



Febrero 2020 - ISSN: 1989-4155

EJERCICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO PARA FAVORECER EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS.

Maritza García Quintana.

Licenciado en Química.

Departamento de Química. Facultad de Educación Media. srodesr@udg.co.cu

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Maritza García Quintana (2020): "Ejercicios de análisis químico cuantitativo para favorecer el desarrollo de las actividades prácticas", Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (febrero 2020). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/02/desarrollo-actividades-practicas.html>

<http://hdl.handle.net/20.500.11763/atlante2002desarrollo-actividades-practicas>

Resumen:

La presente investigación responde a una problemática actual, el perfeccionamiento de planes y programas en la formación del profesor de la Enseñanza Media, donde se requiere vincular la teoría con la práctica, lo que puede ser resuelto a partir de la elaboración de un conjunto de ejercicios que permitan favorecer la enseñanza-aprendizaje de la asignatura Análisis Químico Cuantitativo contribuyendo al desarrollo de las actividades prácticas en los estudiantes. Para su materialización se aplicaron métodos del nivel teórico, empírico y matemáticos. La efectividad del conjunto de ejercicios fue comprobada en la práctica pedagógica permitiendo favorecer el desarrollo de las actividades prácticas de la asignatura Análisis Químico Cuantitativo y mejorando su aprendizaje.

Palabras Claves: Ejercicios, actividades prácticas, enseñanza- aprendizaje

Abstract:

The present investigation responds to a current problem, the improvement of plans and programs in the training of the teacher of the Secondary School, where it is required to link theory with practice, which can be solved from the elaboration of a set of exercises that allow to favor the teaching-learning of the subject Quantitative Chemical Analysis contributing to the development of practical activities in students. For its materialization, theoretical, empirical and mathematical methods were applied. The effectiveness of the set of exercises was proven in the pedagogical practice allowing to favor the development of the practical activities of the Quantitative Chemical Analysis subject and improving their learning.

Key words: Exercises, practical activities, teaching-learning

INTRODUCCIÓN

El avance de la ciencia y la técnica es vertiginoso en la actualidad, ocurren procesos de transformación en la sociedad contemporánea, y la escuela no puede quedarse rezagada, todo lo contrario, debe ir con su tiempo y delante de este, preparando al hombre para la vida nueva. Por ello el Sistema Nacional de Educación en Cuba se ha ido perfeccionando en todas sus dimensiones, con el objetivo de lograr la formación de un hombre digno, culto, apto para defender su nacionalidad y los principios del socialismo.

La política educacional cubana se fundamenta en la filosofía marxista-leninista y los principios marxistas y define que el fin de la educación es *“formar las nuevas generaciones y a todo el pueblo en la concepción científica del mundo”*, es decir la del materialismo dialéctico e histórico, desarrollar en toda su plenitud humana las capacidades intelectuales, físicas y espirituales del individuo, es por ello que los momentos actuales en nuestro país demandan de la formación de jóvenes sólidamente preparados.

Por lo tanto en estos tiempos cobra especial significación la actividad de los profesores de Química en su labor profesional, en especial al desarrollo del aprendizaje de esta ciencia desde el ámbito del aula en las nuevas generaciones.

La Química como ciencia natural estudia la naturaleza y desentraña algunos de sus secretos trayendo nuevos progresos a la sociedad y junto a las demás ciencias contribuye al logro de la concepción científico materialista y dialéctica del mundo, así como al desarrollo multifacético del hombre, acorde con los principios ideológicos de la Revolución Cubana.

Además esta ciencia exige del dominio del lenguaje propio o lenguaje químico para poder ejercer la dirección del aprendizaje científicamente y de forma adecuada, fijar los resultados del conocimiento de la composición, la estructura y las transformaciones químicas de las sustancias. Éste es un instrumento de conocimiento, comunicación y transmisión de las ideas que se tienen acerca de la composición y la estructura de las sustancias y la esencia de las reacciones químicas.

Tal ciencia, favorece la independencia cognoscitiva desde el análisis de la estructura de las sustancias y de las actividades experimentales que se realizan, las que son demostrables con fenómenos reales que ocurren de manera natural o artificial en el medio ambiente. De no existir esta ciencia, no es posible el desarrollo industrial; de ahí su importancia y aplicación para satisfacer las crecientes demandas del hombre.

Aunque en el Departamento de Química se han llevado a cabo investigaciones relacionadas con el perfeccionamiento del proceso de enseñanza - aprendizaje de diferentes asignaturas, siempre resulta un tema de gran interés y actualidad, teniendo en cuenta que la asignatura de Análisis Químico Cuantitativo está ubicada en el segundo semestre del tercer año de la Carrera Biología - Química, los estudiantes llegan habiendo recibido varias de las disciplinas necesarias

para enfrentar la misma, sin embargo presentan dificultades en su aprendizaje en cuanto a resolver problemas químicos con cálculos, pobre desarrollo de habilidades en la manipulación de útiles de laboratorio, comparación de datos para arribar a conclusiones.

La **actualidad** de la investigación está relacionada con la necesidad que existe de perfeccionar la preparación de la asignatura y desarrollar en los estudiantes aspectos referidos al aprendizaje y el vínculo teoría-práctica lo que a su vez lo hace **importante**, donde debe destacarse que la asignatura Análisis Químico Cuantitativo cuenta con bibliografía tanto básica como complementaria con varias décadas de publicación, por lo que ha de tenerse en consideración la desactualización del mismo respecto al SI (Sistema Internacional de unidades) y al lenguaje técnico.

El **aporte práctico** del trabajo queda expresado en la elaboración de un conjunto de ejercicios que puede ser empleado como bibliografía en la asignatura objeto de estudio así como en otras relacionadas con los temas que se abordan en la misma para las actividades prácticas de la asignatura Análisis Químico Cuantitativo lo que es a su vez novedoso.

Desarrollo

Fundamentos teóricos en los que se sustenta la propuesta del conjunto de ejercicios.

Para lograr una propuesta coherente con la realidad, se inicia con el análisis de definiciones de algunas categorías necesarias para la elaboración de la propuesta, y para ello se parte de asumir algunos fundamentos ya tratados y otros que se explicitan en este momento.

A través de la asignatura Análisis Químico Cuantitativo en la especialidad Biología - Química, el estudiante vincula los conocimientos teóricos con la práctica, interioriza y sistematiza conocimientos estudiados en cursos anteriores.

En este contexto, el proceso de enseñanza- aprendizaje de Análisis Químico Cuantitativo en la especialidad Biología - Química es un momento ideal para cumplimentar la instrucción – educación – desarrollo de dicho estudiante, se asume entonces un aprendizaje significativo, tal significatividad se expresa en la relación de los conocimientos químicos con la labor profesional que desarrollarán estos estudiantes con sus alumnos.

El autor asume la definición del concepto conjunto: “Unido o contiguo a otra cosa. Mezclado, incorporado con otra cosa diversa. Totalidad de los elementos o cosas poseedoras de una propiedad común, que lo distingue de otros”.⁵

De igual manera asume la definición del concepto de ejercicio como: trabajo práctico que en el aprendizaje de ciertas disciplinas sirve de complemento y comprobación de la enseñanza teórica, actividad intelectual o trabajo práctico aplicado a las clases que se imparten.⁶

De ahí que la propuesta se planifica siguiendo la organización y coherencia del programa de la asignatura Análisis Químico Cuantitativo que se imparte en la carrera Biología – Química, en el que un lugar importante lo ocupa la ejercitación, prácticas de laboratorio, la orientación y el control del trabajo independiente. Dicho programa establece objetivos generales y objetivos específicos en función de los temas de los contenidos de esta asignatura, teniendo en cuenta las orientaciones metodológicas, el sistema de evaluación y la bibliografía básica y complementaria, lo que se corresponde con el tema de la presente investigación.

Objetivos del programa de la asignatura que responden al tema de investigación:

- Determinar las causas de errores que afectan las determinaciones químicas para minimizar sus efectos y reportar correctamente el resultado de los análisis, diferenciando entre exactitud y precisión.
- Establecer las características esenciales de la balanza analítica para determinar sus posibilidades de aplicación en la vida laboral, así como su importancia en el Análisis Químico Cuantitativo.
- Establecer las características esenciales del método de análisis químico y su clasificación y en el caso de los métodos volumétricos de análisis destacar la importancia de la medida exacta del volumen y las amplias
- posibilidades de aplicación en la vida laboral, así como su relación con otras disciplinas.
- Destacar el cumplimiento de la igualdad de la cantidad de sustancia en equivalente en el punto de equivalencia para arribar a la expresión matemática de la ley fundamental de la volumetría y las formas.
- Determinar las condiciones generales que deben reunir las reacciones para ser usadas en las determinaciones volumétricas, para analizar su generalidad y su especificidad en cada uno de los métodos en particular, así como la utilización de métodos de valoración directos e indirectos en las determinaciones volumétricas.
- Aplicar los métodos directo e indirecto en la preparación de disoluciones patrones o estándar, destacando la importancia de las sustancias patrones primarios, su aplicación en análisis y la importancia de las disoluciones patrones.
- Establecer las características de los métodos de Mohr y de Volhard a través de las regularidades y diferencias entre los mismos para determinar aplicación.

- Seleccionar el indicador apropiado para una valoración a través de la curva de valoración reportada y el cálculo de la zona de viraje del indicador.
- Determinar la concentración de una especie química en una muestra aplicando el procedimiento inherente al método de análisis químico a través de la solución de problemas químicos con cálculo utilizando diferentes formas para expresar los resultados.

Los ejercicios que se proponen exigen del estudiante un esfuerzo constante y sistemático en la búsqueda y la solución de los conocimientos que poseen y los que se sistematizan desde la teoría y la práctica, que les permiten estudiar el vínculo entre el conocimiento teórico recibido en el aula y la actividad práctica y transformadora a través de la cual él también se auto transforma. Además “están estructurados sobre la base de una concepción de un aprendizaje con un enfoque desarrollador”, donde se produce un enfrentamiento constante con situaciones nuevas a las que debe buscarles solución que les permitan la interiorización del conocimiento a partir de su vínculo con el mundo exterior, y el significado que tiene este para su futura labor profesional.

El proceso de enseñanza - aprendizaje desarrollador constituye la vía mediatizadora esencial para la apropiación de conocimientos, habilidades, normas de relación emocional, de comportamiento y valores legados por la humanidad, que se expresan en el contenido de enseñanza, en estrecho vínculo con el resto de las actividades docentes y extradocentes que realizan los estudiantes².

En este sentido, Castellano D.⁷ plantea que el aprendizaje es desarrollador cuando cumple con tres criterios básicos:

- Promover el desarrollo integral de la personalidad del educando (garantizar la unidad y el equilibrio entre lo cognitivo y lo afectivo - volitivo en el desarrollo y crecimiento personal).
- Potenciar el tránsito progresivo de la dependencia a la independencia, y de éstas, a la autorregulación, así como el desarrollo de la capacidad de conocer, controlar, transformar creadoramente su propia persona y su medio.
- Desarrollar la capacidad de realizar aprendizajes a lo largo de toda la vida, a partir del dominio de las habilidades, estrategias y motivaciones para aprender a aprender, y la necesidad de su auto educación constante.

Hacer suya esa cultura, requiere de un proceso activo, creador, reflexivo, regulado, mediante el cual el alumno aprende, de forma gradual, acerca de los objetos, procedimientos, las formas de actuar, las formas de interacción social, de pensar, del contexto histórico - social en el que se desarrolla y de cuyo proceso dependerá su propio desarrollo.

El aprendizaje es un proceso siempre regulado, pues está sujeto a una regulación psíquica; este adquiere un carácter autorregulado, y descansa en el desarrollo de la personalidad creciente del sujeto ante sus propios procesos de aprendizaje, lo cual se expresa en el paso progresivo de una regulación externa a una regulación interna en el dominio paulatino de las habilidades y estrategias para aprender a aprender.

Es por ello que el conjunto de ejercicios no constituye un conjunto cerrado, sino que puede variar y enriquecerse de manera flexible, según el rendimiento académico de los estudiantes. Desde estas concepciones éstos posibilitarán el crecimiento de la personalidad del estudiante no solo desde el punto de vista cognitivo, sino en esferas tan importantes como la moral y la formación hacia el trabajo, contribuyendo a formar un hombre preparado para estos tiempos y para el futuro.

Para la elaboración del conjunto de ejercicios, se tuvo en cuenta en su estructura interna, la que posee secuencia lógica y dependencia del contenido del programa, así como una interacción entre todos los ejercicios que conforman el conjunto.

Dicho conjunto está caracterizado por:

El carácter flexible, que permite que se sistematicen contenidos precedentes.

- El carácter variado, donde los ejercicios propuestos sistematizan distintos tipos de contenidos del programa.

3- Conjunto de ejercicios.

1. Al determinar el contenido de níquel en una aleación, se han obtenido los resultados siguientes: 8,25%; 8,28%; 8,24%; 8,20%; 8,25%.

- a) Rechace los valores que usted considere constituyen un error burdo.
- b) Exprese el resultado con una probabilidad del 95%.

2. En la determinación de iones cloruro a partir de una muestra de NaCl de 1,1428g, un analista obtuvo los siguientes datos expresados en %: 59,96; 59,95; 59,96; 59,96; 59,90.

- a) Exprese el resultado con una probabilidad del 95%.
- b) Diga si se cometieron errores sistemáticos. ($X_{\text{real}} = 60,68 \%$)

3. Cuatro estudiantes A, B, C, y D realizaron cada uno un mismo análisis en el que exactamente 10,00 mL de NaOH de $c(\text{NaOH}/1) = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$ es valorado con HCl de $c(\text{HCl}/1) = 0.1 \text{ mol.L}^{-1}$. Cada estudiante repite la valoración 5 veces.

- a) Determine cuál de los estudiantes obtuvo el mejor resultado.
- b) Haga un análisis crítico en cuanto a exactitud, precisión y veracidad de los resultados de cada uno de los estudiantes.

Tabla: valores expresados en mL

A	10,07	10,09	10,10	10,12	10,12
B	9,80	9,88	10,02	10,14	10,21
C	9,69	9,78	9,79	10,05	10,19
D	9,97	9,98	10,02	10,04	10,04

Valor real: 10 mL.

4. Al realizar la práctica de laboratorio “Determinación de la masa de un vidrio reloj en balanza analítica” un estudiante se enfrentó a los resultados siguientes:

Mando Decagramos	Gramos Unitarios	Decigramos	Escala Óptica
2	0	4	08 — 0 09 — 4
2	0	4	07 — 0 08 — 9
2	0	4	09 — 0 10 — 1
2	0	4	12 — 0

Diga cuál es la masa del vidrio reloj, considere 95 % de probabilidad.

5. Al mezclar una disolución de AgNO_3 y una disolución de NaCl , la reacción ocurre de forma prácticamente completa formándose un electrólito poco soluble. Explique cómo influye en la solubilidad del precipitado formado la adición de una disolución de KCl de $c(x) = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$. Justifique matemáticamente.

$$K_{ps\text{AgCl}} = 10^{-10}$$

6. En la Empresa "Manuel Fajardo" de Manzanillo se desea analizar una aleación que contiene hierro, si se tomó una muestra de 0.54g se trató con NH_4OH , el precipitado de hierro obtenido después del tratamiento adecuado y calcinado se obtuvo una masa de Fe_2O_3 de 0,1663g.

- ¿Qué método de análisis se empleó en la determinación del % de hierro?
- ¿Por qué se escoge ese agente precipitante y no NaOH ?
- Escriba la fórmula química de la forma precipitada y de la forma ponderable.

7. En la fábrica de tubos para riego "José L. Tasendi" de Manzanillo se desea analizar una aleación que contiene aluminio, si se tomó una muestra de 0,5g la cual se disolvió, precipitándose el Al con NH_4OH y luego mediante el tratamiento adecuado se obtiene la masa del óxido correspondiente igual a 0,18g.

- ¿Qué método de análisis químico se empleó en la determinación del % de aluminio en la muestra?
- ¿Por qué se escoge el NH_4OH como agente precipitante?
- Escriba la fórmula de la forma precipitada y de la forma ponderable.
- Si en el laboratorio se tiene disoluciones de AlCl_3 y de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ de iguales concentraciones, cuál Ud. escogería para favorecer la formación del precipitado. Explique.

8. En el laboratorio se llevó a cabo la valoración de 25mL de una muestra que corresponde a una disolución de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ y se consumieron 20mL de la disolución de HCl cuya concentración de cantidad de sustancia en equivalente es de 0,1245mol.L⁻¹.

- Clasifique el método de análisis químico empleado atendiendo a la naturaleza de las sustancias reaccionantes. Escriba la ecuación química que representa la reacción ocurrida.
- Calcule la concentración de la cantidad de sustancia en equivalente de la disolución de $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
- Calcule cuantos gramos de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ se contienen en la disolución.
- Cite tres útiles de laboratorio utilizados en la valoración efectuada, clasifíquelos.

$$A_r(\text{Ba}) = 137 \quad A_r(\text{O}) = 16 \quad A_r(\text{H}) = 1$$

9. En el laboratorio es necesario preparar 500 mL de ácido oxálico di hidratado, diga:
- ¿Cuántos gramos son necesarios pesar para que su concentración de cantidad de sustancia en equivalente sea de 0,1 mol.L⁻¹?
 - Este ácido es una sustancia patrón primario, ¿será necesario estandarizar la disolución preparada, para reportar su concentración exacta? Fundamente su respuesta.
 - Diga tres útiles de laboratorio utilizados en la preparación de la disolución. Clasifíquelos. $M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

10. Diga:

- ¿Cuántos mL de HCl concentrado de $d=1,19 \text{ g/mL}$ y 38% de pureza se deben medir para preparar 250 mL de una disolución del ácido y su concentración sea 0,1 mol/L⁻¹ de cantidad de sustancia en equivalente?
- ¿Por qué es necesario estandarizar la disolución de HCl preparada anteriormente?
- La disolución estándar de HCl se utiliza para valorar una disolución de NaOH, diga el método de acuerdo al procedimiento químico y qué método de valoración se ha empleado.

11. Trace la curva aproximada de la valoración de 50 mL de disolución de KOH con HNO_3 , ambas disoluciones tienen $c(x/z^*) = 0,01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

- Señale el punto de equivalencia.
- ¿Podrá utilizarse un indicador con $K_{\text{ind}} = 10^{-6}$?
- ¿Qué sucederá en la curva de valoración si la concentración de las disoluciones fuese igual a 0,1 mol.L⁻¹? Señálelo en la gráfica.

12. En el laboratorio se necesita una disolución de Na_2CO_3 para efectuar la valoración de una disolución de un ácido.

- ¿Cuántos gramos son necesarios pesar de Na_2CO_3 para preparar 500 mL de disolución y su $c(x/z^*) = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$?
- ¿Cuál sería su concentración de cantidad de sustancia y cuál su concentración másica?
- ¿Cuáles son los requisitos que cumple el Na_2CO_3 si el mismo es utilizado como patrón primario?

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,99 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

13. Las disoluciones de AgNO_3 son muy utilizadas para el tratamiento de algunas enfermedades y en los laboratorios de Química Analítica en general.

- a) ¿Cuántos gramos de esta sustancia es necesario pesar para preparar 250 mL de disolución y que su concentración de cantidad de sustancia en equivalente sea $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$?
- b) ¿Cuál sería la concentración másica de la disolución de nitrato de plata y cual su $c(x)$?
- c) La disolución de AgNO_3 es de concentración exactamente conocida, ¿será necesario valorar la misma? Argumente su respuesta.

$$A_r(\text{Ag}) = 107,8$$

$$A_r(\text{O}) = 16$$

$$A_r(\text{N}) = 14$$

14. Un analista preparó una disolución de un ácido fuerte y soluble y debe reportar su concentración exacta, por lo que lleva a cabo la valoración añadiendo desde la bureta disolución estándar de NaOH .

- a) Clasifique el método de análisis químico de acuerdo a la reacción química que ocurre.
- b) ¿Cuál es la $c(x/z^*)$ del ácido, si se tomaron 25 mL del mismo y se consumieron 23,5 mL como promedio de la disolución de NaOH de $c(\text{NaOH}/1) = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$?
- c) ¿Cuál es el valor del pH de la disolución de NaOH ?
- d) ¿Cuál es el valor del pH en el punto de equivalencia?
- e) ¿Qué tipo de bureta Ud. utilizó cuando realizó la valoración? ¿Por qué?
- f) De los siguientes indicadores ¿Cuál Ud. seleccionaría para efectuar la valoración? Zona del salto en la valoración entre 5 y 9 unidades de pH.

Tornasol ----- pT = 7,0

Fenolftaleína ----- zona de viraje de pH entre 8,0 – 10,0.

Anaranjado de metilo ----- zona de viraje de pH entre 3,0 – 4,4.

15. En el laboratorio se preparó una disolución de KOH y se quiere determinar su concentración, para ello se lleva a cabo la valoración con una disolución de HCl de $c(x/z^*) = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, consumiéndose en la operación 25,5 mL.

- a) ¿Qué método químico de análisis se ha llevado a cabo, de acuerdo a la reacción química que ocurre? Escriba la ecuación química que representa la reacción química ocurrida.
- b) ¿Por qué es necesario valorar la disolución de KOH preparada?
- c) De los siguientes indicadores, cuáles podrían utilizarse en la valoración. Considere el salto de la curva desde 4,5 a 10,2 unidades de pH.

A ----- Zona de viraje 8 -10 unidades de pH.

B ----- $pT = 8,3$

C ----- $pK_a = 5$

- d) ¿Qué método se empleó de acuerdo a la forma de realizarse la valoración?
- e) Diga el método de acuerdo al procedimiento químico utilizado.

16. Un analista realiza la determinación de iones cloruros en una muestra y para ello utiliza como indicador K_2CrO_4 que da lugar a la aparición de un precipitado pardo rojizo con la disolución valorante.

a) ¿Qué método de análisis químico empleó el analista en la determinación de los iones Cl^- ?

b) Compare el método utilizado con otro método estudiado en volumetría de precipitación atendiendo a:

1. Medio en que se realiza la determinación.
2. Indicador.
3. Método para determinar el punto final.

17. En el laboratorio de la ENAST de Granma se analiza una muestra de agua para determinar el contenido de iones cloruro. Se toman para el análisis 20mL, utilizándose como indicador una disolución de Fe^{3+} y se valora con una disolución de $AgNO_3$ de $c(x/z^*) = 0,1$ mol.L⁻¹, luego de producirse el cambio de color se le añade disolución de $AgNO_3$ en exceso. El volumen total de disolución añadido es de 30mL. El exceso de iones plata se valoran con una disolución de NH_4SCN de $c(x/z^*) = 0,1$ mol.L⁻¹ y se consumió 10mL.

a) Clasifique el método descrito de acuerdo a:

- 1- Reacción química que ocurre.
- 2- El procedimiento de valoración para determinar el punto final.

b) ¿Por qué esta valoración debe realizarse en un medio ácido?

c) Calcule la $c(x/z^*)$ de la muestra sometida al análisis.

d) Calcule cuántos gramos de iones cloruro se contenían en la muestra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Addine, F. (2004) Didáctica teoría y práctica (compilación). Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación.
2. Alexeiev. V. (1978) Análisis Cuantitativo. Moscú Editorial Mir.
3. Álvarez de Zayas, C.M (1996) Didáctica de la Educación Superior Ciudad de La Habana.
4. Ayres G. (1978) Análisis Químico Cuantitativo. Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación.
5. Barrow, M. G (1968). Química Física. Vol. (I). (Segunda Edición). Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.
6. Barrow, M. G (1968). Química Física. Vol. (II). (Segunda Edición). Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.
7. Blanco, J. & Simó, J. P. (1982). Química Inorgánica I. (Vol.I) (Segunda Edición) Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
8. Blanco, J. & Simó, J. P. (1982). Química Inorgánica I. (Vol.II) (Segunda Edición) Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
9. Blanco, J. & Simó, J. P. (1982). Química Inorgánica II. (Segunda Edición) Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
10. Caballero, E. & Batista, G. G. (2002). Preguntas y problemas para elevar la calidad del trabajo en la escuela. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
11. Colectivo de autores. (2015). Las actividades prácticas en las disciplinas de Ciencias Naturales en la formación del profesor de la Enseñanza Media. (Compendio de prácticas de laboratorio para Análisis Químico Cuantitativo). Universidad de Granma.
12. Colectivo de autores (1992). Química. Partes 1 y 2. Secundaria Básica. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
13. Castellanos, B & otros. (2005). Esquema conceptual, referencial y operativo sobre la investigación educativa. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
14. Collada, N. & otros. (2002). Química 12mo grado. Parte (II). . Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
15. Engels, F (1975). Antiduhring. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

16. Engels, F (1982). Dialéctica de la Naturaleza. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
17. Fernández, D. & otros (1979). Preguntas y problemas de Química General. Facultad de Química. Universidad de La Habana.
18. García, G. & otros. (2002). Compendio de Pedagogía. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
19. García, G & otros. (2005). El trabajo independiente. Sus formas de realización. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
20. Hernández, J. & otros. (2000) Química 10mo grado. . Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
21. Lara, A.R & otros. (1990). Química General. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
22. León, R. (1991). Química General Superior. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
23. Martínez. & otros. (2005). Metodología de la investigación educacional. Desafíos y polémicas actuales. (Segunda Edición). Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
24. Sánchez, O. & Luis, M. del C. P. (2000). Química 12mo grado. Parte (I). (Segunda edición). Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
25. Sena, L. (1979). Unidades de las magnitudes físicas y sus dimensiones. Moscú: Editorial MIR.
26. Silvestre, M. (2002). Hacia una didáctica desarrolladora. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
27. Skoog g D. and. West D. (1978). Analytical Chemistry an Introduction. Primera edición. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
28. Vogel A. (1960) Química Analítica Cuantitativa. Ciudad de La Habana: Edición Revolucionaria.
29. Kolthoff I. y Sandell E. (1966). Química Analítica Cuantitativa. (Tercera Edición). Ciudad de La Habana: Edición Revolucionaria.

