$$1000 \left(\frac{n^{\circ} \text{ de intentos necesarios}}{n^{\circ} \text{ de intentos realizados}} + \frac{1}{\text{tiempo neto empleado}} \right) \quad (1)$$

De la Ecuación (1) se desprende que los errores cometidos en los niveles avanzado y experto tienen una incidencia menor que en los niveles básico y medio, esto está pensado ya que la probabilidad de ocurrencia de errores en los niveles superiores es mayor. En pantalla se muestra un ranking con las diez mejores puntuaciones registradas para cada uno de los niveles descriptos, destacando el desempeño sobresaliente de los participantes. De esta manera, se pretende fomentar el desafío de la autosuperación.

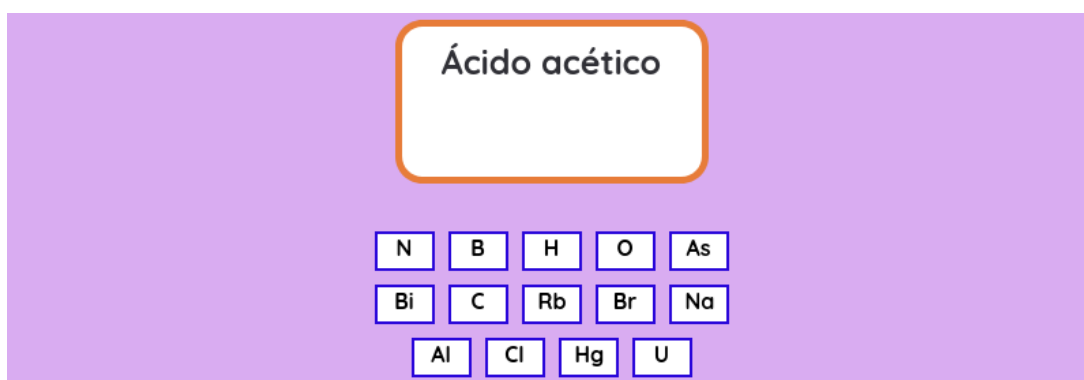


Fig. 3. Sustancia y elementos químicos en el nivel experto.

A medida que el participante avanza de nivel, la cantidad y/o variedad de los elementos químicos que componen la sustancia aumenta, así como el número de opciones disponibles, lo que presenta un mayor reto para completar cada nivel (Fig. 3).

Conclusiones

Según lo expuesto, se cumple con el diseño, junto con la aplicación de conocimientos de programación, un juego interactivo que permite a las personas conocer más sobre la química cotidiana. Esta iniciativa está en línea con los objetivos del grupo I+D MuC, el cual tiene como propósito promover el aprendizaje de personas de todas las edades en distintos ámbitos académicos relacionados a temáticas de ingeniería.

La actividad se encuentra disponible en el sitio web del Museo Interactivo de Ciencias y ha sido probada por los integrantes del equipo de trabajo y un grupo de prueba de público objetivo determinando una buena aceptación. Aunque aún no se ha evaluado en alumnos, se estima que se obtengan buenos resultados tanto en cursos y clases dictadas en la institución como entre personas interesadas en el tema. Además, se espera que la utilización de este juego haga que la enseñanza en cátedras afines a la química se torne didáctica y divertida.

A futuro, se pretende ampliar la cantidad de sustancias por cada nivel, organizar las fórmulas moleculares de cada compuesto según las reglas IUPAC a medida que transcurre el juego e incluir la posibilidad de solicitar pistas cuando sea necesario. Estas mejoras tienen como objetivo enriquecer la experiencia del juego, ofreciendo a los usuarios mayor variedad y recursos para facilitar su participación y aprendizaje.

Referencias

Arteaga-Alcívar, Y., & Guaña-Moya, J. (2023). Gamificación para fomentar la participación de estudiantes en la investigación científica. *RECIAMUC*, 7(1), 914-922.

Lozada-Ávila, C., & Betancur-Gómez, S. (2017). La gamificación en la educación superior: una revisión sistemática. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(31), 97-124.

Martínez Villalobos, G., & Ríos Herrera, J. F. (2019). Gamificación como estrategia de aprendizaje en la formación de estudiantes de Ingeniería. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 45(3), 115-125.

Quirós, C. (2020). "Estrategias de gamificación para la enseñanza de la química". En Libro de Memorias XII Festival Internacional de Matemáticas XXII Congreso Nacional de Ciencia, Tecnología y Sociedad (Vol. 45).

Simó, V. L., & Domènech-Casal, J. (2018). Juegos y gamificación en las clases de ciencia: ¿una oportunidad para hacer mejor clase o para hacer mejor ciencia? *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, 2(1).

Tekinbas, K. S., & Zimmerman, E. (2003). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.

Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L., & Stankey, G. G. (2014). *Chemistry*, Tenth Edition. Belmont, USA: Brooks/Cole Cengage Learning.

Zatarain Cabada, R. (2018). Reconocimiento afectivo y gamificación aplicados al aprendizaje de Lógica algorítmica y programación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(3), 115-125.