

Hitos fundamentales que caracterizan a la ciencia Química Analítica a partir del siglo XVI hasta principio del siglo XXI

Fundamentals landmark than characterize to Analytical Chemistry science from XVI until at the beginning of XXI century

AUTORA:

M Sc. Zoraya Sánchez Camacho

[zorayasc@infomed.sld.cu](mailto:zorayasc@infomed.sld.cu)

Profesora Principal Nacional de la Disciplina Química

Facultad de Tecnología de la Salud

## RESUMEN

En este artículo se hace referencia a los antecedentes históricos de la ciencia Química Analítica, así como al desarrollo de las habilidades experimentales, para ello se eligieron hitos que enmarcan el desarrollo de esta ciencia tanto en la arena internacional como nacional. Posteriormente se realiza una comparación entre las diferentes etapas por la que ha transitado Cuba y cuál ha sido el desarrollo de estas habilidades. Para el logro de este fin se utiliza el método histórico- lógico; el método científico análisis documental y la experiencia acumulada en la impartición de esta asignatura.

**PALABRA CLAVE:** habilidades experimentales; desarrollo de las habilidades experimentales

## ABSTRACT

In this article was referenced of historic antecedents of Analytical Chemistry science, as well as to the development of experimental abilities, hence was chosen landmark than frame the development of this science. As much international and as national. Later was made a comparison between different stages has travelled for Cuba, and which has been the development of this abilities. For the attainment was used the logic history method, documentary analysis and accumulated experience by impart subject.

**KEYWORDS:** experimental abilities, development of experimental abilities.

## INTRODUCCIÓN

La Química Analítica constituye una de las ramas más importantes y antiguas de la Química, sus orígenes se remontan a la Antigua Grecia (aunque no existía como ciencia independiente). Sin embargo al hombre le era necesario conocer la composición de los

objetos, por lo que se utilizan los ensayos para la determinación de la pureza del oro y la plata, lo que se considera como los primeros análisis de los minerales y metales.

Lo expresado anteriormente, conlleva a la aparición de las primeras operaciones que son precursoras de las actuales habilidades experimentales: filtración, destilación, fusión y separación (3500 a.n.e). Surgen también los antecesores de la actual balanza analítica.

Los siglos I al XV le sirven de base teórica- práctica al siglo que XVI constituye el primer hito declarado en este artículo.

Los hitos se delimitan teniendo en cuenta el desarrollo de la Química Analítica como ciencia en la arena internacional y posteriormente se realiza una comparación desde la etapa colonial hasta la revolución en el poder y cuál ha sido el desarrollo de las habilidades experimentales así como de la Química Analítica en Cuba.

## DESARROLLO

En el análisis histórico se tuvo en cuenta los hitos fundamentales que caracterizaron a los siglos XVI hasta principios del XXI y se enmarcan teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Figuras que se destacan y breve reseña. De los logros fundamentales del siglo en cuanto al desarrollo de habilidades referido a las Ciencias Naturales y en particular a la disciplina Química.
- Situación en Cuba.

### Hitos del siglo XVI (1500- 1599)

Figura que se destaca y breve reseña: En este siglo se destacan las obras de Ercher, lo que se constituye en el primer antecedente sobre gravimetría. No se encontraron datos sobre otras figuras.

Situación en Cuba: Antes de estudiar lo ocurrido en Cuba es necesario destacar que: “desde el inicio del siglo XVI hasta la primera mitad del siglo XIX comienza el camino hacia la nacionalidad cubana, lo que se cristaliza en el movimiento emancipador de la segunda mitad del siglo XIX.”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Rodríguez Ben, J.A.: HISTORIA DE CUBA. NIVEL MEDIO SUPERIOR. EDITORIAL PUEBLO Y EDUCACIÓN , 2010

En el siglo XVI Cuba comienza la sociedad colonial, donde el desarrollo de las habilidades experimentales era muy incipiente y estuvo concentrado en la agricultura cañera, en el que debían hacer algunas operaciones que constituyen precedentes de la filtración, destilación, evaporación, entre otras. Si se compara con el desarrollo de las habilidades entre lo acontecido en el resto del mundo (3500 a.n.e), se puede constatar el gran retraso que existía en la sociedad colonial criolla, que aún estaba en camino hacia la formación e integración nacional.

Hitos del siglo XVII (1600 – 1699)

Figura que se destaca y breve reseña: Desde el siglo XVII aparecen obras filosóficas publicadas, que influyeron en el desarrollo de las ciencias naturales. Entre ellas se tienen los trabajos del filósofo inglés Francis Bacon Verulamius (1561-1626); este filósofo propuso el método inductivo de investigación, planteando a los naturalistas la tarea de la investigación experimental. El método fundamental de la investigación científica de Bacon fue el experimento organizado y planificado (Figurovski, 1989). Estos criterios se pueden considerar premisas para el actual método experimental de las Ciencias Naturales.

Al trabajo práctico y en especial al trabajo de laboratorio se le atribuye una importancia vital en la enseñanza de las ciencias. Los trabajos del filósofo inglés John Locke (1632-1704), plantean la necesidad de realizar actividades prácticas que llevarán a la reflexión como una vía fundamental para el logro del conocimiento (Núñez, 1999).

Se puede entender esta reflexión como la actividad mental necesaria para el desarrollo de estas actividades. También se destaca René Descartes quien contribuyó a que los fundamentos de estos experimentos se constituyeran en base de esta ciencia. Muchos investigadores reconocen a este siglo como la “Revolución científica del siglo XVII” y estos albores llegan a la ciencia a través de la lógica experimental que conllevarán a constituirse en una ciencia cualitativa y cuantitativa.

Situación en Cuba: En la sociedad colonial, aún no se aprecian logros en cuanto al desarrollo de las habilidades experimentales, se mantienen las operaciones de forma rudimentarias citadas con anterioridad; mientras en el resto de mundo se evidencia un avance pujante en la experimentación.

Hitos del siglo XVIII (1700-1799)

Figuras que se destacan y breve reseña: Entre ellas las más relevantes fueron: Lomonosov, Lavoisier, GeoffroyLe Cadel, Berthollet, Proust y Louis-Bernard Guyton de Morveau.

M.W. Lomonosov (1711-1765), químico ruso, realiza experimentos sobre la calcinación de los metales en vasos cerrados, con empleo sistemático de la balanza; establece la constancia de la materia en los procesos naturales, atribuye la combustión a una combinación del cuerpo con el aire y explica las propiedades de los cuerpos a partir de la existencia de átomos y moléculas (1743). Son importantes sus estudios sobre la indestructibilidad de la materia y los disolventes químicos.

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) es el que destruye la teoría del flogisto al establecer la naturaleza verdadera de la combustión, y que en su obra Tratado elemental de Química, aparecido en 1789, así como crea las bases de la química moderna, se le conoce como el padre de la Química.

Este científico enunció muchas leyes que son de gran importancia para el desarrollo de estas habilidades y a través de sus experimentos proporcionó pruebas para la ley de la conservación de la materia.

En 1729, Geoffroy Le Cadel fue el primero en describir la habilidad experimental volumetría, a partir de un solo ensayo.

Por su parte Claude Louis Berthollet, realiza investigaciones sobre la Ley de Proporciones Múltiples (enunciada por Dalton), y Joseph Louis Proust enunció una ley de las proporciones definidas que se conoce por su nombre, y que resulta importantísima para los cálculos gravimétricos. En 1782, Guyton de Morveau introduce los indicadores coloreados de neutralización.

Situación en Cuba: Al igual que en el siglo anterior, la sociedad colonial criolla comienza a consolidarse y no se aprecian logros en cuanto al desarrollo de las habilidades experimentales, se mantienen las operaciones de forma rudimentarias citadas; mientras en el resto de mundo continúa el avance pujante en la experimentación.

Hito del siglo XIX (1800- 1899)

Figuras que se destacan y breve reseña: En este siglo se destacan numerosas figuras: Descoizilles (1806); Gay Lussac(1817), C.H. Praff (1821), Berzelius(1828), Mohr(1855), Remigio Fresenius C.R.(1862)y D. I. Mendeleiv(1869).

Descoizilles fue precursor de los diferentes tipos de Volumetría y describe a las predecesoras de la actual bureta y probeta. Gay Lussac fue el precursor de la volumetría de precipitación.

En 1821 se publicó el primer tratado de Química Analítica. (C.H. Praff). Por su parte Berzelius se considera como el primer analista del siglo XIX, el cual realiza la determinación de las masas atómicas en 1828 e hizo aportes al desarrollo de las habilidades experimentales, al crear el material de laboratorio de vidrio e inventó el tubo de ensayo, el embudo separador y preparó el papel de filtro cuantitativo.

En la segunda mitad del siglo XIX se destaca de manera especial Friedrich Mohr por sus aportes significativos a la volumetría al modificar muchos métodos que eran inutilizables. Además, inventó la bureta y la pipeta de Mohr y el condensador Liebig. Fue el pionero en el estudio de las disoluciones patrón.

Remigio Fresenius C.R.(“Anleitung Zűr qualitative chemische Analyse”), también publicó la primera revista científica sobre el tema, así como la clasificación de los cationes por grupos analíticos, y los ensayos sobre los aniones, haciendo aportes a la didáctica de la asignatura. Además Fresenius realiza ensayos para ácidos (aniones), cuyos métodos continúan vigentes, también hizo aporte a la didáctica de la Química Analítica, al proponer que los estudiantes, debían realizar análisis de muestras desconocidas, una vez se hayan familiarizado con las reacciones individuales, donde el profesor pudiera decir si sus conclusiones eran verdaderas o falsas.

En 1869, Mendeleev descubrió la “Ley Periódica de los Elementos”, la cual es ampliamente utilizada en la determinación de las masas molares de las sustancias que se emplean en los cálculos gravimétricos y volumétricos.

Vale recalcar que en este siglo, realmente no aparecieron nuevos métodos, pero si se mejoraron los existentes. Además, aparecen nuevos indicadores ácido-base y se amplió el uso de la volumetría.

Situación en Cuba: En este siglo, se destaca en Cuba, la figura del filósofo y educador Félix Varela, el cual fue uno de los precursores de la utilización de las actividades prácticas, en el estudio de las ciencias, fue fundador del primer laboratorio de Física y Química en el Seminario de San Carlos de La Habana, quién abogó por la enseñanza experimental de las ciencias naturales como única vía para lograr la verdadera fuente del conocimiento, produciendo un aprendizaje sólido (Núñez).

Valera como educador fustigó a la enseñanza escolástica utilizando como defensa la observación, el análisis y la experimentación. Además, propicia el estudio de las ciencias sobre la base de la lógica y la interacción con sus estudiantes.

También se destaca la figura del Héroe Nacional José Martí en su pensamiento pedagógico, donde declara la enseñanza científica anti dogmática y laica; y la vinculación del estudio con el trabajo.

La sociedad colonial criolla, durante la primera mitad del siglo XIX, se va conformando lentamente a partir del siglo XVI hasta afianzarse en el siglo XVIII y empieza a tomar una nueva imagen: la sociedad esclavista.

En relación al desarrollo de la ciencia, es necesario destacar que España estaba notablemente retrasada en relación con el nivel general que tenían los países de Europa, pues a la Metrópoli no le interesaba desarrollar el pensamiento científico.

Fueron figuras destacadas en este desarrollo: Álvaro Reinoso, en los estudios agronómicos, especialmente en la agricultura cañera y Francisco Frías y Jacott, Conde de Pozos Dulces, que realizó estudios profundos sobre problemas de la agricultura y el trabajo productivo.

Hito del siglo XX (1900 -1999)

Figuras que se destacan y breve reseña: Se conocen trabajos de varios autores extranjeros que han abordado el trabajo de las habilidades experimentales, entre ellos están: Eglen y Kempa (1979), Pickkening y Grabtuee (1979), Wobe de Vos (1985), Beasley (1979 y 1985), Byrnie (1990), Johnstone y Letton (1991), Hofstein (1994), entre otros (citados por Estévez, 1998).

Más recientemente se tienen los trabajos de Eglen, et al (1974) que plantearon la necesidad de la valoración de las habilidades manipulativas, observacionales, interpretacionales y de

planificación. Propone subcategorías para el trabajo en el laboratorio y los rasgos distintivos de cada una de ellas, como un intento de descomponerlas. Además, sugiere tres métodos diferentes que se pueden usar para evaluar las habilidades.

Kempa et al (1975) presentan un trabajo en el que proponen cuatro fases principales que comprenden el trabajo práctico en las disciplinas de ciencias: planificación y diseño, desempeño en el laboratorio, observación e interpretación y explicación.

En el año 1979 Beasley (1979), demostró, en el área de la enseñanza del Análisis Químico, cómo vincular las habilidades intelectuales, en la denominada práctica mental, y las habilidades prácticas, denominadas por él como práctica física, para obtener mejores resultados en las habilidades psicomotoras en el desempeño del estudiante.

W. F. Beasley, en 1979 muestra como vincular la preparación de la actividad experimental, los denominados por él, “práctica mental” y las “habilidades experimentales”, para obtener mejores resultados con respecto a las habilidades manipulativas del desempeño estudiantil en el laboratorio de Análisis Químico.<sup>(22)</sup>

En 1985, Beasley comprueba la tesis de que la preparación física puede ser exaltada por la práctica mental que la precede, acompaña y sigue al desempeño.

En este mismo año, Beasley (1985) publica otro trabajo en el que explica cómo ocurre el proceso de adquisición de las habilidades. En el mismo cita a Fitts (1964) el que identifica tres fases en la formación de las mismas: Cognitiva, Asociativa y la Autónoma.

En 1989, Goch N. K. y colaboradores, proponen para el área del análisis químico, el uso de Instrucciones Modificadas de Laboratorio. Comprobaron que las habilidades experimentales es un proceso de formación diseñado de lo simple a lo complejo; se introduce la sistematización a los estudiantes, al mismo tiempo es proceso adquirido y controlado por parte del profesor.

En 1909 Sörensen introdujo la función pH, e introdujo el cromato como indicador de precipitación y adsorción que abrió nuevos horizontes a la volumetría

En 1924 Knopy su esposa descubren nuevos indicadores redox por lo que da un gran salto el desarrollo de la volumetría redox. Posteriormente con la aparición del ácido

etilendiaminotetraacético (EDTA) investigadores como Schwazermbach, Pribil y otros desarrollaron la volumetría redox.

En países como EE.UU. e Inglaterra desde finales del siglo pasado y principios de este, el trabajo práctico estaba estrechamente vinculado a los currículos escolares de ciencias (Goey-Clackson, 1992; Layton, 1990; Lock, 1988). No obstante, es en el presente siglo donde se ha reconocido en forma universal la importancia de la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias, considerándolo como una estrategia educativa útil para la consecución de los objetivos relacionados con este asunto (Barberá y P. Valdés, 1996: citados por Núñez, 1999).

En 1992, Doran R., realizó una serie de trabajos importantes para la evaluación de un grupo de habilidades experimentales.

Durante los años 1989 hasta el 1990 se dan a conocer por parte de Johnstone (23), una serie de artículos relacionado con el tema abordado.

Situación en Cuba: En Cuba, antes del triunfo revolucionario, en el estudio de literatura se pudo apreciar que uno de los científicos más reconocidos fue el Dr. Juan Tomas Roig quien desarrolló su labor investigativa en la Estación Experimental Agronómica (1904) y contribuyó al desarrollo de habilidades en el área de las plantas medicinales.

Entre los años 1935 hasta 1958 surgen las instituciones que no contaron con el total respaldo de los gobiernos de turno, debido a que el desarrollo científico no era su prioridad ; pero gracias a los esfuerzos de grandes hombres se crearon instituciones de investigación entre los que se destaca Dr. Pedro Kourí Esmeja y sus colaboradores que fundaron el Instituto de Medicina Tropical dentro de la Universidad de La Habana en 1937 y que alcanzó resultados y reconocimientos internacionales.

Entre 1986-1991 innumerables investigadores han contribuido al logro del desarrollo de las habilites experimentales, entre ellos:Coidero E; Collazo, J; Castro, M. T., Aguiar, A; Chacón, E; Cordeiro C; Llerena A.; Pina,G.; Dorojova E; Caridad Rojas Beteta, entre otros que han publicado una amplia gama de bibliografía sobre la parte teórica y experimental de la asignatura Química Analítica.



Los autores que han trabajado este tema desde el punto de vista pedagógico son muchos, pero por la relación que tienen con esta investigación se quiere destacar a Grau Cairo, L (1976), Cuervo Castro, M. (1976), Pich Paret, G. (1976), Castro López, G. (1976), León Avedaño, R. (1987), Acevedo del Monte, R. (1987), Ponjuan Dante, A. (1987), Agüero, M. (1987), Caballero Camejo, C.A. (1987) Gil, M. (1988), Rionda Sanchez, H D. (1988)), Rojas Arce, C. (1990), Roberto Valledor Estevil, R. (1990), Pérez Álvarez, F. A. ( 1990-1997), Fernández Pereira, M. (1990), Hedesa, Y (1991), Miranda Gata, M. (1990), Bello, L. (1993), Estévez, B. (1998), Brito, H. (1990), López López, M. (1990), Barreto F.( 1994), Bermúdez, R. (1996), Rodríguez Rebustillo, M. (1996), Castillo Castro, C. (1990), Barreros, F. .(1997), Fuentes, H. (1996); Álvarez, R. (1990) Amanda Gómez (1999), entre otros.

Entre los trabajos relacionados con el desarrollo de las habilidades experimentales para la carrera de Licenciatura en Educación en la Especialidad de Química (Plan B) se encuentra el de Agüero et al. (1987), quienes hacen un análisis de la influencia que tienen las asignaturas Química General y Técnicas de Seguridad en la formación de los estudiantes de primer año de esta Carrera.

El Dr. C. Carlos Rojas Arce (Rojas, 1988), publica un trabajo donde refiere las principales causas de las deficiencias encontradas en el desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes de la Licenciatura en Educación en la Especialidad de Química (Plan B). Estos trabajos son muy meritorios, apuntan fundamentalmente a las dificultades que se encuentran históricamente en este campo y que no han sido solucionadas definitivamente.

Gil et al (1996) hace una propuesta asequible de los pasos del método experimental. En el 1997 y el 1998 el Dr. C. Francisco A. Pérez Álvarez (Pérez, 1987), hace referencia al uso del método experimental en la enseñanza de la Química y realiza numerosos aportes que enriquecen enormemente a este método, aunque no se puede olvidar el trabajo desempeñado por este investigador en el experimento pedagógico desarrollado a catorce escuelas de diez provincia del país durante dos cursos escolares y bajo la dirección del Instituto Central de Ciencias Pedagógica, que constituyó un éxito en la enseñanza de la Química en el noveno grado de la escuela Cubana. Estos trabajos los desarrolló en conjunto con el profesor Ysidro J. Hedesa ; Mercedes Cuervo y Jesús L. Hernández.

Pérez Álvarez F. A., valioso investigador sugiere la forma de desarrollar actividades experimentales a través de la enseñanza problémica. Esto resulta de gran valor, por el papel protagónico del estudiante en el proceso de adquisición de los conocimientos y habilidades.

Brito H., 1990, propone un procedimiento para la evaluación de las habilidades, incluye un modelo que indica la necesidad de valorar la independencia, el tiempo y el resultado de cada acción.

Autores como C. Álvarez (1999) y M. López (1990) refieren etapas para el desarrollo de las habilidades, que permiten al docente tenerla en consideración en la elaboración de tareas que van aumentando su nivel de complejidad en dependencia de los niveles de desarrollo de habilidades que va logrando el estudiante.

Barreto, en 1994, realiza una caracterización de las habilidades experimentales, como manipulativas y en estos trabajos no se refieren al campo de Química Analítica, pero constituyen una fuente referativa.

Bermúdez, 1996, formula un modelo semejante al de H. Brito, y al mismo tiempo se le valora de poco económico, pues sería costoso, ya que cada vez que se evalué un estudiante gastaría una hoja de papel para confeccionar la hoja de trabajo.

Como se puede observar en Cuba este desarrollo cobra auge después del triunfo revolucionario, donde ha existido una gran preocupación por parte de Estado por el desarrollo y la formación de un estudiante integral, que sea capaz de vincular la teoría con la práctica.

Hito del siglo XXI (2000 hasta la actualidad)

La investigadora realiza un estudio de estos primeros 17 años en el mundo y observa que se desarrollan nuevos métodos de análisis para el descubrimiento de sustancias de gran importancia para la industria, en el diagnóstico químico- bioquímico y en las investigaciones científicas.

Figuras que se destacan y breve reseña: Se destacan un gran número de investigadores que se dedican a la fundamentación de la Química Analítica como ciencia moderna entre ellos: Harvey, D (2000); Skoog, D(2001;2005); West; D(2001-2005); Niema T (2001); Holler F(2005); Crouch; S(2005).

Situación en Cuba: En Cuba se destacan numerosos investigadores que han aportado sus experiencias docentes y metodológicas: Mendoza, 2001, Colado, J.E (2003); Dania Regueira Martínez (2003), Moltó, (2004), Calzado, (2004), Odalys Mancebo Rivero (2000), Estévez. B (2000); Ena Machado Bravo (2005), entre otros.

En 2005 se destaca la investigación realizada por Gonzalo Dierksmeier (profesor titular adjunto de la Facultad de Biología de La Universidad de La Habana) donde de forma asequible se realiza un estudio de la parte teórica y práctica; la importancia actual y las perspectivas de los métodos cromatográficos.

Se reconoce el trabajo realizado por el colectivo de profesores que laboran en el Departamento de Química Analítica de la Universidad de La Habana entre lo que se destacan: María Teresa Castro Calleja, Idania Carrillo Adams, Mayra Granda Valdés, Ana Isa Pérez Cordovés y otros coautores (2013) los actuales están referido al estudio de la Química Analítica en los equilibrios homogéneos donde se conjuga de manera eficaz la parte teórica y la experimental.

Es necesario enfatizar que, en este siglo, desde el punto de vista didáctico- metodológico, en Cuba existe muchos investigadores que han puesto en un lugar cimero a la Química Analítica al nivel de los países del primer mundo, desarrollando nueva metodología, nuevos métodos de gran prestigio nacional e internacional y han contribuido con su granito de arena al desarrollo de las habilidades experimentales en la educación cubana.

## CONCLUSIONES

En la arena internacional existe un sinnúmero de investigadores que han realizado grandes aportes teóricos- prácticos que han contribuido al desarrollo de las habilidades experimentales y la ciencia Química Analítica.

En Cuba se puede apreciar a través de la constatación realizada que solo con la Revolución en el poder, se pudo desarrollar las habilidades experimentales, aspecto este muy deprimido en las etapas anteriores.

En Cuba existen muchos autores que han puesto en un lugar destacado a la Disciplina Química, - en particular a la Química Analítica -al nivel de los países del primer mundo a través del método experimental, imprescindible para el desarrollo de las habilidades

experimentales; entre los que se destacan Gil y Francisco A. Pérez Álvarez. Además, María Teresa Castro Calleja; Idania Carrillo Adams; Mayra Granda Valdés; Ana Isa Pérez Cordovés contribuyen a partir del estudio de los equilibrios homogéneos donde se conjuga de manera eficaz la parte teórica y la experimental.

## BIBLIOGRAFÍA

Aguiar, A; Chacón, E; Cordeiro; E. (1988):Temas de Química Analítica II, ENPES, UH-MES.

Vega, MicheR.(2009):"Historia de la Química", en CD-ROM, IRIS-Unidad Docente de Informática, UH.

Skoog, D.; West, D.; Holler, F.; Crouch, S. (2005): Fundamento de Química analítica; Ed. Thompson; 8va.Edicion, México D. F.

Harvey, D. (2000): Modern Analytical Chemistry, Ed, McGraw-Hill, 1<sup>ra</sup>Edición. USDA.

Skoog, D.; West, D.; JAMES, f.: Analytical Chemistry(1990): An introducción: Ed. Saunders College publishing, 5<sup>th</sup>. Edition. Philadelphia,.

Handbook of Chemistry, Ed Physic; Ed.CRC Press, Inc, 62 Editions, Florida. 1981

<b>Recibido</b>	<b>10 de enero de 2018</b>
<b>Aprobado</b>	<b>14 de marzo de 2018</b>