

## **Actividades dirigidas al fortalecimiento de la Preparación para la Defensa en la formación de radioquímicos**

*Activities for the strengthening of Defense Preparedness in formation of radiochemists*

**MSc. Maritza Lau-González, MSc. Anel Hernández-Garcés, MSc. José Á. Corona-Hernández, Lic. José R. Ruiz-Machado, Dr. C. Luis O. Zamora-Lugo**

*maritza@instec.cu, anel@instec.cu, corona@instec.cu,  
roberto@instec.cu, losvaldo@instec.cu*

**Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (InSTEC),  
La Habana, Cuba**

Recibido: noviembre 2014

Aprobado: diciembre 2014

---

### **Resumen**

La disciplina Preparación para la Defensa, en la Licenciatura en Radioquímica, se complementa con las restantes disciplinas de formación Química Básica y Especializada, a través de una serie de contenidos que permiten dotar al profesional de una mayor conciencia acerca de su responsabilidad social con relación al uso pacífico de la energía nuclear, la prevención de accidentes radiológicos y la protección del medioambiente. En el presente trabajo se presentan ejemplos de actividades de aprendizaje dirigidas al trabajo independiente de los estudiantes, que permiten, de forma sistémica, lograr una vinculación coherente entre las disciplinas de Química General e Inorgánica y Preparación para la Defensa, a través del estudio de sustancias tóxicas de diferente naturaleza y los riesgos que durante su manipulación y empleo pueden presentarse para la salud humana, los recursos económicos y el medioambiente; aspectos a tener en cuenta dentro de las dimensiones de la Seguridad Nacional.

**Palabras clave:** Preparación para la Defensa, interdisciplinariedad, Química.

### **Abstract**

The discipline Defense Preparedness in Bachelor of Radiochemistry, is complemented by the other subjects of Basic and Specialized Chemistry training through a series of contents that equip the professional greater awareness of their social responsibility in relation to peaceful use of nuclear energy, the prevention of radiological accidents and environmental protection. In this paper examples of learning activities aimed at the independent work of students are introduced, allowing, systemically, a coherent link between the disciplines of General and Inorganic Chemistry and Defense Preparedness, through the study of toxic substances of different nature and risks that can arise for human health during handling and employment, economic resources and the environment; aspects to consider within the dimensions of National Security.

**Keywords:** Defense Preparedness, interdisciplinarity, Chemistry.

## Introducción

Desde el curso 1995-1996, la disciplina Preparación para la Defensa (PPD) forma parte del currículo básico del plan de estudio de las carreras de los centros de educación superior (CES) de Cuba, como resultado del perfeccionamiento del sistema de preparación para la defensa de los estudiantes universitarios; sus objetivos han respondido al modelo del profesional.

En correspondencia con los cambios producidos en las concepciones de la guerra, el manejo de desastres de todo tipo, y con las transformaciones en la educación superior, en el año 2009 se emite el Dictamen 123/09, con el fin de perfeccionar los contenidos básicos de la disciplina y contribuir con más eficiencia a la formación integral de los estudiantes [1]. Dicho documento establece que la disciplina se integra, por la parte básica, con dos asignaturas: Seguridad Nacional (SN) y Defensa Nacional (DN); y por la parte especializada con las asignaturas del currículo propio de cada carrera, que estará en dependencia de su perfil y vínculo con la Defensa, de manera que se corresponda con el futuro desempeño de los estudiantes en interés de la Defensa Territorial (DT) y la Defensa Civil (DC), una vez egresados de la universidad como “profesionales competentes y comprometidos con la Revolución”; acorde con las necesidades planteadas por el Consejo de Defensa Nacional (CDN), el Ministerio de las Fuerzas Armadas (MINFAR) y el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (EMNDC). Además, se especifica que el sistema de conocimientos de dicha disciplina se encuentra conformado no solo por los contenidos propios, sino también por los de las asignaturas distintivas del perfil que se relacionan con la Seguridad Nacional y la Defensa Nacional (asignaturas integradoras), y otras que se vinculan con sus contenidos, entre ellas las asignaturas de la disciplina Química General e Inorgánica [2].

Las asignaturas Química General y Química Inorgánica se imparten en el primer año de la carrera. La primera de ellas tiene como principal objetivo la complementación, profundización e integración de los principios básicos de la química como ciencia, y constituye el eslabón intermedio lógico con la enseñanza precedente. Su enfoque está dirigido a caracterizar, de un modo elemental, la sustancia y la reacción químicas, tanto desde un punto de vista estructural como estequiométrico, termodinámico y cinético, con el objetivo de sentar las bases para el estudio de las restantes disciplinas básicas.

La asignatura de Química Inorgánica permite al estudiante apropiarse de conocimientos relacionados con la periodicidad química y la estructura, propiedades y reactividad de

los principales elementos y compuestos inorgánicos. Aunque las asignaturas de la disciplina PPD se imparten a partir del segundo año de la carrera (Seguridad Nacional, cuarto semestre; Defensa Nacional, quinto semestre), el vínculo con esta disciplina se puede lograr con la utilización de ejemplos de reacciones químicas de interés para la defensa del país, donde se involucren sustancias tóxicas de diferente naturaleza y su uso industrial, a partir del riesgo que pueden tener para la salud humana, los recursos, las instalaciones donde se emplean y el medioambiente, aspectos a tener en cuenta para la SN o la DN.

El objetivo del trabajo es presentar ejemplos de actividades de aprendizaje dirigidas al trabajo independiente de los estudiantes, que permitan, de forma sistémica, lograr una interdisciplinariedad y coherencia que tribute a la formación de los futuros egresados de la carrera. El trabajo se apoya en los contenidos de las dimensiones seguridad ambiental y seguridad contra desastres de la Seguridad Nacional.

#### *Dimensiones seguridad ambiental y seguridad contra desastres de la Seguridad Nacional y la Defensa Civil*

La seguridad ambiental se define en el artículo 38 de la sección novena del Proyecto de Ley de la Seguridad y Defensa Nacionales como “la condición necesaria alcanzada por el país, en correspondencia con su potencial ambiental, mediante la cual se garantiza el equilibrio indispensable entre el desarrollo socio-económico y la protección y conservación del medio ambiente” [3]. La educación ambiental constituye una estrategia curricular inherente a todas las asignaturas de los planes de estudio de nuestro sistema de educación, en correspondencia con la Estrategia Nacional [4]. El vínculo de los contenidos básicos y específicos con esta temática tributa a la comprensión de la esencia de esta dimensión.

La seguridad contra desastres es definida en el artículo 42 de la sección décima del Proyecto de Ley antes mencionado, como

[...] la condición alcanzada por el país, en la cual se garantiza la reducción de los riesgos de desastres asociados a los eventos naturales, tecnológicos y sanitarios y la adopción de las acciones necesarias durante la respuesta y recuperación del impacto de los mismos, con el objetivo de minimizar las pérdidas de vidas humanas y económicas que afecten la infraestructura del país u originen una situación de crisis, que pueda ser utilizada como pretexto por los enemigos de la revolución, para intentar llevar a cabo una intervención humanitaria.

De la misma forma, en el artículo 43 de la sección décima, se establece que “el sistema de Defensa Civil constituye un factor estratégico para la Seguridad Nacional y la capacidad defensiva del país, que asegura el empleo de todos los recursos disponibles en el país para la reducción de desastres y la disminución de los efectos de la guerra”.

Por otra parte, la Directiva n.º 1 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional para la Reducción de Desastres [5], en su anexo 1, clasifica como situaciones de desastres de origen tecnológico a los accidentes con sustancias peligrosas y destaca que en nuestro país se fabrican, importan, exportan, almacenan, transportan, emplean y consumen explosivos industriales, medios de iniciación, sus precursores químicos y productos químicos tóxicos, así como otras sustancias peligrosas, como gases, líquidos y sólidos inflamables; sustancias oxidantes, corrosivas, materiales biológicos y radiactivos. Los accidentes con sustancias peligrosas, generalmente de carácter súbito, pueden provocar daños que abarcan, además, áreas colindantes a las instalaciones donde se originan. Ello impone la necesidad de la evacuación de un número importante de personas y recursos. También provocan la contaminación del ecosistema, y aquellas de efecto persistente pueden llegar a producir daños a más de una generación de especies vivientes, por lo que sería de consideración el costo económico para el “desarrollo sostenible”.

Es por ello que se hace indispensable lograr una preparación integral de la población y dentro de ella, en especial, de los estudiantes de los CES, con vistas a elevar la preparación del futuro profesional, en cuanto a la protección ante cualquier peligro de desastre, como factor estratégico en la disminución de vulnerabilidades y en la mitigación de los efectos provocados por este. Ello contribuye al fortalecimiento de la Seguridad y la Defensa Nacionales [6].

## **Materiales y métodos**

Para lograr el vínculo de las disciplinas antes mencionadas se realizó la identificación previa de sustancias y reacciones químicas de interés para la defensa del país dentro de los contenidos de las asignaturas de la disciplina, a través de la revisión bibliográfica, centrada en los aspectos relacionados con la contaminación, como resultado de la utilización de las armas de exterminio en masa, específicamente, el arma química y el arma nuclear.

Posteriormente, se diseñó el sistema de tareas y actividades a desarrollar en cada uno de los temas de las asignaturas de la disciplina.

## Resultados y discusión

Como resultado del diseño se plantea iniciar las actividades presentando breves reseñas donde se introduzcan las categorías y conceptos fundamentales sobre las armas química y nuclear. Una propuesta preliminar se presenta a continuación.

### *Breve reseña sobre el arma química*

El arma química formó parte del arsenal militar solo a partir de la Segunda Guerra Mundial [6]. En el concepto de arma química se incluyen las sustancias tóxicas, así como sus medios de empleo, destinados a afectar al personal, la flora, la fauna y el medioambiente. La base del arma química la componen las sustancias tóxicas de combate.

Se denominan sustancias tóxicas a aquellos compuestos químicos que por su acción provocan la afección de los sistemas vitales del organismo o de algunos de ellos, los cuales se utilizan para el aniquilamiento o sacar fuera de combate la fuerza viva del enemigo.

La afección por las sustancias tóxicas puede ocurrir por diferentes vías:

- Mediante la respiración de sustancias tóxicas con el aire contaminado (inhalación).
- Mediante la penetración de sustancias tóxicas al organismo a través de la piel (resorción).
- Mediante el contacto directo sobre la piel (vesicante).
- Mediante el contacto sobre los órganos de la vista, provocando la contracción de la pupila (miosis), infección de la mucosa de los ojos (conjuntivitis o lagrimeo).

También pueden producirse afecciones a través del tracto intestinal por ingestión de alimentos o agua contaminada, por penetración de las sustancias tóxicas a través de las heridas.

### *Breve reseña sobre el arma nuclear*

Es el medio más potente de exterminio en masa, cuyas propiedades destructivas se fundamentan en el aprovechamiento de la energía que se desprende durante las reacciones nucleares (de fusión) o termonucleares (de síntesis o fusión) e incluye las municiones nucleares y los medios para su empleo [6].

La explosión nuclear se produce en millonésima de segundo y se acompaña con el desprendimiento de una colosal cantidad de energía en forma de calor y radiaciones radioactivas.

Los factores destructivos del arma nuclear son:

- La onda de choque
- La radiación luminosa
- La radiación penetrante
- La contaminación radioactiva
- El impulso electromagnético

Cada uno de estos factores actúa de una forma característica, según sus propiedades destructivas. La acción simultánea de varios factores destructivos provoca lesiones combinadas en el personal y la destrucción de las construcciones e instalaciones, la técnica, el armamento y otros medios materiales, así como alteraciones en el medio circundante.

Al conjunto de factores y condiciones que surgen cuando se han asestado golpes nucleares o cuando se producen accidentes en objetivos radiológicos, que provocan la contaminación radioactiva y exposición a las radiaciones se le denomina situación radiológica.

### *Ejemplos de actividades de aprendizaje*

Para implementar las actividades se seleccionaron los temas Tabla Periódica y Enlace Químico y Cinética Química, de la asignatura Química General; de Química Inorgánica se escogió el tema “Estudio de los elementos representativos”.

Los ejemplos seleccionados responden a los objetivos educativos de familiarizar a los estudiantes con el riesgo que pueden tener las sustancias tóxicas para la salud humana y elevar su preparación en cuanto a la protección ante cualquier peligro de desastre, como dimensión de la seguridad nacional. También, motivar a los estudiantes a prestarle importancia a las asignaturas de la disciplina Preparación para la Defensa, mostrándoles el vínculo que tiene con las asignaturas del currículo propio de la carrera que eligieron por vocación.

A continuación se detallan algunos ejemplos de las actividades de aprendizaje diseñadas.

***En la asignatura de Química General***

Tema: Tabla Periódica y Enlace Químico

*Actividad dirigida a la autopreparación para el estudio del subtema “Relaciones periódicas de los elementos”*

La presencia de Cs137, componente de la lluvia radioactiva, puede causar en el hombre afecciones de las partes blandas del cuerpo, en particular de los músculos [7]. La Defensa Civil se concibe como un sistema de medidas defensivas de carácter estatal, llevadas a cabo en tiempos de paz y durante las situaciones excepcionales, con el propósito de proteger a la población y los recursos económicos. Se sustenta en la Ley n.º 75 de la Defensa Nacional y en el Decreto-Ley n.º 170 del Sistema de Medidas de Defensa Civil. Entre las medidas de Defensa Civil que se cumplen para la protección de la población se encuentran: el aviso, la protección en obras ingenieras y mediante medios individuales, la evacuación hacia zonas seguras, la observación y el control de la contaminación química, radioactiva y biológica.

1. Investigue qué fenómeno puede causar la lluvia radioactiva.
2. ¿Por qué el Cs 137 se incorpora con facilidad a los organismos vivos?
3. Realice una lectura atenta y reflexiva de los siguientes textos:
  - Chang Raymond: Química. Vol. 2, cap. 8, epíg. 8.1.
  - León Rafael: Química General, pág. 492.
- 3.1. Describa cronológicamente los diferentes intentos de clasificación periódica de los elementos químicos.
- 3.2. Señale los aportes y limitaciones más relevantes de cada uno de ellos.
- 3.3. ¿En qué consistió la genialidad y la audacia de D. I. Mendeléiev al proponer su Tabla Periódica?
- 3.4. ¿Qué importancia le merece el conocimiento de la Tabla Periódica?
4. A partir de los conocimientos adquiridos acerca de la Tabla Periódica, explique la variación de las propiedades atómicas (radio atómico, radio iónico, energía de

ionización, electroafinidad) en un grupo y un período de la Tabla Periódica. Ponga ejemplos.

Tema: Cinética Química.

Actividad dirigida al desarrollo de ejercicios orientados a lograr que los alumnos sean capaces de relacionar la ley de velocidad de una reacción química y las consecuencias del uso del arma nuclear.

*Resuelva los problemas siguientes:*

**Problema n.º 1:** El plutonio-239, radioactivo ( $t_{1/2} = 2,44 \cdot 10^5$  años se utiliza en reactores nucleares y en bombas atómicas. Si hay  $5,0 \cdot 10^2$  g del isótopo en una pequeña bomba atómica ¿cuánto tiempo tardará en desintegrarse la sustancia hasta  $1,0 \cdot 10^2$  g, que es una cantidad demasiado pequeña para una bomba eficaz? [8].

**Problema n.º 2:** En la industria nuclear, los trabajadores utilizan como regla de oro que la radioactividad de cualquier muestra es inofensiva después de diez vidas medias. Calcule la fracción de una muestra radioactiva que permanece después de este período [8].

Consulte y mencione medidas de Defensa Civil que permitan la protección de la población ante una contaminación radioactiva.

### *En la asignatura de Química Inorgánica*

Tema: Estudio de los elementos representativos

Actividad dirigida a la preparación del seminario “Estudio de los elementos del grupo 15 y sus compuestos”. En esta se incorpora el estudio del amoníaco desde el punto de vista toxicológico para la salud, la industria y la defensa del país.

Actividad para discutir en la clase práctica “Estudio de los elementos del grupo 14 y sus compuestos”:

- El monóxido de carbono y el dióxido de carbono provocan la muerte por asfixia en los seres humanos. Investigue las causas de muerte asociadas a cada sustancia.
- El 21 de agosto de 1986, el lago Nyos, en Camerún, África, de manera repentina arrojó una densa nube de dióxido de carbono que llegó rápidamente al valle, donde asfixió a alrededor de 1 700 personas y muchos animales [8]. Investigue



las causas de esta tragedia. ¿Qué medidas de la Defensa Civil son las apropiadas para prevenir una tragedia semejante?

- El cianuro de hidrógeno (HCN) es un compuesto de alta toxicidad que ha sido relegado a un segundo plano por los neurotóxicos, aunque no por ello se ha dejado de utilizar. No hay datos del uso del cianuro en el combate, pero existen evidencias de su uso por parte de Iraq en la guerra contra los kurdos en la década de los 80. Asimismo, fue el elemento usado en las cámaras de gas nazis, aunque con otro nombre: ZIKLON B o ácido prúsico. En la actualidad, este líquido mezclado con agua es el responsable de las ejecuciones en la cámara de gas en las sentencias a muerte en EE.UU. [9]. Investiga qué afecciones provoca en el organismo del ser humano, que lo caracterizan como una sustancia extremadamente venenosa. No existe antídoto para el envenenamiento con cianuro de hidrógeno, pero existe un mecanismo de defensa del organismo, ¿cuál es?
- La primera vez que se empleó el gas mostaza fue en el transcurso de la 1ª Guerra Mundial por parte de los alemanes, en Ypres, por lo que también recibe el nombre de iperita, causa graves daños en la piel, ojos y pulmones [9]. Investiga el nombre según la nomenclatura química de este compuesto y escribe su fórmula. ¿Qué elementos químicos presentes en su composición son la causa esencial de sus afecciones al cuerpo humano? En caso de ser afectado, ¿cuáles son los primeros auxilios que se deben aplicar?

Durante la preparación de este trabajo fueron identificados otros ejemplos a tener en cuenta para la preparación de actividades: sustancias desgasificadoras de reacción oxidante (cloruro de calcio, hipoclorito de calcio), sustancias desgasificadoras de carácter básico/alcalino (hidróxido de sodio, amoníaco).

Después de la implementación de las actividades sugeridas en este trabajo y teniendo en cuenta los resultados alcanzados, medidos en encuestas sobre el nivel de motivación logrado en las asignaturas de la disciplina Preparación para la Defensa, se propone ampliar el número de actividades a través de la inclusión de los nuevos ejemplos identificados.

## Conclusiones

*Las tareas en las asignaturas de Química General y Química Inorgánica tributan al logro de la interdisciplinariedad con las asignaturas Seguridad Nacional y Defensa Nacional, al abordar el estudio de sustancias tóxicas, elemento vinculante con los contenidos de la Defensa Civil y con las dimensiones de la Seguridad Nacional: la seguridad ambiental y la seguridad contra desastres.*

*Como resultado de este trabajo se proponen tres actividades de aprendizaje, para lograr la interdisciplinariedad de las disciplinas analizadas y lograr la motivación de los estudiantes desde asignaturas precedentes.*

## Referencias bibliográficas

1. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR, *Modificación del programa de la disciplina de Preparación para la Defensa*, Informe Dictamen 123/09, La Habana, Ministerio de Educación Superior, 2009.
2. ASAMBLEA NACIONAL DEL PODER POPULAR, *Ley de Seguridad y Defensa Nacional*, La Habana, CID-FAR, 2008.
3. MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIOAMBIENTE, CIGEA, *Estrategia Nacional de Educación Ambiental 2010-2015*, Cuba [consulta: 2014-7-12], Disponible en: <[www.cuba.cu/cigea/enea.htm](http://www.cuba.cu/cigea/enea.htm)>.
4. CONSEJO DE DEFENSA NACIONAL, *Directiva No 1 del Presidente del Consejo de Defensa Nacional para la Reducción de Desastres*, La Habana, CID-FAR, 2010.
5. CEBALLOS, C., et al., *Sistema de Medidas de la Defensa Civil para los Estudiantes de los Centros de Educación Superior*, La Habana, Ed. Félix Varela, 2006.
6. STOKER, H. S.; SEAGERS, L., *Química Ambiental: Contaminación del aire y del agua*, Barcelona, Ed. Blume, 1981.
7. CHANG, R.; COLLEGE, W., *Química*, EE.UU., McGraw-Hill Interamericana Editors, S.A de C.V., 2002.
8. RODRÍGUEZ, J., *La Química como Armamento* [consulta: 2014-1-25], Disponible en: <[www.ehu.es/zorrilla/juanma/ARMAS/ARMAMENTO.pdf](http://www.ehu.es/zorrilla/juanma/ARMAS/ARMAMENTO.pdf)>.