

EJE TEMÁTICO: Enseñanza de temas de Química en contexto y en interdisciplina

UN ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO EN LA ENSEÑANZA DE QUÍMICA E HISTORIA: ARMAS QUÍMICAS

AN INTER-DISCIPLINARY APPROACH IN TEACHING CHEMISTRY AND HISTORY: ARMAS QUÍMICAS

Vanina A. Guntero^{1,2,3}, Paula Farías³, Pedro M. Mancini¹, María N. Kneeteman^{1*}

1- *IQAL (UNL-CONICET) – LABORATORIO FESTER – QUÍMICA ORGÁNICA (FIQ), Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería Química, Santa Fe, Argentina.*

2- *Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional San Francisco, San Francisco, Córdoba, Argentina.*

3- *IPEA N° 222 “Agrónomo Américo Almes Milani”, San Francisco, Córdoba, Argentina.*

**Email: mkneeteman@fiq.unl.edu.ar*

RESUMEN

Se propuso un trabajo interdisciplinario Química-Historia como una forma de enseñanza destinada a estudiantes del nivel medio, que aborda el tema del uso de las armas químicas en conflictos bélicos. El mismo permitió que los estudiantes realicen un proceso de enriquecimiento conceptual y autonomía de trabajo.

PALABRAS CLAVE: Armas Químicas, Guerras, Conflictos Bélicos.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Las guerras promovieron la necesidad de generar nuevos materiales bélicos de diversas índoles, por ejemplo las “armas químicas” que se usaron de forma masiva durante la Primera Guerra Mundial (1914-1918) llamada en consecuencia la “Guerra Química Moderna” [1]. La Convención sobre la prohibición del desarrollo, la producción, el almacenamiento, el empleo de armas químicas y sobre su destrucción, define a las armas químicas como “productos químicos tóxicos y sus precursores, excepto cuando estén destinados a fines no prohibidos por este convenio, siempre que los tipos y cantidades sean compatibles con tales fines” [2]. En 1894, las fuerzas británicas habían hecho un uso ineficaz del gas de azufre contra las tropas rusas en la guerra de Crimea. Sin embargo, fueron los alemanes quienes utilizaron el cloro efectivamente contra los soldados belgas estacionados en Ypres el 27 de abril de 1915. Este ataque fue el primer ataque masivo de gas en la historia de la guerra [3]. La historia demuestra que el uso repetido de agentes químicos en las guerras humanas fue la táctica de guerra más inhumana del siglo pasado [4].

En relación a este tema de importancia social, se propone un trabajo interdisciplinario entre química e historia destinado a estudiantes del nivel secundario. La **Asociación Química Argentina**.

interdisciplinariedad es una forma de cooperación entre diferentes objetos de estudio que puede lograrse respetando las lógicas adaptadas en forma específica de las respectivas ciencias, y que de esta forma ayudan al estudiante a alcanzar una imagen unitaria de la realidad [5]. Es de interés que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos mediante la comprensión de las relaciones entre los conceptos desarrollados en ambas disciplinas [4]. Se busca además, despertar la curiosidad y motivación de los estudiantes, y que estos no se centren únicamente en cumplir con los requisitos y objetivos establecidos por el sistema educativo de las escuelas secundarias, sino además lograr despertar nuevas aspiraciones en ellos. La elaboración de la propuesta se fundamenta en la posibilidad que tienen los docentes de gestionar la enseñanza, guiándola de manera tal que los estudiantes puedan inquietarse, producir y comprender los conceptos desarrollados. Se pretende así mejorar la lectura, escritura disciplinaria, interpretación de diferentes tipos de textos, oralidad y pensamiento crítico.

La comprensión y la capacidad de aplicar el conocimiento científico en diversas situaciones son fundamentales para la preparación de un joven para la vida en la sociedad actual, que está fuertemente atravesada por la ciencia y la tecnología [6]. Los estudiantes del nivel secundario suelen considerar generalmente a la química como difícil de estudiar y de poca aplicación. Con objeto de modificar sus actitudes, conductas y emociones hacia las ciencias, se intenta culturizarlos en relación al origen y los tipos de armas químicas, el organismo que regula su uso, sus alcances y consecuencias.

Desde esta perspectiva, la historia, como Ciencia Social, se entiende como una herramienta para la enseñanza de la química al permitir el análisis de un determinado conocimiento en su contexto original y su posterior generalización, lo cual permite su ubicación histórica-social. Esta forma de trabajo colaborativo fortalece el desarrollo de las habilidades de síntesis, del análisis de los cambios y continuidades, y del establecimiento y comprensión de las relaciones.

METODOLOGÍA

Con el objeto de contextualizar el tema a través de un enfoque interdisciplinario, con la integración y el diálogo entre los diferentes saberes, la presentación temática se realizó empleando el video "*Armas Químicas - Historia, Efectos y Datos*" [7]. Además, se puso a disposición de los alumnos distintos textos para su análisis, entre ellos, artículos de revistas científicas, fichas descriptivas de la Organización para la Prohibición de las Armas Químicas, páginas web, fichas de seguridad de compuestos químicos. Finalmente, se los incentivó a que busquen información complementaria. Se solicitó que realicen una guía específica tanto de química como de historia y un trabajo integrador. La conceptualización de parte de los alumnos se llevó a cabo mediante un análisis general de sus consideraciones sobre el tema. A continuación se detallan las consignas desarrolladas.

Guía de Química

1. Introducción: armas químicas
 - 1.1. ¿Cuál es la Organización que tiene como fin proscribir las armas químicas?
 - 1.2. Define qué se considera como armas químicas según la OPAQ.
2. Tipos y características de armas químicas
 - 2.1. Realiza un esquema que detalle la clasificación de las armas químicas e incluye ejemplos de cada una. A partir del mismo responde:
 - 2.2. ¿Cuáles son las principales características de las armas químicas detalladas en el esquema?
 - 2.3. Indica la fórmula molecular y la estructura química de cada una de ellas.
 - 2.4. Explica las consecuencias que produce el uso de armas químicas en las personas y medio ambiente.
3. Medios de protección frente a las armas químicas
 - 3.1. ¿Cuáles son los medios de protección que pueden emplear las personas?
 - 3.2. Explica el funcionamiento de una máscara antigás.

Guía de Historia

En base a la investigación y selección de la información, cada grupo de trabajo debe elaborar una línea de tiempo ubicando cronológicamente el uso de las armas químicas implicadas en conflictos bélicos.

Actividad Integradora

Luego de haber complementado el trabajo propio de ambas asignaturas con su correspondiente entrega, deben *“Elaborar una presentación con carácter descriptivo haciendo una revisión crítica del uso de las armas químicas en conflictos bélicos”*. Esta actividad fue realizada en grupos de dos estudiantes, los cuales debían emplear las guías individuales. La presentación oral debía tener una duración de 15 a 20 minutos.

Criterios de Evaluación

En las tres actividades planteadas se establecieron los siguientes criterios de evaluación, los cuales fueron informados a los estudiantes de forma previa a la fecha establecida para la entrega:

1. Pertinencia conceptual.
2. Argumentación.
3. Establecimiento de relaciones.
4. Creatividad.
5. Responsabilidad y esmero en las tareas áulicas.
6. Entrega en tiempo y forma.

RESULTADOS

En relación a las guías de historia y química, éstas fueron presentadas a los respectivos docentes. Seguidamente se detallan las respuestas a las que los estudiantes fueron capaces de arribar.

Guía de Química

1. Introducción: armas químicas

1.1. La Organización para la Prohibición de las Armas Químicas (OPAQ) tiene como misión poner en práctica las disposiciones de la Convención sobre las Armas Químicas (CAQ), de manera de fomentar la cooperación para el uso de la química con fines pacíficos.

1.2. Se considera un arma química a una sustancia química tóxica contenida en un dispositivo que la libera. Cada uno de los componentes de un arma química se define como un arma química, esté o no montada y esté o no almacenada por separado. Corresponde a cualquier artículo diseñado o destinado a ser empleado directamente en relación con la liberación de un agente químico para causar muertes o lesiones.

2. Tipos y características de armas químicas

2.1. Los esquemas presentados disponían de las siguientes clasificaciones: mortífero/ no mortífero; según la intensidad de su acción (incapacitantes, letales); según el efecto que producen (agentes neurotóxicos, agentes asfixiantes, agentes sanguíneos, agentes vesicantes, agentes lacrimógenos).

2.2. Las principales características de las armas químicas investigadas se detallan seguidamente:

Bromoacetato de etilo: es muy tóxico por inhalación, por ingestión, y en contacto con la piel. Presenta un olor desagradable. Su punto de ebullición es de 158-161 °C, y su punto de fusión de -38 °C.

Fosgeno (dicloruro de carbonilo): gas incoloro y venenoso a temperatura ambiente, puede verse como una nube que varía de blanca a amarilla pálida. Se puede absorber por inhalación o a través de la piel. Provoca quemaduras. En altas concentraciones tiene un olor desagradable e irritante.

Difosgeno: a temperatura ambiente se encuentra en estado líquido.

Gas mostaza (bis(2-cloroetil)sulfano): es poco soluble en agua, pero sus formas gaseosa y líquida son fácilmente solubles en aceites, grasas y solventes orgánicos. Debido a su alta solubilidad lipídica, penetra en la membrana celular lipídica muy rápidamente, generando lesiones en la piel (irritación y destrucción de tejidos). Es un líquido aceitoso, transparente e incoloro con punto de ebullición de 215-217 °C y un punto de fusión de 14,4 °C. En su forma cruda, el gas mostaza es un líquido de color amarillo pálido a café oscuro con una densidad de 1,278 g/mL.

Cianuro de hidrógeno: gas incoloro o líquido, ácido débil, de olor característico. El gas se mezcla con el aire formando mezclas explosivas fácilmente. Se puede absorber por inhalación, a través de la piel o ingestión. Puede provocar convulsiones, pérdida de conocimiento, o la muerte.

Tabún (Etil-N,N-dimetilfosforamidato): es una sustancia química extremadamente tóxica, incolora e insípida, con un ligero olor afrutado, es un agente nervioso fuerte (interfiere en el sistema nervioso central). A baja presión es de color marrón, pero a alta presión es claro e incoloro. Ingresa por el sistema respiratorio o a través de la piel. Puede provocar irritaciones, quemaduras, la exposición repetida podría causar cambios de personalidad (depresión, ansiedad, irritabilidad).

Sarín (Isopropilmetilfosfonofluoridato): líquido inodoro, ingresa por el sistema respiratorio o a través de la piel, es un agente nervioso. Puede provocar irritaciones, quemaduras, la alta exposición puede afectar al cerebro y al corazón.

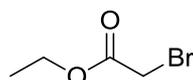
Agente Naranja: formado por ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T) y el ácido 2,4-diclorodifenoxiacético (2,4-D). Además contiene niveles variables de la dioxina carcinógena. Se utilizaba en el sector agrícola como herbicida.

2.3. Indica la fórmula molecular y la estructura química de cada una.

Bromoacetato de etilo:

Fórmula molecular: $C_4H_7O_2Br$

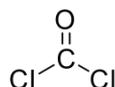
Estructura química:



Fosgeno:

Fórmula molecular: $COCl_2$

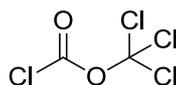
Estructura química:



Difosgeno:

Fórmula molecular: $C_2Cl_4O_2$

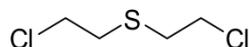
Estructura química:



Gas mostaza:

Fórmula molecular: $C_4H_8Cl_2S$

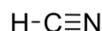
Estructura química:



Cianuro de hidrógeno:

Fórmula molecular: HCN

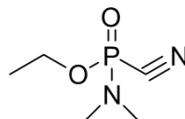
Estructura química:



Tabún:

Fórmula molecular: $C_5H_{11}N_2O_2P$

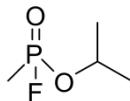
Estructura química:



Sarín:

Fórmula molecular: $C_4H_{10}FO_2P$

Estructura química:

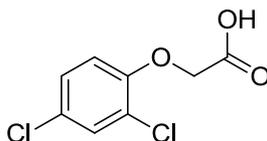


Agente Naranja:

- 2,4-D

Fórmula molecular: $C_8H_6Cl_2O_3$

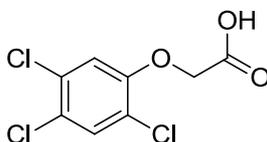
Estructura química:



- 2,4,5-T

Fórmula molecular: $C_8H_5Cl_3O_3$

Estructura química:



2.4. El uso de armas químicas sobre las personas y el medio ambiente provocan una alteración del comportamiento de las personas, la calidad del ambiente y la eficiencia de los recursos. Sobre los soldados producían un enorme daño psicológico, generando incertidumbre y pérdida de autocontrol con la sola idea de morir de asfixia.

3. Medios de protección frente a las armas químicas

- 3.1. La protección física se realiza mediante: máscara antigás, ropa especial, guantes y botas de goma-butilo.
- 3.2. La máscara antigás se compone de filtros constituidos por carbón vegetal activado para la absorción de vapor, y por fibra de vidrio para retener las partículas filtradas.

Guía de Historia

Seguidamente se presenta la cronología realizada por uno de los grupos.

1914: Francia lanzó granadas de gas lacrimógeno de bromoacetato de etilo.

1915: Ocurrió el primer ataque a gran escala con gas cloro en la Segunda Batalla de Ypres. Además introdujeron el fosgeno, que es seis veces más potente que el cloro.

1916: Los alemanes perfeccionaron su ataque cuando comenzaron a usar difosgeno, estando en forma líquida y a temperatura ambiente, favoreciendo la carga de munición. Dos meses más tarde, los franceses utilizaron cianuro de hidrógeno.

1919: El Reino Unido usó gas mostaza contra el Ejército Rojo.

1921-1927: España y Francia lanzan gas mostaza contra los rebeldes en Marruecos.

1934: La Unión Soviética usó gas mostaza contra China.

1935-1940: Italia utilizó gas mostaza contra Etiopía.

1936: El químico alemán Gerhard Schrader sintetizó el tabún.

Asociación Química Argentina.

1937: Schrader y sus colegas sintetizaron el sarín.

1937-1945: Japón usó gas mostaza contra China.

1940-1945: Alemania emplea zyklon B, una forma de cianuro de hidrógeno, en sus cámaras de gas.

1961-1971: El Ejército Estadounidense usó herbicidas durante la Guerra de Vietnam. El más usado fue el agente naranja.

1963-1967: Egipto usó gas mostaza contra Yemen del Norte.

1983–1988: Irak utilizó tabún, sarín y gas mostaza en el campo de batalla contra las tropas iraní.

1995-1997: Sudán usó gas mostaza contra insurgentes en la Guerra Civil.

Actividad Integradora

Los estudiantes cumplieron con la entrega online de los trabajos en el tiempo establecido, siendo los mismos desarrollados con medios audiovisuales a su elección. La exposición oral consistió en explicar el trabajo presentado en presencia de ambas docentes, las cuales les realizaron preguntas y comentarios. Todos los grupos respetaron el tiempo de exposición. La mayoría demostró organización del trabajo y definición de roles, coherencia en los temas desarrollados y conclusiones. Algunos grupos fueron capaces de reconocer errores en el trabajo enviado previamente, llevando apoyos visuales para corregir y explicar los mismos.

Criterios de Evaluación

En la tabla 1 se detallan los criterios de evaluación establecidos y comunicados a los estudiantes.

Tabla 1. Criterios de evaluación establecidos

	Criterios de evaluación	Alumno/a
1	PRESENTACIÓN DIGITAL	
	1.1. Trabajo previo de investigación y preparación del tema.	
	1.2. Uso de bibliografía recomendada	
	1.3. Muestra profundidad en el análisis	
	1.4. Hay coherencia en los temas desarrollados.	
	1.5. Refleja claridad y precisión en su contenido.	
	1.6. La redacción y ortografía son correctas.	
	1.7. El contenido obtenido es enriquecedor y promueve la profundización de la investigación	
	1.8. Las tareas asignadas permitió el desarrollo del pensamiento crítico.	
	1.9. Hubo creatividad y originalidad.	
1.10. Presentación en el tiempo determinado.		
2	PRESENTACIÓN ORAL	
	2.1. Organización del trabajo, definición de roles y participación de todos los miembros del equipo en la exposición.	
	2.2. Habilidades de la exposición (seguridad, lenguaje adecuado, capacidad para despertar interés, volumen de voz)	
	2.3. Utilización de apoyos visuales.	
	2.4. Emplea buenos ejemplos para apoyar los argumentos	
	2.5. Emplea eficientemente el tiempo asignado.	
2.6. Exposición de conclusiones.		

A continuación se muestran las presentaciones correspondientes a la actividad integradora.

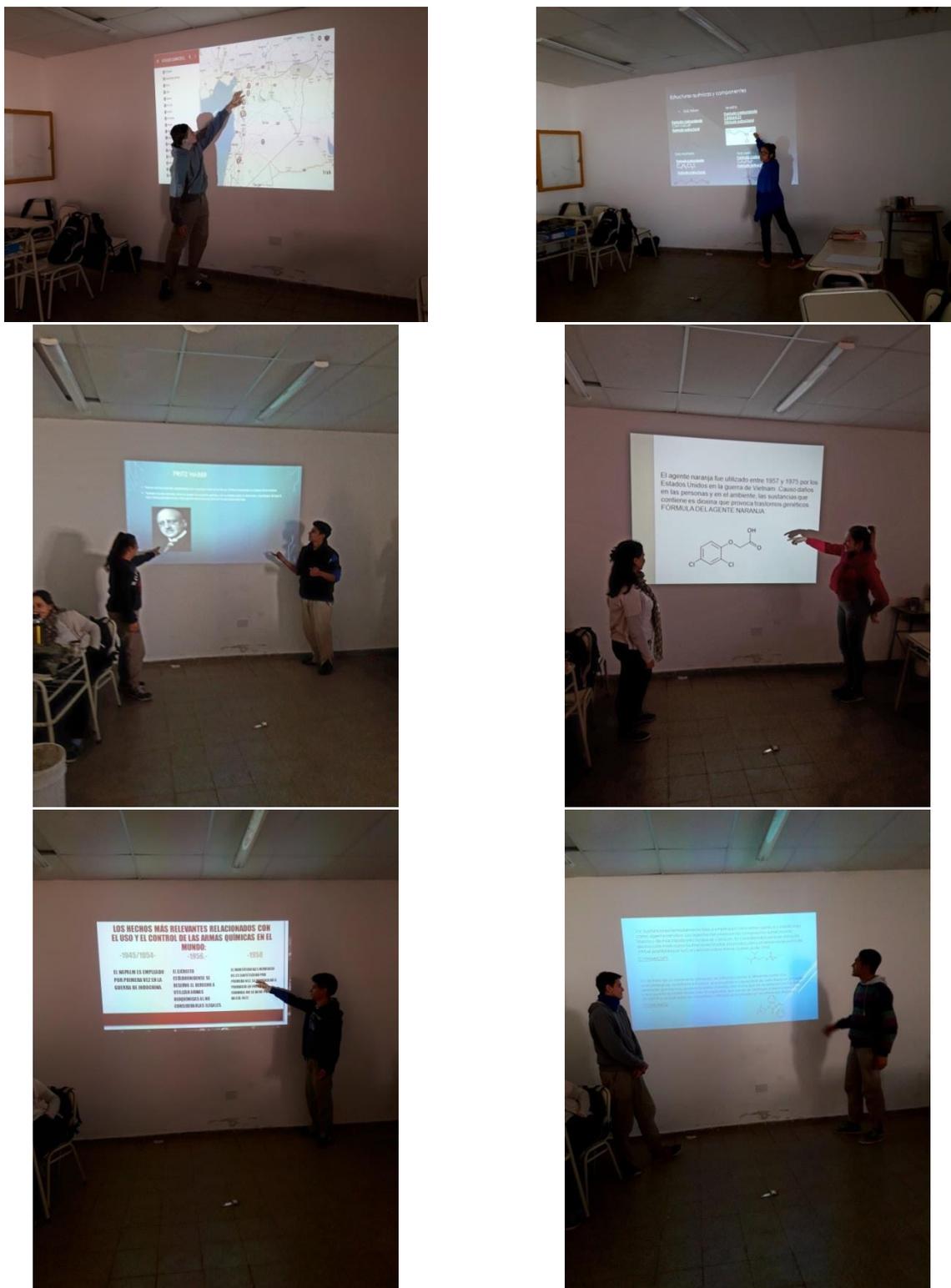


Figura 2. Presentaciones orales correspondientes a la actividad integradora.

CONCLUSIONES

La propuesta interdisciplinaria realizada en una escuela de nivel medio cumplió satisfactoriamente con los objetivos planteados. Los estudiantes fueron capaces de realizar un trabajo de investigación acorde a su nivel educativo, realizando preguntas pertinentes al tema, de trabajar en equipo, de elaborar conclusiones integrando lo específico de cada asignatura. Demostraron un alto grado de compromiso y responsabilidad. Desde la disciplina química, fueron capaces de buscar e interpretar fichas de seguridad de algunos compuestos, de escribir las fórmulas moleculares y estructurales, de concientizarse acerca de las medidas de protección y seguridad, y del papel desempeñado por los químicos. Por su parte, desde la visión histórica realizaron un enfoque integrado y contextual sobre la dinámica del mundo contemporáneo, abordando el conocimiento químico en una perspectiva temporal amplia, donde se involucra el pasado, el presente y el futuro de nuestra sociedad.

REFERENCIAS

- [1] D. Vilches, G. Albuquerque, and R. Ramirez-tagle, "One hundred and one years after a milestone: Modern chemical weapons and World War I", *Educ. Química*, 2016.
- [2] L. Středa and J. Patočka, "Incapacitating chemicals - Risk to the purpose and objectives of the Chemical Weapons Convention?", *Kontakt*, vol. 16, no. 1, pp. e57–e63, 2014.
- [3] M. Ghanei and A. A. Harandi, "History of Chemical Weapons Use", in *Mustard Lung*, 2016, pp. 1–4.
- [4] N. Akkuzu and M. A. Uyulgan, "An epistemological inquiry into organic chemistry education: exploration of undergraduate students' conceptual understanding of functional groups", *Chem. Educ. Res. Pract.*, vol. 17, pp. 36–57, 2013.
- [5] M. Florentina and M. Barbu, "An Inter-disciplinary Approach in Teaching Geography, Chemistry and Environmental Education", *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 180, pp. 660–665, 2015.
- [6] K. Putica and D. D. Trivic, "Cognitive Apprenticeship as a Vehicle for Enhancing the Understanding and Functionalization of Organic Chemistry Knowledge", *Chem. Educ. Res. Pract.*, vol. 17, pp. 172–196, 2015.
- [7] "<https://www.youtube.com/watch?v=F64seTzt65I>."