



## Química Clic el sistema premiado con el Premio Nobel de Química 2022. ¿Cómo funciona la Química Clic?

*Clic Chemistry the system awarded with the Nobel Prize in Chemistry 2022. How does Clic Chemistry work?*

Rosa María Catalá Rodesa<sup>1</sup>, Margarita Isabel Palacios-Arreolab<sup>2</sup>, Raúl Huerta-Lavoriec<sup>3</sup>

### Resumen

Se presenta una hoja didáctica basada en la comprensión lectora del artículo de referencia sobre el premio de química 2022 sobre la química clic. La estrategia se presenta para apoyar a los profesores en la difusión del conocimiento de la tecnología que aplicada a contextos biológicos es la base de lo conocido como química bioortogonal, de gran relevancia en síntesis bioquímica y farmacológica más eficiente y específica. La actividad consiste en un cuestionario (idealmente aplicado vía Google Forms, para contar con datos estadísticos de las respuestas de manera inmediata) dirigido a estudiantes nivel medio, medio superior o universitario. Esto se realiza en un contexto que permite, dependiendo de la unidad o tema de estudio del curso, introducir y revisar ejemplos de conceptos, modelos y metodologías de vanguardia en campos que van desde la química orgánica hasta la biología molecular. Asimismo, la historia del descubrimiento del sistema, el desarrollo de la tecnología para sus aplicaciones y el Premio Nobel al que fueron acreedores los tres investigadores involucrados constituyen un contexto perfecto para fomentar la reflexión acerca del carácter colaborativo de la ciencia y la frontera entre la llamada ciencia básica y la ciencia aplicada.

### Palabras clave

Hoja didáctica; comprensión lectora; Premio Nobel; ciencia básica; ciencia aplicada.

### Abstract

A didactic sheet is presented based on the reading comprehension of the reference article on the 2022 chemistry prize on click chemistry. The strategy to support teachers in the dissemination of knowledge of the technology that applied to biological contexts is the basis of what is known as bioorthogonal chemistry, of great relevance in more efficient and specific biochemical and pharmacological syntheses, is presented. The activity consists of a questionnaire (ideally applied through Google Forms, to have statistical data on the responses immediately) aimed at middle school, high school or university students. This is done in a context that allows, depending on the course unit or topic of study, to introduce and review examples of cutting-edge concepts, models, and methodologies in fields ranging from organic chemistry to molecular biology. Likewise, the history of the discovery of the system, the development of the technology for its applications and the Nobel Prize awarded to the three researchers involved constitute a perfect context to invite reflection on the collaborative nature of science and the border between what is so-called basic sciences and applied sciences.

### Keywords

Didactic sheet; reading comprehension; Nobel Prize; basic science; applied science.

<sup>1</sup> Colegio Madrid, A.C.,

<sup>2</sup> Instituto de Enfermedades Respiratorias (INER), Universidad Nacional Autónoma de México,

<sup>3</sup> Northridge School Mexico.

## Introducción

Aprender a leer un artículo académico es esencial para el aprendizaje de estudiantes de ciencias a partir de bachillerato y en licenciatura, tanto como el desarrollo de habilidades experimentales y de integración matemática y tecnológica a lo largo de sus años de estudio. Sin embargo, pocas veces encontramos los temas suficientemente estimulantes para motivar a la lectura de un artículo completo y de encontrarlo, resulta poco frecuente la comprensión del mismo a través de instrumentos que la pongan en evidencia.

El cuestionario, se plantea como un punto de partida para, a partir de los resultados obtenidos, diseñar diferentes actividades que estimulen su autonomía y que hagan uso de sus conocimientos para entender progresivamente otras comunicaciones científicas. Como para nuestros estudiantes, leer artículos en inglés representa un reto adicional, la lectura acompañada y en contexto del artículo que presenta este número de Educación Química sobre química clic es idóneo para probar esta estrategia y evaluar los resultados.

Se sugiere realizar las actividades de esta hoja didáctica con estudiantes de nivel medio, medio superior o universitario que ya se encuentren familiarizados con reacciones orgánicas, bioquímica y catálisis.

El diseño de esta hoja didáctica consta de tres etapas, *Enganche*, *Lectura* y *Análisis grupal de las respuestas (evaluación formativa) con los alumnos*. Durante la primera etapa, se presenta el tema de la química clic de manera que fomente el interés de los estudiantes en el tema y se les invita a que compartan sus conocimientos previos sobre el tema (por ejemplo si han escuchado sobre la química clic, etc). En la etapa de *Lectura*, se sugiere iniciar la lectura acompañada del artículo de esta edición de la revista, en el que se aborda el tema y se plantea que terminando la lectura en casa, reflexionen sobre la importancia acerca del carácter colectivo de la ciencia y el vínculo entre la ciencia básica y la ciencia aplicada. Finalmente, en la etapa de *Análisis de respuestas* se presenta una versión simplificada de las bases del funcionamiento de la tecnología CRISPR/Cas, que se propone sea acompañada de una actividad sencilla de refuerzo.

En el aula	Para el profesor
<b>Enganche/ la importancia de la química clic</b>	
<p>Reúnanse en equipos de 3 a 5 personas y participen en la temática y debate con el que el profesor (a) iniciará esta clase sobre el premio Nobel 2022.</p> <p>Su profesor(a) les proporcionará un artículo que habla acerca del descubrimiento del sistema química Clic: <i>Versátil como ninguna, la química clic y su trascendencia en áreas diversas: De la ciencia de materiales a la investigación farmacéutica</i>, por Patricia Guadarrama et.al.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realicen una lectura grupal de la primera parte del artículo y anoten las dudas que tengan. Comenten entre ustedes lo que no está resultando fácil de comprender.</li> <li>2. Terminen la lectura hasta donde les indique su profesor(a) o maestro y en una tabla anoten lo que comprendieron del lado izquierdo y lo que es nuevo o no entendieron del lado derecho.</li> <li>3. Terminen la lectura hasta donde les indique su profesor(a) o maestro y en una tabla anoten lo que comprendieron del lado izquierdo y lo que es nuevo o no entendieron del lado derecho.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lee con atención el artículo hasta concluir la primera sección denominada En contexto.</li> <li>2. Reflexiona y discute con tus compañeros:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Identifica cuántos investigadores (o grupos de investigación) estuvieron involucrados en el descubrimiento del sistema química clic y su aportación.</li> <li>b. ¿Qué habría pasado si el trabajo de estos investigadores no se hubiera hecho público a través de revistas científicas?</li> <li>c. Describan qué entienden por <i>ciencia básica</i>.</li> <li>d. Describan qué entienden por <i>ciencia aplicada</i></li> </ol> </li> </ol>	<p>Antes de iniciar la lectura, pregunte a los estudiantes si alguno de ellos había escuchado hablar de esta tecnología y explore sus conocimientos previos pidiéndoles que realicen una breve descripción (en prosa y/o dibujo).</p> <p>Para aquéllos que refieran no conocer la tecnología, mencione que tiene importantes aplicaciones en lo que se conoce como química bioortogonal por su desempeño en sistemas biológicos.</p> <p>Decida hasta qué parte del artículo es conveniente que realicen la lectura en equipos en la primera clase (se sugiere la introducción o En contexto).</p> <p>Muestre a los alumnos donde pueden encontrar el artículo de manera electrónica o reparta las fotocopias a cada integrante del equipo. <i>Versátil como ninguna, la química clic y su trascendencia en áreas diversas: De la ciencia de materiales a la investigación farmacéutica</i>, por Patricia Guadarrama et.al.</p> <p>La primera parte del artículo pone en contexto la importancia, las aplicaciones y las generalidades de las reacciones donde puede aplicarse el proceso tipo química clic.</p> <p>Reúna a los estudiantes en equipos de 3 a 5 miembros u organice una sesión plenaria, dependiendo del tamaño y las características del grupo.</p> <p>Acabada la lectura de la primera sección, invítelos a discutir entre ellos acerca de dos importantes aspectos de la ciencia: el carácter colaborativo y la distinción entre <i>ciencia básica</i> y <i>ciencia aplicada</i>. Puede ayudarse de las preguntas sugeridas. Las preguntas que aparecen en la columna de la izquierda pueden registrarse y contestarse por escrito o en debate grupal.</p> <p>Pida que terminen la lectura de forma individual en sus casas (tienen al menos tres días para hacerlo) y que completen la tabla iniciada en la primera clase.</p>

### Comprensión lectora/Encuesta

- |   |   |
|---|---|
| <p>1. Después de haber leído el artículo completo, contesta la encuesta que aplicará la profesora o profesor. Ya sea en dispositivo electrónico o en papel. La honestidad es lo más importante en este ejercicio.</p> <p>2. Si bien hay mecanismos complejos detrás del funcionamiento de la química clic, tu profesor(a) te dará una explicación sencilla para facilitar su comprensión.</p> <p>3. Envía las respuestas de la encuesta, anotando cuáles fueron las preguntas que más se te dificultaron.</p> | <p>1. Aplicar la encuesta para estimar la comprensión lectora y la información que se obtuvo de la lectura sobre el tema.</p> <p>Preguntas de la encuesta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Leiste el artículo?             <ul style="list-style-type: none"> <li>» Si</li> <li>» No</li> <li>» En parte</li> </ul> </li> <li>• ¿De qué se trata?             <ul style="list-style-type: none"> <li>» Sobre los galardonados del premio Nobel de Química 2022</li> <li>» Sobre la química clic, una forma eficiente de hacer reacciones complejas</li> <li>» Sobre mejorar la síntesis de moléculas de interés biológico y farmacológico</li> <li>» Las tres anteriores</li> <li>» No lo entendí</li> <li>» No lo leí</li> </ul> </li> <li>• ¿Cuáles son las ventajas de la química clic             <ul style="list-style-type: none"> <li>» La sencillez de la técnica</li> <li>» La selectividad frente a los grupos funcionales</li> <li>» La eficiencia y rendimiento al reducirse o eliminar productos secundarios</li> <li>» La tolerancia a diferentes medios de reacción</li> <li>» Todas las anteriores</li> </ul> </li> <li>• ¿Cuál es la reacción más importante o más conocida del método que se presenta?             <ul style="list-style-type: none"> <li>» La reacción de cicloadición azida alquino catalizada por cobre</li> <li>» La de maquinaria biosintética por Química Bioortogonal</li> <li>» La reacción clic bioortogonal libre de cobre</li> <li>» La de modificación de moléculas de interés biológico</li> <li>» No le entendí</li> <li>» No lo leí</li> </ul> </li> <li>• ¿Por qué es tan importante la reacción icónica de la química clic?             <ul style="list-style-type: none"> <li>» -Porque abre posibilidades de síntesis de triazoles</li> <li>» -Debido a que la célula puede incorporar muchos análogos de azida y alquino (reconocimiento celular)</li> <li>» -Porque permite modificar lípidos de la membrana en disolución acuosa</li> <li>» -Todas las anteriores</li> <li>» -Ninguna de las anteriores</li> </ul> </li> </ul> |
|---|---|

### Comprensión lectora/Encuesta

- ¿Qué tipo de productos se han podido obtener por este método en los últimos 20 años?
  - » Agentes farmacéuticos
  - » Anticancerígenos
  - » Antibacterianos
  - » Antivirales
  - » Sustancias utilizadas en imagenología biomédica
  - » Todas las anteriores
  - » Algunas de las anteriores
- ¿Qué se entiende por química bioortogonal?
  - » Es una química con propiedades geométricas especiales
  - » Es una rama de la bioquímica que tiene procesos paralelos a los normales
  - » Es la aplicación de la reacción azida-alquino en la exploración y comprensión de diversos procesos biológicos
  - » Es la aplicación de catalizadores de cobre en el rastreo del metabolismo celular
  - » Ninguna de las anteriores
- ¿Qué ejemplos menciona el artículo de química clic aplicada a la ciencia de materiales?
  - » El de modificación de curcumina para aumentar su solubilidad
  - » El encapsulamiento en diferentes plataformas moleculares de ciclodextrinas
  - » Obtención de derivados dendronizados con impedimento estérico
  - » Mejora de la actividad cistizada del albendazol al mejorar el componente de difusión a través de la membrana celular
  - » Todas las anteriores
  - » Algunas de las anteriores

2.-Comentar la importancia de esta rama creciente de la química y acordar con el grupo si se desea realizar un ejercicio posterior (gamificación, por ejemplo) para conocer y comprender mejor sus principios, ventajas y aplicaciones. Para ello consultar los artículos de referencia.

### Sesión 3/ Evaluación formativa/¿Qué podemos hacer para mejorar nuestra comprensión lectora?

1.-Analicen los resultados grupales y decidan con la profesora(or) qué se puede hacer como grupo para mejorar las habilidades lectoras de todos en conjunto. Una de las estrategias que más se está utilizando actualmente para ello es diseñar y aplicar una estrategia de gamificación, algo en lo que pueden colaborar al contar (ustedes y los docentes) con habilidades para hacerlo más atractivo y significativo.

1.-Analicen los resultados grupales y decida con los alumnos qué se puede hacer como en conjunto (profesor-alumnos) para mejorar las habilidades lectoras de todos en conjunto. Una de las estrategias que más se está utilizando actualmente para ello es diseñar y aplicar una estrategia de gamificación, algo en lo que pueden colaborar al contar (ustedes y los docentes) con habilidades para hacerlo más atractivo y significativo. En la bibliografía se incluye un ejemplo que puede resultar estimulante llevar a cabo para nivel licenciatura, que puede adaptarse tanto en temática como en nivel para otros entornos de enseñanza.

### Referencias

1.-Discovering a glycoprotein: The case of the H,K-ATpase”. An online Game for improvement of Reading Skills in a Course of Biological Chemistry. Wanda M. Valsecchi et. Al.

J. Chem.Educ.2023, 100, 221-231. <http://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00639>

2.- *Chemists who invented revolutionary ‘click’ reactions win Nobel.* (2022, October 5). Nature. [https://www.nature.com/articles/d41586-022-03087-8?error=cookies\\_not\\_supported&code=7982b0ee-cf67-4299-b91b-c323befe30d2](https://www.nature.com/articles/d41586-022-03087-8?error=cookies_not_supported&code=7982b0ee-cf67-4299-b91b-c323befe30d2)