



## LA INTERDISCIPLINARIEDAD ENTRE LA QUÍMICA Y LAS CIENCIAS BÁSICAS BIOMÉDICAS

**Autores:** Grettel Galiano Guerra<sup>1</sup>, Vilma Kenia Fondén Rivero<sup>2</sup>, Claudia María Leyva Galiano<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Química, Formación General,

<sup>2</sup> Química, Formación General,

<sup>3</sup> Estudiante de medicina.

Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Granma, Granma, Cuba.

grettel.luis@gmail.com

### RESUMEN

Introducción: La formación de especialistas en las Ciencias Básicas Biomédicas (CBB) requiere un tratamiento interdisciplinar en el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) de la Química General, caracterizado por un pensamiento favorecedor, flexible, dinámico y de comprensión de la realidad contemporánea mundial, condiciones histórico-sociales concretas y contextos educativos<sup>1</sup>. Planteándonos como objetivo: Argumentar la necesidad de desarrollar el PEA de Química General en la formación de especialistas en CBB con enfoques interdisciplinarios.

Desarrollo: Se realizaron revisiones bibliográfica relacionadas con la enseñanza de la química de manera interdisciplinaria, la interdisciplinariedad en la formación del personal de la salud y el sistema de conocimientos del programa de formación de especialistas de las CBB, con la finalidad de concebir un sistema de enseñanza interdisciplinario para la asignatura Química General, permitiendo incorporar en cada tema el análisis de compuestos inorgánicos con aplicación en salud, sistemas de ejercicios y prácticas de laboratorio atendiendo a la salida de la profesión.

Conclusiones: La concepción metodológica interdisciplinar permite transformar la enseñanza de la Química General, lograr mayor integración de los conocimientos al aplicar la relación estructura-propiedad-función de las sustancias químicas que intervienen en los procesos bioquímicos, fisiológicos, anatómicos y farmacológicos.

**Palabras clave:** química, interdisciplinariedad, ciencias básicas biomédicas



## INTRODUCCIÓN

La Educación Superior posee el reto de la preparación del hombre para enfrentar el desarrollo de la ciencia de manera que permita la apropiación de los contenidos con concepciones didáctico-metodológicas que propicien una sólida formación de los estudiantes. En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General la interdisciplinariedad supone un modelo donde no existan conocimientos adicionales sino que permita establecer relaciones de conocimientos, habilidades, hábitos, normas de conducta, en una totalidad no dividida y en permanente cambio <sup>2, 3</sup>.

La disciplina Química, de conjunto con la Biología y la física, aportan las bases teóricas y preparan al residente de las Ciencias Básicas Biomédicas para la apropiación de los saberes de las disciplinas del ejercicio de la profesión, el estudio de la Química reviste gran importancia para comprender los diferentes procesos biológicos y físicos que ocurren en el hombre, sin embargo, no siempre se aprovechan todas las potencialidades que le permita encontrar a los médicos su carácter utilitario en el desempeño de su profesión. Caballero (2007), plantea "la química, la biología, la geografía... están relacionadas entre sí que se hace difícil diferenciar los límites entre ellas, formándose ramas como la Química Orgánica, la Bioquímica<sup>4</sup>.

Investigaciones realizadas sobre la Didáctica de la Química, la interdisciplinariedad de la química general con las carreras de salud, y los resultados divulgados en eventos nacionales e internacionales en el contexto de la universidad médica son escasos, sin embargo estudios revelan la importancia de la relación interdisciplinaria de la química con las carreras de salud, como las investigaciones: "The Importance of General Chemistry in Medical Education: A Survey of Medical School Admissions Deans and Chemistry Department Chair" (en 2014 por Linda C)<sup>5</sup>, "Teaching Chemistry to Nursing Students: A Review of the Literature and Recommendations" (en 2017 por Rasha M)<sup>6</sup>.

La investigación de Bonet-Avilés (2017), El enfoque interdisciplinario a través de una Alternativa Didáctica en la Química General I, evidenció que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura, en ocasiones, las tareas docentes se



limitan a salir de lo tradicional, y predomina el contenido de la asignatura, sin aprovecharse las potencialidades para establecer nexos con otras asignaturas en correspondencia con las necesidades de aprendizaje, constituyendo un señalamiento las tareas docentes con un limitado carácter interdisciplinario <sup>2</sup>. Un acercamiento factico al PEA de Química General para los residentes de las Ciencias Básicas Biomédicas evidencia similar comportamiento, coincidiendo con la investigación de Bonet en emplear una concepción interdisciplinar para la enseñanza del sistema de conocimientos de esta rama de la química.

La investigación de Kieran F (2018) "Pharmacy Students Perceptions of the Importance of General Chemistry Topics in their Profesional Curriculum"<sup>7</sup>, revela la importancia de la química general en la formación de los estudiantes de farmacia; en Cuba la investigación de Dueñas Pérez y colectivo de autores (2021), revelaron la efectividad del enfoque interdisciplinar en el PEA de la asignatura Farmacología para estudiantes de 1er año de ciencias médicas, al proporcionar mayor motivación e integración de los contenidos <sup>8</sup>, lo anterior revela la importancia de las relaciones interdisciplinarias en la enseñanza, considerándose entonces la asunción del enfoque interdisciplinar en la enseñanza de la Química General para los residentes de las Ciencias Básicas Biomédicas, lo anterior expuesto permite declarar como objetivo: Argumentar la necesidad de desarrollar el PEA de Química General en la formación de especialistas en Ciencias Básicas Biomédicas con enfoques interdisciplinarios.

## **DESARROLLO**

Los bioelementos son elementos químicos indispensables para la vida, pues forman las diferentes estructuras que hacen posible que se lleven a cabo procesos vitales en los seres vivos.

Estos elementos se encuentran en la tabla periódica y forman parte de otros compuestos, por sus propiedades químicas permiten la formación de moléculas más complejas que constituyen y mantienen a los organismos vivos. El cuerpo humano está constituido por cuatro principales elementos químicos: <sup>9, 10,11, 12</sup>

- El oxígeno, con 65%
- El carbono, con 18.5%
- El hidrógeno, 9.5%



- El nitrógeno, 3.3%

El ser humano está formado de sistemas, algunos de ellos son: sistema óseo, sistema respiratorio, sistema digestivo, por mencionar algunos. A su vez, los sistemas están conformados de órganos, como son: el hígado, el páncreas, el corazón, el cerebro, entre otros<sup>11, 12</sup>.

Los órganos están constituidos de tejidos como pueden ser: el tejido adiposo, nervioso, muscular, etc. Los tejidos están hechos de células, algunas de sus partes son: el núcleo, citoplasma, membrana, etc. Las diferentes partes de la célula están hechas de moléculas o biomoléculas, como las proteínas, los carbohidratos, lípidos y estas biomoléculas están compuestas por elementos químicos, también conocidos como bioelementos, es muy importante conocer cuáles son y cómo se clasifican. Los bioelementos, para su estudio, se clasifican en elementos primarios, secundarios y terciarios<sup>11, 12, 13, 14</sup>.

Los elementos primarios son: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre. Se requieren para formar biomoléculas de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Estos elementos químicos ocupan aproximadamente 96% de la masa total del cuerpo <sup>11,12, 13, 14</sup>.

Los bioelementos secundarios se encuentran en menor proporción que los primarios y, entre ellos, un elemento químico que se encuentra principalmente en los lácteos, que fortalece los huesos y los dientes, el calcio, este elemento secundario aporta aproximadamente 1.5% de la masa total en el cuerpo. <sup>(11-12)</sup>

El sodio, el potasio, el cloro y el magnesio intervienen en forma de iones en la distribución del agua en las células <sup>11,12, 13, 14</sup>.

Los oligoelementos o elementos terciarios. Se les llama así debido a que su cantidad en los seres vivos es muy poca, sin embargo, no por eso son menos importantes. Los principales son:

El hierro, presente en la sangre para producir las proteínas hemoglobina y mioglobina que transportan el oxígeno. La hemoglobina se encuentra en los glóbulos rojos y la mioglobina en los músculos.

El yodo, participa en la síntesis de hormonas en la glándula tiroides para evitar su inflamación.

El litio ayuda a regular el ciclo del sueño y el estado de ánimo.



El zinc y el cobre cumplen una gran variedad de funciones importantes en el metabolismo, en la proliferación celular y en los procesos de óxido-reducción<sup>11,12, 14</sup>

Considerando lo anterior y que los procesos metabólicos y fisiológicos que ocurren en el hombre, los nutrientes, los medicamentos que se prescriben para el tratamiento de diversas enfermedades, los reactivos empleados para el diagnóstico de determinadas patologías, son compuestos químicos, algunos derivados de fuentes naturales (plantas), otros productos de síntesis, se instrumentó el estudio de la Química General en el plan de formación de los especialistas en ciencias básicas biomédicas (anatomía, fisiología, embriología, histología, farmacología y bioquímica). El programa vigente de Química General se estableció en 2010, con la finalidad de brindar conocimientos básicos de la estructura de las sustancias, propiedades de los elementos y enlaces químicos; de enfocar las reacciones químicas desde el punto de vista cinético, estequiométrico y condiciones para el establecimiento del equilibrio químico en los procesos biológicos, así como para la consolidación de habilidades en la preparación de soluciones de distintas concentraciones<sup>15</sup>.

Sin embargo, para enseñar Química es necesario adquirir una visión holística e interdisciplinaria del comportamiento químico y fisiológico de esta ciencia y con ese fundamento considerar entonces los principios y las bases teóricas de los temas. Detectando que el sistema de conocimientos y las orientaciones metodológicas que brinda el programa de Química General que se imparte a los residentes de Ciencias Básicas Biomédicas, presentan insuficiencias como:

1. Densidad de contenido.
2. Insuficiente tiempo presencial con los estudiantes.
3. No incluye en el contenido los compuestos químicos con aplicación en sus especialidades y por consiguiente carece de la relación estructura-propiedad-función de los mismos.
4. Insuficiente orientación metodológica para desarrollar cada tipo de clase (clase práctica, seminarios y prácticas de laboratorio).
5. No establecen nexos interdisciplinarios entre la química con las disciplinas de su especialidad como: fisiología, bioquímica, farmacología, anatomía, etc.



6. La bibliografía básica que se propone no se encuentra al alcance de estudiantes y profesores.
7. Insuficiente bibliografía que responda a la salida de los profesionales de las especialidades de las Ciencias Básicas Biomédicas.

Como regularidades detectadas en el análisis documental, que constituyen limitaciones se declaran:

1. Los residentes de las ciencias básicas biomédicas manifiestan no ver la importancia de la Química General en su formación postgraduada, ni la relación interdisciplinaria que presenta.
2. Los textos que utilizan contienen las explicaciones teóricas que sustentan el estudio de la Química General, sin embargo, no explicitan la relación estructura-propiedad-función de sustancias químicas con aplicación en sus especialidades o de forma general en salud.
3. El programa de Química General que reciben los residentes en Ciencias Básicas Biomédicas debe consolidar las habilidades en la preparación de soluciones de distintas concentraciones y formas de expresar las mismas, sin embargo las orientaciones metodológicas no explicita en soluciones de empleo en salud.

Lo anterior nos permite plantear que el contenido abordado sobre Química General en el programa debe basarse, en la pertinencia, la utilidad y en la significación social, así como en la proximidad de estos con los intereses del futuro especialista, teniendo como principal premisa lo que aportan a la formación integral del profesional de salud, de esta forma debe sustituirse la concepción de enseñar más conocimiento por la de enseñar bien lo esencial del conocimiento teniendo en cuenta la competencia profesional.

Para la concepción metodológica interdisciplinaria del sistema de conocimientos del programa de Química General se emplearon métodos del nivel empírico y teórico como:

La observación directa y abierta a las formas de organización del proceso docente.

Histórico lógico para el análisis y caracterización del programa Química General para las Ciencias Básicas Biomédicas en Cuba, así como las tendencias actuales e investigaciones realizadas con respecto al proceso de enseñanza



aprendizaje y la interdisciplinariedad entre la química general y las ciencias de la salud.

Análisis y síntesis en toda la revisión de artículos científicos, libros y folletos relativos al proceso enseñanza aprendizaje de la química, la interdisciplinariedad entre la química general y las ciencias de la salud, elementos y sustancias químicas que intervienen en el funcionamiento de los organismos vivos, así como otros con acción farmacológica, con el objetivo de descubrir las relaciones que se manifiestan entre los diferentes elementos de análisis y los documentos que rigen el trabajo en la formación de especialistas en las ciencias básicas biomédicas.

Inducción–deducción para determinar la correspondencia entre las necesidades actuales de los residentes en las ciencias básicas biomédicas, su perfil ocupacional y modo de actuar del graduado.

El programa cuenta con 96 horas presenciales distribuidas en 9 temas (Teoría atómica moderna, Tabla periódica, Enlace químico, Gases y Cambio de estado, Disoluciones y propiedades coligativas, Estequiometría, Cinética Química, Equilibrio químico y Oxidación Reducción), con un sistema de evaluación a través de preguntas de control en clases durante las conferencias y evaluaciones en seminarios y prácticas de laboratorio; una prueba intrasemestral y un examen final <sup>15</sup>.

A partir de los análisis realizados a investigaciones relacionadas con la enseñanza de la química de manera interdisciplinaria, la interdisciplinariedad en la formación del personal de la salud, el análisis de la relación estructura-propiedad-función de elementos y sustancias químicas que intervienen en procesos metabólicos, fisiológicos, anatómicos, embriológicos o con acción farmacológica y el sistema de conocimientos del programa de formación de especialistas de las CBB se propone incorporar al sistema de conocimiento de cada tema del programa de Química General sistemas de ejercicios y prácticas de laboratorio atendiendo a la salida de la profesión, todos con enfoque interdisciplinario.



A continuación se ofrece la tabla #1 que muestra algunos elementos o sustancias químicas que pueden utilizarse para el tratamiento del sistema de conocimientos del programa <sup>11, 12,13, 14, 16, 17</sup>.

Tabla# 1: ELEMENTOS y SUSTANCIAS QUÍMICAS CON APLICACIÓN EN SALUD

| Nombre y fórmula                                    | Potencialidades  | Aplicación en salud   |
|---|--|---|
| Sodio (Na)  | Electrolitos, que se encuentran en sangre, orina, tejidos y otros líquidos del organismo | Participan en las reacciones bioquímicas y procesos celulares que ayudan a mantener la Homeostasis<br>Ayudan a regular el funcionamiento de los nervios y los músculos, mantener el equilibrio ácido-base<br>Actúan como conductores eléctricos |
| Potasio (K)   |  |   |
| Magnesio (Mg)                                       |  |   |
| Calcio (Ca)   |  |   |
| Cloro (Cl)  |  |   |
| Hidrogenocarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) |  |   |
| Oxígeno (O <sub>2</sub> )                           | Gas, ocupa el 65% del cuerpo, tiene un rol fundamental en la producción de energía       | Indispensable en el proceso de respiración, mejora el sistema inmunológico, acelera la cicatrización, mejora la memoria, maximiza el rendimiento físico   |
| Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )               | Gas  | Agente de Insuflación en cirugías laparoscópicas.<br>Agente de contraste en Radiología.<br>En láser de CO <sub>2</sub><br>Agente para ventilación en cirugías.<br>En tratamiento de heridas craneales y úlceras agudas                          |



|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | y crónicas.<br>En tratamientos estéticos.<br>En tratamiento de problemas circulatorios<br>Producto del ciclo de Krebs   |
| Agua (H <sub>2</sub> O)  | Disolvente universal<br>Representa entre 70-80% del material celular                       | Interviene en todas las funciones celulares   |
| Para el estudio de las disoluciones                                |  |   |
| Cloruro de sodio (NaCl)  | solución al 0.9 %<br>suero fisiológico   | descongestionante nasal y en hidratación  |
| Yoduro de potasio (KI)   | solución<br>100 g de sal<br>H <sub>2</sub> O csp 100mL                                     | Expectorante salino, en la bronquitis y asma  |
| Sulfato de magnesio (MgSO <sub>4</sub> )                           | solución al 33%  | Purgante salino, antiflogístico   |
| Cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> )                             | Solución<br>20 g de sal<br>H <sub>2</sub> O csp 1000mL                                     | Diurética y acidificante  |
| Yodo (I <sub>2</sub> )   | Solución Lugol<br>I <sub>2</sub> ----50g<br>KI-----100g<br>H <sub>2</sub> O csp---- 1000mL | Antibacteriano antifúngico  |
| Etanol (alcohol etílico)<br>CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - OH | Disolvente,<br>desinfectante,<br>preservo y permite extraer principios activos de plantas  | (En Podología)<br>Alcohol tanino al 5% como astringente y prevención de escaras.<br>Ácido salicílico al 1% como antifúngico.<br>Terapiafísica-Rehabilitación)<br>Solución de mentol y |



|   |              |  |
|---|--------------|--|
|   |              | alcanfor vasodilatador periférico<br>(En MNT)<br>Jarabe de copal, orégano, eucalipto, etc.   |
| Ácido 2-hidroxiopropanoico<br>(Ácido láctico)<br>$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CO}_2\text{H} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ | Acidificante | (En Podología)<br>solución al 16.5% para eliminar verrugas y pequeños tumores cutáneos.<br>(En Ginecología)<br>Solución al 85% como acidificante vaginal.<br>soluciones al 10% como agente bactericida para la piel de los recién nacidos. |

En correspondencia con la revisión bibliográfica realizada se proponen ejemplos para el estudio de determinados temas:

Ejemplo #1: Paciente que acude a cuerpo de guardia por presentar varios vómitos, al interrogatorio refiere tener sed, náuseas y fatiga física, al examen clínico presenta sequedad de las mucosas, al pellizcar la piel sin clavar la uña, se queda la marca, mostrando signos de deshidratación, administrándosele suero Ringer (compuesto por Lactato de sodio, Cloruro de sodio, Cloruro de potasio y Cloruro de calcio dihidratado) <sup>18</sup>, si el Na tiene Z= 11 y el Cl Z= 17

- Represente la distribución electrónica por la notación  $n l^x$
- Identifique a qué grupo y período de la Tabla Periódica pertenecen.
- ¿Cómo es la concentración de estos iones en los líquidos intra y extracelular? ¿Qué función desempeña el  $\text{Na}^+$  en el organismo?
- Entre el Na y el Cl ¿Cuál presenta mayor electroafinidad? Explique
- El Potasio (K) presenta número atómico 19, compare las propiedades periódicas de carácter metálico y electronegatividad con el sodio.



- f) Represente la fórmula química del cloruro de potasio. Identifique el enlace químico.
- g) En qué otras situaciones de salud se indica el suero Ringer. Explique
- h) Es posible utilizar el suero Ringer en la alcalosis metabólica. Explique
- Ejemplo #2: El Lugol por su afinidad con el glucógeno de las células epiteliales se emplea en la tinción durante el procedimiento ginecológico de colposcopia

Solución Lugol <sup>17</sup>

I<sub>2</sub>..... 50g  
KI..... 100g  
H<sub>2</sub>O destilada csp.....1000mL

- a) Represente la distribución electrónica por la notación nI<sup>x</sup> si Z<sub>0</sub>=8 y Z<sub>I</sub>=53
- b) Identifique a qué grupo y período de la Tabla Periódica pertenecen
- c) Nombre las sustancias que componen la solución
- d) Identifique el enlace químico en cada una
- e) ¿Qué otras aplicaciones farmacológicas presenta la solución Lugol?

Ejemplo # 3: Disoluciones y propiedades coligativas: La solución de NaCl al 0.9 % es una solución utilizada como descongestionante nasal

- a) ¿Qué tipo de sistema disperso constituye el cloruro de sodio (NaCl) al 0,9%?
- b) ¿Qué características presenta este sistema disperso?
- c) Represente gráficamente la curva de solubilidad del NaCl si:

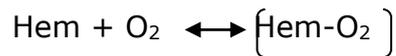
| Temperatura (°C) | Coefficiente de solubilidad (g de sal en 100g de H <sub>2</sub> O) |
|------------------|--|
| 0                | 10   |
| 10               | 15   |
| 20               | 20   |
| 30               | 25   |
| 40               | 30   |

- d) Clasifique la disolución de NaCl al 0,9% en saturada, no saturada o sobresaturada
- e) ¿Cuántos gramos de NaCl se necesitan para saturar 100g de H<sub>2</sub>O a 40 °C?
- f) ¿Cómo varía la solubilidad del NaCl con el aumento de la temperatura?



g) ¿Cuántos gramos de NaCl se necesitan para preparar 500g de disolución al 0,9%?

Ejemplo # 4: Equilibrio químico: La Hemoglobina tiene una estructura compleja cuyo ión central es el  $\text{Fe}^{2+}$  y es la encargada de transportar el oxígeno para la respiración celular mediante la formación de oxihemoglobina según la ecuación<sup>14</sup>:



a) Escriba la Ley de acción de masas para el sistema en equilibrio.

b) ¿Qué indica el elevado valor de la constante de equilibrio?

c) ¿Qué consecuencias tendrá para la concentración de oxihemoglobina en el equilibrio los siguientes hechos?

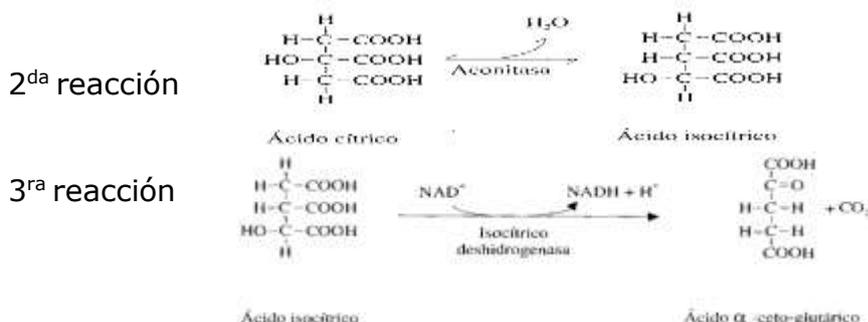
- Disminución de la concentración de oxihemoglobina en la sangre debido a la anemia
- Déficit de  $\text{O}_2$  (hipoxia) en la sangre a grandes alturas.

d) En los 2 casos anteriores el individuo se fatiga con facilidad ¿Por qué?

e) A grandes alturas uno de los mecanismos de adaptación consiste en aumentar la producción de hemoglobina. Explique que reacción se favorece.

En el tema 10: Oxidación Reducción, se puede realizar el análisis a partir de reacciones de oxidación-reducción que se desarrollan en el cuerpo humano y que permiten el correcto desempeño fisiológico y metabólico <sup>19,20,21</sup>, se puede seleccionar para el análisis una de las 4 reacciones redox del ciclo de Krebs, reacciones de la cadena de transporte de electrones, o del proceso de glucólisis <sup>20</sup>.

Ejemplo: El ciclo de Krebs, es la vía degradativa final del metabolismo de glúcidos, aminoácidos y ácidos grasos, de gran significado biológico, a continuación le ofrecemos la segunda y tercera reacción:



a) Clasifique las reacciones en redox o no. Explique

b) Identifique el agente oxidante y agente reductor en caso posible.

c) ¿Qué otras reacciones del ciclo son redox?



d) ¿Qué importancia tiene esta vía metabólica?

La revisión bibliográfica y los ejemplos propuestos permiten

Los autores certifican la autenticidad de la autoría declarada, así como la originalidad del texto.

### **CONCLUSIONES**

La concepción metodológica interdisciplinaria permite transformar la enseñanza de la Química General, lograr mayor integración de los conocimientos al aplicar la relación estructura-propiedad-función de las sustancias químicas que intervienen en los procesos bioquímicos, fisiológicos, anatómicos y farmacológicos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Pereira Almaguer Y, Díaz Castillo RA, Pérez Leyva G. EL ENFOQUE PROFESIONAL INTERDISCIPLINAR EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA CARRERA LICENCIATURA EN EDUCACIÓN, ESPECIALIDAD BIOLOGÍA-QUÍMICA EL ENFOQUE INTERDISCIPLINAR EN LA LICENCIATURA EN EDUCACIÓN, BIOLOGÍA-QUÍMICA. Didáctica y Educación [revista en Internet] 2016 septiembre-diciembre. [acceso 18 de mayo de 2023]; 7(2): 2224-2643. Disponible en: <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/474>
2. Bonet Avilés L. EL ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO A TRAVÉS DE UNA ALTERNATIVA DIDÁCTICA EN LA QUÍMICA GENERAL I. ROCA [revista en Internet] 2017 abril-junio. [acceso 18 de mayo de 2023]; 13(2):2074-0735. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewj67Jzw6JrAhUttYQIHZCACroQFnoECAwQAQ&url=https%3A%2F%2Fdiainet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6759758.pdf&usq=AOvVaw3uHIjfpUXtT32bGqEJIrjv>
3. Viera Maynard D, de los Ángeles Varela M, Henryman Munilla E. Consideraciones interdisciplinarias desde la química para la formación del profesor de biología. UCPEJV [revista en Internet] 2021. [acceso 20 de mayo de 2023]; 13(2). Disponible en: <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rJEdu/article/view/1229/1607>



4. Caballero M. Biología y Química. [monografía en Internet]. México; 2007. [acceso 20 de may 2023]. Disponible en: [https://www.cio.mx/cap\\_2\\_Biologia\\_y\\_Quimica](https://www.cio.mx/cap_2_Biologia_y_Quimica)
5. Columbus L. The Importance of General Chemistry in Medical Education: A Survey of Medical School Admissions Deans and Chemistry Department Chair. Journal of Chemical Education [revista en Internet] 2018 [acceso 18 de mayo de 2023]; 9(3). Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed400763c>
6. Rasha M. Teaching Chemistry to Nursing Students: A Review of the Literature and Recommendations. Journal of Chemical Education [revista en Internet] 2017 [acceso 18 de may 2023]. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.6b00237>
7. Lim Kieran F. Pharmacy Students Perceptions of the Importance of General Chemistry Topics in their Profesional Curriculum, Pharmacy Education. [monografía en Internet]; 2018 [acceso 23 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://pharmacyeducation.fip.org/pharmacyeducation/article/view/596>
8. Dueñas Pérez Y, Ramos Cedeño AM, Barios Romero B, Ramírez Pérez A, Cisneros Nápoles YD, Hernández López MA. Propuesta metodológica con enfoque interdisciplinar para la enseñanza aprendizaje del contenido teoría del receptor farmacológico en la carrera de medicina. MediSur [revista en Internet] 2021. [acceso 23 de may 2023]; 19(1). Disponible en: <https://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/4763>
9. Argote Cruz JJ, Sánchez Verdecia LA & Escobedo Sierra JL. Interdisciplinariedad entre la Química y la Fisiología Vegetal. Pasos metodológicos. Roca [revista en Internet] 2021 [acceso 8 de jun 2023]; 17(1): 536-551. Disponible en: <https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/2245>
10. Fernández Terra ZM, García González MC. Tareas integradoras interdisciplinarias desde la Química Básica y Orgánica en la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Cubana de Química [revista en Internet] 2018 [acceso 8 de jun 2023]; 30 (2). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-54212018000200014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000200014)
11. Unitips [sede Web]. México; 2023 [acceso 23 de ab 2023]. Composición química de las células. Disponible en: <https://blog.unitips.mx/composicion-de-las-celulas#>



12. Nueva escuela Mexicana Digital [sede Web]. México; 2022[acceso 8 de jun 2023]. ¿De qué elementos químicos estamos formados los seres vivos?. Disponible en: <https://nuevaescuelamexicana.sep.gob.mx/detalle-ficha/3761/>
13. Torres M. Qué son los electrolitos y por qué son importantes para hidratarse. 2023 [acceso 10 de ab 2023]. Redacción Nacional CONECTA. Disponible en: <https://conecta.tec.mx/es/noticias/nacional/salud/que-son-los-electrolitos-y-por-que-son-importantes-para-hidratarse>
14. Comendeiro Torres IE, Gorrita García N, Suárez Vázquez RL, Wong Ruíz A, Rodríguez Jiménez A, Díaz Vázquez M et al. Química Curso Pre-Médico. 3a Ed. Caracas; 2006 [citado 17 de jul 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-las-ciencias-de-la-salud-hugo-chavez-frias/quimica/quimica-libro-texto-1-pre-medico/39400602>
15. Ministerio de Salud Pública. Programa de Química General. Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. La Habana, Cuba. 2010
16. Alfonso Orta I, Alonso Carbonell L, Alonso Galván P, Broche Villareal L, Calvo Barbado DM, Cruz Barrios MA et al. Formulario Nacional de Medicamentos. 3a ed. Cuba: Editorial Ciencias Médicas; 2014 [acceso 5 de sep 2023]. Disponible en: <https://instituciones.sld.cu > files > 2018/01>
17. Ministerio de Salud Pública. Guía Terapéutica Dispensarial de Productos Químicos y de Fuentes Naturales. La Habana: MINSAP, 1992
18. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. PROSPECTO SUERO RINGER LACTATO VITULIA. [acceso 5 de sep 2023]. Disponible en: [https://cima.aemps.es/cima/dochtml/p/60430/P\\_60430.html](https://cima.aemps.es/cima/dochtml/p/60430/P_60430.html)
19. Saforo Amponsah P. Las reacciones redox celulares: la química de la vida. 2016 [citado 12 de jul 2023]. Disponible en: <https://www.scienceinschool.org/es/article/2016/cellular-redox-living-chemistry-es/>
20. Ciclo de los ácidos tricarboxílicos. En: Cardellá Rosales L, Hernández Fernández R, Upmann Ponce de León C, Vicedo Tomey A, Pérez Díaz A, Sierra Figueredo S et al. Bioquímica Médica Metabolismo intermediario y su regulación. 2ª ed. Cuba: Editorial Ciencias Médicas; 2005. p. 647-661.
21. Ondarse Álvarez D. Reacciones Redox. [Editorial Etecé](#). 2021[citado 6 de marz 2023]. Disponible en: <https://concepto.de/reacciones-redox/>