

## Original

### Herramienta tecnológica para ilustrar el contenido métodos volumétricos

#### Tool to illustrate the contained volumetric methods

MsC. Niurka M. Vázquez De Dios. Asistente. Sede pedagógica Blas Roca Calderío.

Universidad de Granma, Cuba. [nvazquezd@udg.co.cu](mailto:nvazquezd@udg.co.cu)

MsC. Elba Castillo Arias. Asistente. Sede pedagógica Blas Roca Calderío. Universidad de Granma, Cuba. [ecastilloa@udg.co.cu](mailto:ecastilloa@udg.co.cu)

MsC. Margarita Cruz Tejeda. Prof. Auxiliar. Sede Peralejo. Universidad de Granma, Cuba. [mcruzt@udg.co.cu](mailto:mcruzt@udg.co.cu)

Recibido: 12/06/2018 Aceptado: 22/01/2019

### Resumen

La experiencia es parte del proyecto de investigación: virtualización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de la Facultad de Ciencias Naturales e Informática, es resultado del trabajo docente-metodológico desarrollado por las autoras para emprender el proceso pedagógico de las asignaturas de Química ya que los estudiantes muestran desmotivación hacia el aprendizaje de dicha ciencia; presentan bajo interés en el estudio y como consecuencia algunos no obtienen buenas calificaciones en las evaluaciones aplicadas. La propuesta es un medio para el docente en la dirección de tal proceso; para los estudiantes es un aliciente por sus formas, métodos, procedimientos de aprender y de estudiar. La propuesta se utiliza en la asignatura de Química Analítica con buenos resultados y para su conformación se tuvo en cuenta: métodos objetos de estudio y una metodología para la disposición de las diapositivas, las que poseen un entorno agradable, pueden ser visualizadas desde los móviles y se encuentran colgadas a través de la plataforma tecnológica MOODLE de la página Web de la universidad.

**Palabras claves:** química analítica, métodos volumétricos, análisis químico cuantitativo, herramienta informática.

### Abstract

The experience, is part of the investigation project: virtualizations of the process of teaching-learning of the subjects of the Natural and Computer Ability of Sciences, it is been of the educational-methodological work developed by the authors to undertake the pedagogic process of the subjects of Chemistry since the students they show demotivation toward the learning of this science, they present low interest in the study and I eat consequence some they don't obtain

good qualifications in the applied evaluations. The proposal is a means for the educational one in the address of such a process; for the students it is an incentive for their forms, methods, procedures of learning and of studying. The proposal is used in the subject of Analytic Chemistry with good results and it stops its conformation one kept in mind: methods study objects and a methodology for the disposition of the slides, those that possess a pleasant environment, can be visualized from the motives and it is hung through the technological platform MOODLE of the page Web of the university.

**Key words:** analytic chemistry, volumetric methods, quantitative chemical analysis, computer tool.

### **Introducción**

La asignatura Análisis Químico posee el encargo social de dotar a los futuros egresados de la carrera Biología-Química de conocimientos relacionados con los métodos clásicos de análisis que predominan actualmente para la caracterización de muestras de sustancias y para la determinación de la concentración, la masa o volumen de muchas especies basadas en reacciones químicas.

A través de ello, los estudiantes de dicha carrera, complementan su visión de fenómenos de la naturaleza a partir de procesos químicos que tienen lugar sobre la base de las causas que lo originan. Además, se contribuye a la integración de los conocimientos sobre las propiedades y aplicaciones de las principales sustancias orgánicas e inorgánicas a través de la aplicación de leyes y teorías fundamentales de la química, revelando la relación causal estructura-propiedades-aplicaciones. También, se aportan elementos para comprender el lugar y papel de los seres humanos en el medio ambiente.

Se estudian los métodos de análisis gravimétricos y volumétricos, siendo de gran importancia el tiempo dedicado a las clases prácticas y las prácticas de laboratorio. En su concepción se declara entre los conocimientos básicos a desarrollar en el proceso pedagógico del plan de estudio, los métodos volumétricos de análisis: volumetría por neutralización, volumetría por precipitación, volumetría por formación de complejos y volumetría por oxidación-reducción, a través de los cuales se destaca la importancia y amplia aplicación de este método. "Se puntualiza en los tipos de reacciones químicas que se producen en situación de equilibrio" (Alexéiev, N. 1978: 200).

Es decir, dichos temas establecen las bases para el cálculo y resulta de gran importancia la solidez del conocimiento adquirido en lo referente a la preparación de disoluciones, así como el cálculo de la cantidad presente de una especie química en una muestra dada y sus diferentes

formas de expresión. Temas que fueron estudiados en años anteriores de la carrera a través de la Química General, la Química Inorgánica y la Química Física.

La familiarización con las inmensas aplicaciones de los métodos clásicos despierta en el estudiante pretensiones investigativas, manipulativas y laborales, lo que contribuye a la formación del egresado, al cumplimiento de objetivos generales del plan de estudio, disciplina y de la asignatura. Para lograr estas pretensiones es necesario despojarse de enfoques tradicionales de enseñanza y aprendizaje.

“Es importante utilizar métodos productivos, métodos creativos, se hace necesario propiciar un aprendizaje significativo, desde el proceso pedagógico” (Martínez, M. 1995: 7).

El programa de la disciplina establece que a través del tema Volumetría por Neutralización se analice el proceder a seguir en el estudio de los otros métodos volumétricos como el de oxidación-reducción, formación de precipitados y formación de complejos. Sin embargo, la bibliografía a consultar no muestra un orden para dicho estudio.

El contenido, relacionado con la volumetría por redox está ampliamente sistematizada en el libro de texto, pero solo se estudian los métodos permanganometría y dicromatometría, para los que se establecen semejanzas y diferencias entre ellos y con el resto de los métodos estudiados. Los estudios de dichos contenidos se realizan con la bibliografía que establece el programa de la asignatura, sin embargo, las unidades de medidas no se corresponden con el Sistema Internacional, además el concepto de valoración en los libros a utilizar se expresa como titulación, usándose siempre el de valoración.

La bibliografía propuesta para el desarrollo del tema volumetría por formación de complejos, contiene poca información, por consiguiente, para su estudio se hace necesario la utilización del libro Análisis Químico Cuantitativo de Gilbert Ayres y mejor aún es el uso del Analytical Chemistry an Introduction de Skoog and West por la amplia información que ofrece respecto al tema. Clásicos que recogen una basta y profunda información, pero son libros impresos y digitalizados con páginas oscuras, no gratas a la vista. Además, la preparación de los estudiantes en idioma inglés es insuficiente para el uso de dicha bibliografía.

En la literatura referida aparece un grupo de contenidos y cálculos que no se ajustan a los actuales planes de estudio, a partir de sus perfeccionamientos, descargas y adecuaciones según la especialidad objeto de estudio, los contenidos que se enseñan en la educación básica, media y técnica, así como el contexto local en el que se desempeñará el profesional en formación.

Las autoras consideran que esta realidad limita el desarrollo de conocimientos, hábitos y habilidades imprescindibles al profesor en formación de la carrera de Biología-Química para el ejercicio de la futura profesión, son del criterio que, dicho contexto obstaculiza el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Análisis Químico Cuantitativo. Por ello el objetivo es crear una herramienta tecnológica para ilustrar el contenido métodos volumétricos, desde entornos virtuales y facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de dicha asignatura en la sede Blas Roca Calderío.

Teniendo en cuenta tal problemática, así como lo referentes y enfoques sistematizados, para el proceso de formación del profesional pedagógico en la carrera de Biología-Química, las autoras se apoyan de una herramienta informática para el desarrollo del proceso pedagógico de dicha asignatura pues son del criterio que las Tecnologías de la Información y de la Comunicación juegan un papel esencial en la reestructuración del proceso de enseñanza y aprendizaje al ofrecer recursos valiosos para los profesores y estudiantes.

### **Población y muestra**

La herramienta tecnológica que se diseña se utiliza en la asignatura de Química Analítica Cuantitativa durante el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, es utilizada por el profesor en la conferencia y en la clase encuentro, en el desarrollo de las actividades prácticas en el momento de la introducción, sistematización y profundización del contenido.

Hay que tomar en cuenta que la aplicación de las tecnologías en todas las ramas de la vida moderna es un fenómeno social, y los profesores de Química deben impulsar y promover métodos de enseñanza con computadoras con el fin de contribuir al incremento de la calidad de la enseñanza en esta asignatura. Así, su trabajo estaría enfocado en el reconocimiento de la computadora como un recurso más del proceso de enseñanza y aprendizaje, y el uso software educativo, laboratorios virtuales y aplicaciones del paquete integrado Microsoft Office, serían los recursos didácticos en la Química para desarrollar habilidades cognitivas, procedimentales y valores en los estudiantes.

### **Análisis de los resultados**

Los docentes utilizan presentaciones electrónicas pues lo consideran un medio de enseñanza efectivo, valioso para comunicar y lograr comunicación entre los sujetos que participan en el proceso de enseñar y aprender, es un medio idóneo para visualizar ideas principales, imágenes, esquemas con palabras y propiciar incluso el autoaprendizaje en los profesionales que se forman.

Microsoft Power Point es una de las aplicaciones que conforma el proceso de instalación del paquete integrado por Microsoft Office, resulta fácil para la mayoría de los sujetos que lo utilizan y también por sus potencialidades para lograr una presentación multimedia de buen gusto. Esta aplicación es compatible con las PC, laptops, teléfonos según extensiones ppt, pps y jpg, incluso pueden ser vistas también utilizando un televisor.

Para trabajar con aplicaciones informáticas deben tenerse en cuenta algunas características de una presentación efectiva:

1. Clara y bien enfocada, es decir, sencilla de presentar y fácil de comprender.
2. Contenido gráfico. Evitar el exceso de texto y sustituirlo por objetos visuales siempre que la información pueda ser comprendida. La información visual se retiene cinco veces mejor que la oral y la textual.
3. Color. Una presentación es mucho más atractiva con el uso del color; atrae la atención dos veces más que una en blanco y negro, pero su uso indiscriminado puede resultar más perjudicial que no utilizarlo.

Para la elaboración de estas, se tuvo en cuenta:

1. Definición del objetivo general.
2. Esclarecimiento de los receptores.
3. Determinación de la longitud.
4. Selección del modo de presentación.
5. Establecimiento de los recursos.
6. Precisión del material auxiliar.

Se tomaron en cuenta también, los requisitos:

- ✓ ¿Qué se desea comunicar?
- ✓ ¿Qué características tiene el público al que va dirigida?
- ✓ ¿De qué tiempo se dispone para la exposición?
- ✓ ¿Cuántas diapositivas utilizar?
- ✓ ¿Qué material bibliográfico se requiere?
- ✓ ¿Cuál será el diseño de cada uno de los recursos a utilizar?
- ✓ ¿Qué efectos especiales se utilizarán?
- ✓ ¿Cómo realizar las transiciones de una diapositiva a otra?
- ✓ ¿Qué elementos apoyan la presentación?, etc.

Se recurrió igualmente a la revisión documental, el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción, la observación de los sujetos que participan en el proceso de enseñanza-

aprendizaje de la asignatura Análisis Químico Cuantitativo. Se analizó el plan de estudio, modelo del profesional, el plan de la disciplina, el programa de la asignatura y de la enseñanza general.

Este análisis permitió, especificar el sistema de conocimiento, las habilidades de la especialidad e intelectuales a desarrollar en el 3. Año de la carrera de Biología-Química, los valores fundamentales a los que se tributa; la experiencia de la actividad creadora. Se estudiaron las indicaciones metodológicas generales y específicas para su organización y la bibliografía a utilizar a través del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

El programa de la disciplina destaca que al estudiar el tema Análisis Volumétrico, se debe destacar su importancia, definir los conceptos necesarios para el estudio de los siguientes métodos volumétricos, recalcar cómo, a partir de sus definiciones, se podrán establecer regularidades y diferencias que constituyen especificidades para cada método volumétrico, lo cual permitirá ir haciendo un estudio comparativo entre los métodos y concebir el análisis como un todo y no como un conjunto de métodos diferentes. Estas cuestiones se valoraron para el procesamiento del conocimiento y la información a sistematizar a través de la herramienta tecnológica según el método volumétrico que se estudia.

Como consecuencia se tuvo en cuenta el desarrollo de elementos de investigación, la producción local a partir del análisis químico y el desarrollo de estrategias curriculares tales como: lengua materna e inglés, informatización, formación ambiental, la relación interdisciplinar y entre asignaturas.

Se estudió y analizó la bibliografía básica, complementaria y libros de texto de la enseñanza general, lo que facilitó contextualizar el sistema de conocimiento, puntualizar las ideas principales a sistematizar a través de las presentaciones electrónicas de modo que el profesional quede preparado para su labor en las distintas enseñanzas. Tal estudio aportó delimitar el aprendizaje previo y el nuevo aprendizaje que deben alcanzar los profesionales en su formación.

Se examinó la caracterización psicopedagógica de los estudiantes grupo clase, a través de ella se concluyó que la minoría de los estudiantes tienen un aprendizaje creativo y productivo, incluso casi nunca se auto-gestionan su aprendizaje, se evaluaron las necesidades de aprendizaje; muestran desmotivación hacia el aprendizaje de dicha ciencia, presentan bajo interés en el estudio y como consecuencia algunos no obtienen buenas calificaciones en las evaluaciones aplicadas.

Pocos estudiantes aplican de manera coherente y lógica lo que aprenden y la mayoría aprende de manera reproductiva, son disciplinados, respetuosos. Se tuvo en cuenta la categoría líder para direccionar el estudio y hacer uso de las presentaciones elaboradas junto con otros medios y vías para la preparación de los estudiantes con vista al desarrollo de actividades prácticas.

Se valoraron los requisitos para la elaboración y manipulación de presentaciones electrónicas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, se fijaron las notas para la exposición y/o documentos anexos a utilizar, el tamaño de la letra, el contenido de cada diapositiva, el color, las imágenes, el formato, etc.

Se decidió la elaboración de estas teniendo en cuenta aspectos teóricos, metodológicos y prácticos del contenido relacionado con el método clásico de análisis volumétrico, precisándose los conceptos claves para cada uno de los métodos que establece el programa, como son: volumetría ácido-base o por neutralización, volumetría por formación de precipitados, volumetría por formación de complejos y volumetría por redox o de oxidación-reducción.

- Desde lo teórico se decidió incluir para cada método: principios básicos, fundamentos teóricos que lo sustenta, importancia, tipo de reacción química en la valoración y características de estas.

MÉTODOS VOLUMÉTRICOS

Principio básico

Estos métodos, como todo método volumétrico, se basan en la medida del volumen de una disolución de concentración conocida, que se necesita para reaccionar estequiométricamente con un volumen dado de otra disolución cuya concentración se desconoce.

$$c(x/z') \times V = c'(x/z'') \times V''$$

- Desde lo metodológico: las condiciones de trabajo a tener en cuenta para su puesta en práctica, procedimiento a seguir en dicho método químico de análisis, las sustancias químicas que participan en el proceso.
- Desde la práctica: instrumentos a utilizar, vínculo con otras asignaturas de la propia disciplina y con las restantes asignaturas de la carrera, las aplicaciones del método objeto de estudio en distintas ramas de la ciencia, la vinculación en la vida práctica e interdisciplinar y el procesamiento de datos obtenidos teórica o experimentalmente.

**ANÁLISIS VOLUMÉTRICO POR NEUTRALIZACIÓN**

**Diagnosticar pancreatitis:** midiendo la actividad de la lipasa sérica. Las lipasas hidrolizan los triglicéridos de ácidos grasos de cadena larga. En la reacción se liberan dos moles de ácido graso y un mol de  $\beta$  monoglicérido por cada mol de triglicérido presente en la reacción:

$$\text{Triglicérido} \xrightarrow{\text{lipasa}} \text{monoglicérido} + 2 \text{ácido graso}$$

Si se permite que la reacción transcurra durante un cierto tiempo, se puede valorar entonces el ácido graso liberado con NaOH empleando un indicador de fenolftaleína o un medidor de pH.

La cantidad de ácido graso producida en un tiempo fijo está relacionada con la actividad de la lipasa.

Procedimiento completo que puede automatizarse:



**ANÁLISIS VOLUMÉTRICO POR OXIDACIÓN-REDUCCIÓN**

En este tipo de valoraciones ocurren reacciones en las cuales existe transferencia de electrones entre las especies involucradas en el proceso.


$$5 \text{Fe}^{2+} (\text{ac}) + \text{MnO}_4^- (\text{ac}) \rightleftharpoons 5 \text{Fe}^{3+} (\text{ac}) + \text{Mn}^{2+} (\text{ac})$$

La factibilidad para llevar a cabo un análisis volumétrico redox depende del valor del potencial:

Potencial  $E$  ( $E = E^0 - 0.059 \log \frac{[\text{Red}]}{[\text{Ox}]}$ ) en volumetría redox

$$E = \frac{E^0 - 0.059}{n} \log \frac{[\text{Red}]}{[\text{Ox}]}$$

Método Clásico o Químico



La tecnología elaborada posee un entorno agradable, puede ser visualizada desde los móviles y se encuentra colgada a través de la plataforma tecnológica MOODLE de la página Web de la universidad. Es un medio para el docente en la dirección del proceso pedagógico; para los estudiantes es un aliciente por sus formas, métodos, procedimientos de aprender y de estudiar.

La herramienta diseñada se utiliza en la asignatura de Química Analítica Cuantitativa durante el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, es utilizada por el profesor en la conferencia y en la clase encuentro, en el desarrollo de las actividades prácticas en el momento de la introducción, sistematización y profundización del contenido.

Es utilizada por los estudiantes para el desarrollo del estudio individual, para la preparación del desarrollo de clases prácticas y prácticas de laboratorio, unido a manuales, guías, folletos que se encuentran en la plataforma tecnológica MOODLE de la página web.

Consta de presentaciones electrónicas dedicadas a cada uno de los temas del programa de la asignatura. En la primera presentación electrónica se destacan generalidades del método clásico volumétrico, su importancia, se hace alusión a términos empleados en el análisis volumétrico, se definen conceptos básicos y más frecuentes empleados en este ámbito tales como: muestra, alícuota, analito, técnica analítica, método analítico, disolución patrón o estándar, punto de equivalencia, punto final, error de valoración, indicador y curva de valoración; términos que se muestran en las diapositivas tanto en idioma español como inglés y sus definiciones se ajustan a la especialidad objeto de estudio.




**LA VOLUMETRÍA REDOX**

Constituye probablemente el grupo más extenso de los métodos volumétricos, aplicables a la determinación de la mayoría de los elementos químicos.

Entre los de interés agropecuario se pueden determinar por ejemplo: hierro, cobre, cobalto, nitrógeno en nitritos, cloro en hipoclorito, etc.

Determinación de agua, determinación de grupos funcionales aromáticos, en procesos biológicos: agentes oxidantes.



**SISTEMA DE INDICADORES**



Comienzo

Pre equivalencia

Indicador adsorbido



Se clasifican los métodos de análisis, así como el proceso analítico y se tipifican según la naturaleza de las reacciones químicas de valoración, destacándose los requisitos que estas deben cumplir para ser empleadas como reacciones de valoración. Las que facilitan la clasificación de los otros métodos que se estudian en los restantes temas del programa de la asignatura.

Se significan los principios básicos de las volumetrías y los cálculos implicados en ellas. Se muestran imágenes de la dotación de laboratorio para su aplicación en la práctica clasificándolos en precisos y exactos; se complementa su estudio y profundización con el uso de los manuales de trabajo en el laboratorio químico de la autoría de un profesor del colectivo pedagógico, los que se encuentran en la plataforma tecnológica MOODLE de la página web de la sede.

En su orientación se tiene en cuenta lo ilustrado en temas anteriores, se propicia en todos los momentos posibles la comparación, se motiva a la búsqueda de regularidades, diferencias, que permiten poner en claro características propias y esenciales de cada método.

Se socializa a través de esta vía la amplia aplicación que dichos métodos volumétricos tienen

**ANÁLISIS VOLUMÉTRICO POR NEUTRALIZACIÓN**



**CURVAS DE VALORACIÓN LOGARÍTMICAS** es una representación gráfica de la variación de la concentración de uno de los reactivos de la valoración (análito o valorante) con respecto al volumen de valorante añadido al medio de valoración.

Representación gráfica de la variación de los reactivos o productos de la reacción volumétrica principal durante el proceso.

Pueden distinguirse dos regiones perfectamente diferenciadas, ya que se hallan separadas por el punto de equivalencia.

A la región que comprende todos los volúmenes de valorante inferiores al correspondiente al del punto de equivalencia se le llama zona de pre-equivalencia.

La zona de post-equivalencia incluye todos los valores de volumen de valorante superiores al del punto de equivalencia.

**Analogía entre las reacciones de neutralización y las reacciones de oxidación-reducción**

ácidos y bases	oxidantes y reductores
Para que una sustancia manifieste su carácter ácido, es indispensable la presencia de una base	Para que una especie química manifieste su carácter reductor, resulta indispensable la presencia de un agente oxidante
<b>Fortaleza</b> Cuanto más fuerte es una base, mayor es su afinidad por el protón; y al adicionar el protón se forma un ácido débil.	<b>Fortaleza</b> Un oxidante es más fuerte en la medida que mayor sea su afinidad por los electrones y al adicionar el número de electrones necesarios se transforma en un agente reductor débil.

en la producción local, en la elaboración y calidad de los alimentos, así como otros bienes elaborados, el uso que estos tienen en el diagnóstico de enfermedades y para la salud, así como en el estudio y evaluación del medio ambiente.

La herramienta tecnológica diseñada constituye una vía para reforzar la motivación hacia la carrera, la asignatura y resaltar la importancia del método clásico volumétrico, la vinculación con la enseñanza media, básica, técnica y con la especialidad que se estudia. Siempre se utilizan en las conferencias introductorias de cada uno de los métodos volumétricos estudiados. Los estudiantes en formación se apropian de los fundamentos teóricos y prácticos más actualizados referidos al método clásico volumétrico. Integran conocimientos adquiridos, sistematizan lo aprendido, lo vinculan con la vida práctica y con disciplinas de la carrera. A partir de la propuesta desarrollan habilidades intelectuales y específicas entre las que se encuentra escuchar, resumir, tomar notas de clases, hacer esquemas, cuadros sinópticos, gráficos, desarrollan su vocabulario, el pensamiento lógico y teórico. Además, los estudiantes se preparan para la realización de actividades prácticas y de laboratorios, se muestran concentrados.

En el último tema con la ayuda de la presentación electrónica se hace un cierre final del método clásico estudiado como un todo, se hace una valoración holística del método volumétrico, se desea éxitos a los estudiantes en la evaluación final de la asignatura y a través de algunos ítems emiten criterios valorativos y evaluativos relacionados con la herramienta utilizada.

Para la aplicación de la tecnología que se implementa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Análisis Químico Cuantitativo del tercer año de la carrera Biología-Química, se aprovecha la oportunidad que la mayoría de los estudiantes cuentan con implementos tecnológicos como laptops, tablets, teléfonos y USB.

Este trabajo es resultado de la práctica pedagógica de las autoras, en la que los estudiantes constituyen el centro del proceso pedagógico. Constituye una de las formas fundamentales de trabajo metodológico que se desarrolla en el departamento de Química, en la disciplina Química Inorgánica y Analítica, a través del que el profesor queda preparado y actualizado en el contenido relacionado al método clásico volumétrico de manera digitalizada para ser utilizado por estudiantes para su autoaprendizaje y profesores en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Análisis Químico Cuantitativo para la formación de profesores para la enseñanza media, básica y técnica.

La evaluación y opinión de los estudiantes relacionados con las presentaciones electrónicas utilizadas como herramienta tecnológica para desarrollar tal proceso pedagógico fueron valoradas como sigue:

Dimensión	Ítems	Respuestas	%
Diseño	Tipo	Si	100
	Color	Agradable	83,33
		Bonito	100
Tamaño letra	Aceptable	100	
Contenido	Utilidad	Si	100
	Amplitud	Si	100
Imágenes	Ajuste al tema	Si	100
Proceso de enseñanza-aprendizaje	Optimo	Si	83,33
	Productivo	Si	100
	Significativo	Si	100

## Conclusiones

1. La herramienta tecnológica ofrece a los estudiantes y docentes un medio digitalizado, que complementa la bibliografía existente y orientada en el programa de la disciplina para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Análisis Químico Cuantitativo.
2. Con la aplicación de la herramienta tecnológica se eleva considerablemente la motivación, se mejora la apropiación de los conocimientos químicos; propicia una mejor memorización a largo plazo de dichos conocimientos, se desarrollan convicciones, eleva la efectividad del sistema de enseñanza y garantiza calidad de los resultados docentes.

## Referencias Bibliográficas

- Alexéiev, N. (1978). Análisis Cuantitativo. Moscú, Cuba: Mir.
- Ayres, G. (1978). Análisis Químico Cuantitativo . La Habana: Pueblo y Educación .
- Colectivo de autores. (2001). Elementos de Informática Básica. La Habana: Pueblo y Educación.
- Martínez, M. (1995). La actividad pedagógica creativa. Pedagogía 95. La Habana: Pueblo Educación.
- Skoog, A. y West, M. (8va Edición). Analytical Chemistry an Introduction. Mexico: Thomson Larning.