

Tipo de artículo: Artículo original

Habilidades experimentales en el análisis químico cuantitativo mediante las TICs

Experimental skills in quantitative chemical analysis using ICTs

Milton Fabián Herrera Herrera^{1*} , <https://orcid.org/0000-0002-2877-6818>

Teresa de Lourdes Jara Salguer² , <https://orcid.org/0000-0003-4024-7043>

¹Coordinación de investigación. Universidad Técnica de Cotopaxi. milton.herrera@utc.edu.ec

²Bachillerato Internacional; Unidad Educativa “Primero de Abril”. teresa.jara@educacion.gob.ec

* Autor para correspondencia: milton.herrera@hotmail.com

Resumen

El proceso de formación de habilidades experimentales en los estudiantes ha tenido históricamente insuficiencias, al asumir por parte del profesorado tendencias didácticas en la experimentación de las ciencias que no propician dicho proceso, caracterizadas en las últimas décadas por fundamentaciones teóricas que conducen a que en el proceso de la experimentación se adopten posiciones contrapuestas y contradictorias. Una dificultad didáctica, que tienen los profesores para la formación de las habilidades experimentales, es que no poseen una concepción acertada sobre los componentes esenciales que integran estas habilidades: las acciones síquicas y prácticas, lo que conduce a que se limiten a centrar el proceso de formación predominantemente en las prácticas, dado en no trabajar con las síquicas, no por omisión, sino por desconocimiento de la importancia de las mismas en la formación de las habilidades experimentales. Sin embargo, existe escasez de investigaciones científico-metodológicas que garanticen de forma eficiente el proceso de formación de las habilidades experimentales, pues las mismas se caracterizan por otorgar una posición pasiva, dependiente y con escasa significación para los estudiantes; pues las existentes centran sus objetivos en la formación de las habilidades manipulativas. La presente investigación propone una solución que se sustenta en el desarrollo de una metodología para fomentar el desarrollo de habilidades experimentales en el análisis químico cuantitativo. La metodología propuesta se sustenta a partir del empleo de las TICs en su integración para el desarrollo de las habilidades.

Palabras clave: metodología; desarrollo de habilidades; TICs.

Abstract

The process of training experimental skills in students has historically had shortcomings, as teachers assume didactic tendencies in the experimentation of the sciences that do not promote this process, characterized in recent decades by theoretical foundations that lead to the fact that in the process From experimentation, opposing and contradictory positions are adopted. A didactic difficulty that teachers have for the formation of experimental skills is that they do not have a correct conception about the essential components that make up these skills: psychic and practical actions, which leads to their being limited to focusing the process of training predominantly in practices, given in not working with psychics, not by omission, but by ignorance of their importance in the formation of experimental skills. However, there is a shortage of scientific-methodological research that efficiently guarantees the process of training experimental skills, since they are characterized by granting a passive, dependent position with little significance for students; since the existing ones focus their objectives on the formation of manipulative skills. This research proposes a solution that is based on the development of a methodology to promote the development of experimental skills in quantitative chemical analysis. The proposed methodology is based on the use of ICTs in their integration for the development of skills.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons de tipo Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Keywords: *methodology; skill development; ICTs.*

Recibido: 11/03/2021
Aceptado: 28/08/2021

Introducción

El proceso de formación de habilidades experimentales en los estudiantes ha tenido históricamente insuficiencias, al asumir por parte del profesorado tendencias didácticas en la experimentación de las ciencias que no propician dicho proceso, caracterizadas en las últimas décadas por fundamentaciones teóricas que conducen a que en el proceso de la experimentación se adopten posiciones contrapuestas y contradictorias. En los años más recientes han sido fundamentadas teóricamente y probadas en la práctica escolar estrategias didácticas más coherentes, las cuales permiten que el estudiante deje ser objeto de enseñanza para convertirse en sujeto de su aprendizaje, guiado por el profesor (Merino et al., 2015), (Calpa & Delgado, 2017).

Una dificultad didáctica, que tienen los profesores para la formación de las habilidades experimentales, es que no poseen una concepción acertada sobre los componentes esenciales que integran estas habilidades: las acciones síquicas y prácticas, lo que conduce a que se limiten a centrar el proceso de formación predominantemente en las prácticas, dado en no trabajar con las síquicas, no por omisión, sino por desconocimiento de la importancia de las mismas en la formación de las habilidades experimentales. Como consecuencia de lo anterior, existe escasez de investigaciones científico-metodológicas que garanticen de forma eficiente el proceso de formación de las habilidades experimentales, pues las mismas se caracterizan por otorgar una posición pasiva, dependiente y con escasa significación para los estudiantes; pues las existentes centran sus objetivos en la formación de las habilidades manipulativas (Ventura, 2016), (Zarandona et al., 2019).

La generalidad de las investigaciones de los autores consultados poseen las características anteriores. Con respecto a la disciplina Análisis Químico Cuantitativo, no existen investigaciones para la formación en los estudiantes de las habilidades experimentales específicas, las cuales otorguen una posición activa, independiente, desarrolladora y de búsqueda de intereses y motivaciones en los estudiantes (Sepulveda et al., 2019), (Villoria & Fuentes, 2015), (Vigotsky, 2021).

La presente investigación tiene como objetivo: desarrollo de una metodología para fomentar el desarrollo de habilidades experimentales en el análisis químico cuantitativo. Las concepciones teóricas de la investigación están sustentadas en el paradigma Histórico - Cultural de S. L VIGOSTKI, la Teoría de la Actividad de A. N. LEONTIEV y la Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales (T.F.E.A.M.) de P. Y GALPERIN y N. F. TALIZINA (Talízina, 1987), (Galperin, 1986).



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**
(CC BY 4.0)

La investigación se encuentra estructurada en introducción, materiales y métodos, resultados y discusión. La introducción presentó la problemática sobre la cual se sustenta la investigación propuesta, los materiales y métodos realizan una descripción de los principales referentes teóricos metodológicos relacionados con el desarrollo de habilidades experimentales en el análisis químico cuantitativo, se realiza una descripción de los principales elementos que sustentan la propuesta. Los resultados y discusión presentan los resultados de la introducción de la metodológica en la práctica docente.

Materiales y métodos

Una posición psicológica que debe tener en cuenta el profesor para la mejor comprensión de los procesos mentales que se operan en los estudiantes durante el proceso de formación de las habilidades experimentales, es la teoría de formación por etapas de las acciones mentales de P. Y. GALPERIN (Talízina, 1987), (Galperin, 1986).

Para la formación de habilidades experimentales en la enseñanza de las Ciencias, el experimento docente desempeña un papel fundamental. En esta investigación se asume el concepto de experimento químico docente definido por MANCEBO (Mancebo, 2000), pues se considera que el mismo es uno de los procedimientos metodológicos principales destinados a la dirección y guía del profesor para garantizar la efectividad de las acciones del aprendizaje de los estudiantes.

El experimento químico docente juega un importante papel, pues puede ser fuente primaria del conocimiento de los fenómenos como medio para la formación de las habilidades experimentales de los estudiantes, fijar los conocimientos teóricos, demostrar la validez o los errores de las hipótesis, y formar el interés de los estudiantes hacia el estudio de la Química.

La práctica de laboratorio para el desarrollo de conocimientos duraderos en los estudiantes es enfocada en la dirección de la formación de las habilidades en el trabajo científico experimental, al entrenarlos en la utilización de diferentes métodos y técnicas en la solución de situaciones problémicas experimentales, lo que implica un elevado grado de independencia y creatividad en el proceso de su realización.

Los estudiantes deben comparar los resultados experimentales correctos con las afirmaciones derivadas del enunciado hipotético y determinar si las mismas coinciden con la realidad. A continuación, se remiten a la hipótesis para determinar la veracidad o falsedad de esta y después formulan una conclusión al respecto; en caso contrario, es decir, que el estudiante haya obtenido un resultado incorrecto durante su procedimiento de solución, no realizaría la comparación con la hipótesis de trabajo, lo que debe determinar, en ese caso, son las causas de sus errores experimentales involucrados en el resultado incorrecto.



Si el enunciado hipotético resultara falso, implica que los resultados experimentales obtenidos no son verdaderos, pero no deben ser totalmente desechados, pues conducen, por una parte, a la formulación de una hipótesis nueva o algo modificada mediante la eliminación de los aspectos falsos; y por otra parte, a la obtención de nuevos conocimientos.

Los resultados obtenidos en el experimento son utilizados en la sugerencia de solución de nuevas situaciones problemáticas más complejas que hagan posible la profundización y afianzamiento de los nuevos conocimientos adquiridos, abordar estudios teóricos para la comprensión de algún concepto a un nivel de mayor complejidad, y la posibilidad de toma de decisiones, emisión de criterios o juicios valorativos con respecto a una problemática relacionada con sectores de la Ciencia-Tecnología-Sociedad; con implicación de los mismos en el plano profesional.

Las tendencias didácticas en la experimentación de las ciencias y la necesidad del empleo del método experimental en la enseñanza de la Química fueron abordadas en el capítulo anterior. De manera que se hace necesario el cambio en la concepción de desarrollar las actividades experimentales al lograr que el estudiante pueda trabajar de forma independiente, creadora y en la búsqueda de sus intereses y motivaciones.

El Análisis Químico Cuantitativo está conformada por dos elementos: Métodos Químicos de Análisis y Métodos Químico - Físicos de Análisis, se imparte cuando estos han formado habilidades experimentales de las disciplinas precedentes, y, además, su sistema de contenidos incide en el campo de acción del futuro egresado. La asignatura de química tiene relación interdisciplinaria con las restantes disciplinas básicas para la profesión, ya que de una toma su fundamento teórico y a otras aporta la exactitud y precisión en el desarrollo de las actividades experimentales.

Al realizar un análisis de los objetivos declarados en el Modelo del Profesional, se observa que esta disciplina tiene el encargo de formar habilidades experimentales específicas en los estudiantes que la cursen, y sistematizar el proceso iniciado en disciplinas precedentes, razón por la que se acomete el trabajo de selección y estructuración interna de las mismas, tomando como punto de partida el análisis de las habilidades experimentales precedentes. El estudio de las prácticas de laboratorio que se realizan en la disciplina permite determinar cuáles de las habilidades precedentes se pueden lograr sistematizar y las habilidades manipulativas que tradicionalmente se forman, lo que sirve de base para determinar las habilidades manipulativas específicas de la asignatura, es decir, las que están relacionadas directamente con la manipulación de los diferentes útiles y equipos del laboratorio docente de análisis químico.

En consecuencia, con las características que asume la experimentación se determinó las acciones necesarias para la resolución de los problemas experimentales cuantitativos en la disciplina y en correspondencia con las habilidades manipulativas específicas, se procedió a conformar de forma sistémica las habilidades experimentales específicas al tener en cuenta el grado de complejidad y generalización, con lo cual queda determinado el sistema de habilidades



experimentales específicas, con su operacionalización, el cual está estructurado en las habilidades siguientes, que tienen un vínculo funcional jerárquico:

1. Manipular útiles y equipos.
2. Realizar operaciones precisas y exactas.
3. Preparar reactivos generales y específicos.
4. Medir magnitudes químicas y química - físicas, a la muestra que se ha de cuantificar.
5. Resolver problemas experimentales cuantitativos, utilizando métodos químico y químicos-físicos de análisis.

La operacionalización del sistema de habilidades se efectúa con el objetivo de que sirva de guía para el trabajo de formación de las habilidades en los estudiantes y para el profesor en el proceso de control y evaluación del desempeño de los alumnos.

Para realizar la operacionalización del sistema, se procede a determinar las acciones inherentes a cada habilidad en la asignatura, y a partir de las mismas se establecen las acciones generales y específicas.

En resumen, se considera que en todo proceso de formación de habilidades experimentales debe existir un conjunto de acciones que permitan al estudiante realizar la planificación, organización, orientación y ejecución de su actividad experimental, así como acciones tendientes a propiciar la utilización de procedimientos de regulación de su actividad (acciones de autocontrol y autoevaluación); las cuales, en su conjunto, constituyen los elementos esenciales para un aprendizaje activo, reflexivo y creativo. Estas acciones permiten que los estudiantes, mediante su internalización y puesta en práctica, sean más conscientes de la realización de las actividades experimentales, al tener en cuenta los objetivos, las condiciones que poseen, y los procedimientos a emplear.

La Química es una ciencia que estudia la naturaleza y por ello la orientación de su enseñanza debe ser sobre la base del vínculo entre el método teórico y el experimental. Separar la teoría del experimento químico es no haber comprendido que la Química es una ciencia teórico - experimental.

Los laboratorios de Química deben conformar un sistema para aplicar los fundamentos del método experimental, y su objetivo fundamental debe ser que el estudiante asimile contenidos esenciales de la actividad investigativa y creadora. En este epígrafe se describe una metodología para favorecer el proceso de formación de las habilidades experimentales específicas de los estudiantes, se basa en la aplicación del método investigación dirigida que sustenta sus bases en el método experimental, en la experimentación de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo.

La metodología permite, al tener en cuenta la ubicación de esta disciplina en el Plan de estudio:



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**
(CC BY 4.0)

- Continuar la preparación de los alumnos de forma sistémica en el proceso de formación de las habilidades experimentales, así como enfrentar la solución de problemas experimentales en la experimentación de la química y otras ciencias experimentales.
- Propicia la lógica de desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Eleva el nivel de motivación del estudiante al incorporarse al proceso al comprender que el contenido que se le ofrece le es necesario y significativo en su formación profesional.
- Contribuye a la formación de los contenidos, pues son asimilados a partir de su aplicación al ser más duraderos en su estructura cognoscitiva.

Variadas actividades humanas se rigen por componentes estructurales y funcionales tales como, la orientación, ejecución y control. Estas etapas les son afines a la dirección del proceso docente-educativo, tanto para actividades teóricas como prácticas. Para la asimilación más consciente de los contenidos de las asignaturas están las habilidades para planificar, orientar, controlar y evaluar la actividad de aprendizaje, las que presuponen un comportamiento más reflexivo y regulado del proceso.

Estas habilidades no siempre son insertadas en la actividad de aprendizaje como parte de los procedimientos a adquirir por el alumno, sin embargo, su inclusión se justifica si se tiene en cuenta que son precisamente muchas de estas habilidades las que se ponen en marcha cuando el sujeto enfrenta la solución las diferentes tareas y problemas, las cuales le exigen orientarse, analizar las condiciones impuestas, planificar cómo solucionarlas, buscar distintas alternativas de solución, ejecutar el procedimiento diseñado, controlar y evaluar el cumplimiento de los objetivos que le permitan hacer ajustes y anticipar las nuevas acciones a realizar, como parte de la autorregulación de la actividad.

Para la elaboración de la metodología se toman y modifican las metodologías para la formación de habilidades experimentales de las disciplinas Química General e Inorgánica, propuestas para la carrera de Química del ISPH por O. MANCEBO (Mancebo, 2000) y (Estévez Tamayo, 2000). A las etapas que la componen se les realizan necesarias modificaciones, al contextualizarlas a las exigencias y especificidades que imponen los contenidos de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo.

Las etapas que se proponen en esta metodología son las siguientes:

1. Planificación
2. Orientación
3. Ejecución
4. Control y Evaluación.



Etapa 1: Planificación

La Planificación de la actividad cognoscitiva está orientada hacia la determinación en cada fase o momento, de qué acciones deberán ser realizadas por los estudiantes y profesores, estos últimos en su función de dirección y guía de la actividad para asegurar que el proceso de enseñanza-aprendizaje potencie el desarrollo eficaz de los alumnos.

La preparación del docente es una exigencia para la concreción eficaz de la metodología, en lo referente a:

- Dominio de los contenidos.
- Preparación metodológica.
- Dominio de los métodos de enseñanza y aprendizaje necesarios para el desarrollo de las actividades experimentales.
- Dominio de los procedimientos que permitan utilizar de manera eficaz los métodos seleccionados.

Un elemento fundamental en la dirección de esta etapa por el profesor, lo constituye el crear una disposición positiva en el alumno para la actividad cognoscitiva. Resulta esencial la motivación de los escolares por las tareas, con una verdadera implicación personal, al despertar su interés hacia el conocimiento a adquirir. Para ello se debe tener en cuenta el conocimiento que tiene sobre el nuevo contenido y las representaciones a partir de su experiencia anterior, lo que permite introducir el nuevo conocimiento con una intervención más directa y consciente por parte del alumno, de modo que este se sienta implicado, al formar parte de la elaboración del nuevo contenido, sin recibirlo como algo acabado.

Etapa 2: Orientación

La orientación juega un papel importante en el desarrollo de las actividades docentes, con ella el estudiante garantiza qué va a hacer antes de ejecutarlo, o sea, concibe tener una representación anticipada de los resultados a alcanzar y conocer las condiciones necesarias para lograrlos. Con la aplicación de esta etapa se propicia que el alumno realice las acciones de una manera consciente y no se convierta en ejecutor mecánico.

Es práctica común en las orientaciones que planifica el maestro para desarrollar las asignaturas, que se precise la actividad a realizar por él, al desempeñar el papel activo y principal en el proceso de enseñanza-aprendizaje en detrimento de las potencialidades que poseen los estudiantes de formar parte activa de su aprendizaje, lo que ha conducido en la práctica escolar tradicional a un aprendizaje limitado, pasivo, con escasa significación para el alumno, al propiciar de este modo limitaciones en el proceso de asimilación de los conocimientos y en la formación de las habilidades experimentales, en los estudiantes.

En dependencia del nivel de orientación que posee el alumno con respecto a los puntos de referencia que les sirven de apoyo para poder actuar, para desarrollar un trabajo activo sobre el material objeto de conocimiento, así será el nivel



de generalización que alcanzará, puesto de manifiesto en la base orientadora como un aspecto determinante, que sirve de referencia al sujeto al generalizar el objeto o el procedimiento que aprende.

Etapa 3: Ejecución

Es en esta etapa donde el estudiante aplica los procedimientos diseñados en la etapa anterior, con la finalidad de obtener los resultados, lo que le permitirá aceptar o rechazar la hipótesis escolar de trabajo formulada.

Para lograr estos objetivos, el profesor debe tener presente que si no concibe una adecuada planificación de la actividad docente de forma satisfactoria, el estudiante no logrará planificar la solución de la situación problemática, con lo que el proceso de ejecución transcurre en ausencia de análisis, y de una actitud reflexiva y de búsqueda; situación que puede conducir al practicismo.

En la metodología propuesta antes de ejecutar las habilidades experimentales específicas por el estudiante, que algunas de ellas se materializan como acciones manipulativas, las mismas son objeto de análisis y estudio previo como parte de la etapa de orientación, lo que conduce al alumno a una ejecución consciente y racional de su actividad experimental, al mismo tiempo que propicia la formación de las acciones presentes en los procedimientos a emplear en la solución del problema experimental cuantitativo; es decir, podrá alcanzar procedimientos generalizados.

De esta forma se logra una correcta combinación de las acciones físicas y mentales, porque el estudiante ha tenido una buena orientación en la búsqueda de la solución a la situación problemática planteada, bajo la guía del profesor. De ocurrir lo contrario, predominarían las acciones físicas por encima de las mentales, y por tanto, el proceso de formación de las habilidades experimentales se ve afectada significativamente, debido a que el estudiante se preocupa más por manipular inconscientemente, que por lograr una combinación armoniosa con las acciones mentales.

Etapa 4: Control y Evaluación

A esta etapa se le concede una dualidad de funciones, pues con la realización de sus acciones permite culminar el proceso de formación de las habilidades experimentales y además comprobar el nivel de formación de estas habilidades al constatar la eficacia de los procedimientos diseñados y empleados por los estudiantes (cumplimiento de los objetivos), a través del control realizado (diagnóstico inicial y continuo). Este control es asumido, tanto por los alumnos como por el profesor, y el resultado final está dado por el grado de socialización que se alcance. Para poder realizar los ajustes y correcciones requeridas, es de suponer que cuando el sujeto se percata de que no coincide su ejecución con la orientación realizada, inicie un proceso de rectificación de sus acciones para lograr la respuesta correcta.

El autocontrol y autoevaluación son mecanismos de la autorregulación de las acciones que realizan los estudiantes y se pone de manifiesto en los diferentes momentos en que se soluciona una tarea. Por lo que se propone que el



estudiante realice autocontroles parciales para cuando finalice una etapa, y uno final, que le permita efectuar una valoración general de todas las acciones mentales y prácticas realizadas.

Resultados y discusión

Para la implantación de la metodología en la docencia experimental de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo, se hace necesario asumir los cambios realizados en la experimentación anteriormente declarados. En el presente epígrafe se ofrecen los principales resultados obtenidos en el proceso de formación de las habilidades experimentales específicas de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo, mediante la implantación de la metodología propuesta.

Se procede a la aplicación del diagnóstico inicial, en la asignatura Métodos Químico-Físicos de Análisis, en el curso 2018-2019, con el objetivo de constatar el nivel de formación de las habilidades experimentales específicas a un total de 15 alumnos. Lo que nos permite arribar a los siguientes resultados:

- El 100% de los alumnos reconocen que no poseen procedimientos propios para la resolución de problemas experimentales docentes, y aceptan que se les enseña tales procedimientos. Un 70% considera muy necesario adquirir estos procedimientos de resolución, un 10% lo considera necesario y un 20% casi necesario.
- El 70% de los alumnos consideran que las habilidades experimentales de la asignatura Métodos Químico-Físicos de Análisis, son las mismas de las disciplinas Química General y Química Inorgánica.
- El 100% de los estudiantes demuestran no tener formadas las habilidades experimentales de la asignatura Métodos Químico-Físicos de Análisis, pues no saben nombrar los equipos de laboratorio que se utilizan en las actividades experimentales, desconocen las operaciones para su preparación general, las características de las escalas y cómo proceder para su lectura y las disoluciones para trabajar con los mismos, así como los procedimientos para la determinación de la concentración con la magnitud químico-física medida.
- Los estudiantes evidencian pobre formación de acciones que corresponden a habilidades precedentes, un ejemplo es que no poseen procedimientos para la resolución de problemas experimentales.

Estos resultados obtenidos muestran de manera general que el proceso de formación de las habilidades experimentales no debe circunscribirse a una disciplina o un grupo de ellas, sino que se debe potenciar su formación en todas las disciplinas de la carrera, al responder a las características de estas.

El uso de la escala analítico-sintética durante el desarrollo de las actividades experimentales le permite al profesor categorizar las acciones inherentes a cada habilidad y, finalmente, expresar un criterio acerca de la formación de éstas por el estudiante. La evolución del proceso de formación en los estudiantes de la habilidad experimental específica: "Resolver problemas experimentales cuantitativos, mediante el uso de los métodos químicos y químico-físicos",



evidencia que de la primera a la última actividad experimental existe una notable diferencia, en el sentido de la formación de la habilidad, lo que se atribuye fundamentalmente al empleo de la metodología propuesta.

Los controles efectuados, en cada práctica de laboratorio al proceso de formación de las habilidades experimentales específicas de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo, permiten expresar el comportamiento de cada una de las etapas de la metodología propuesta, de forma general.

Se evidencia que en la etapa de Planificación para las dos primeras prácticas de laboratorio se presentan dificultades en las acciones referentes a la identificación, análisis cualitativo e internalización de la situación problémica, y como en las restantes actividades experimentales los estudiantes muestran formadas las acciones que le permiten una correcta planificación de la experimentación.

La formación por los estudiantes de las acciones inherentes a la etapa de Orientación muestran deficiencias durante la realización de la primera práctica de laboratorio, pues los alumnos no logran proponer procedimientos experimentales que den solución a la situación problémica al no enunciar las hipótesis escolares. Esta situación muestra evidencias de cambios para la segunda práctica de laboratorio, pues los estudiantes logran proponer estos procedimientos, aunque con ciertas dificultades; ya para el resto de las actividades experimentales los alumnos muestran haber formado estas acciones al quedar reflejadas en los diseños de los experimentos para resolver la situación problémica. Lo anterior se refuerza con el análisis del uso del Heurístico por parte de los estudiantes, los resultados obtenidos en el primer laboratorio permite plantear que los Procesos Problémicos, que con mayor grado de dificultad presentaron los estudiantes, estaban los siguientes:

- Análisis cualitativo de la situación problémica, lo que implica el planteamiento y representación del problema, así como la toma de decisiones.
- Internalización del problema.
- Formulación de hipótesis.
- Diseño y selección de procedimientos de solución.
- Control de procesos y de la solución del problema.

Situación que a medida que fueron transcurriendo las prácticas de laboratorio, los alumnos mostraron dominio en el uso del heurístico, dado en que el número de procesos problémicos con dificultad para su uso y el propio heurístico en general, disminuyeron la necesidad de su utilización. Se destaca que las que más incidían estaban relacionadas con acciones mentales; es decir, las relacionadas con el uso de las acciones del método experimental que presuponen una actividad psíquica. Esto se explica, por la tradición en la experimentación en las ciencias experimentales y que aún



impera en los laboratorios docentes de realizar las actividades experimentales a través de las llamadas “recetas de cocina”.

La evolución de la etapa de Evaluación de toda la actividad experimental realizada por los estudiantes está en correspondencia, de forma general, con los logros y deficiencias en el diseño de los experimentos, discutidos anteriormente.

El análisis de la formación por los estudiantes de las acciones correspondientes a la etapa de Control y Evaluación, muestra la evolución de los estudiantes en la formación de las acciones de autocontrol de la actividad experimental, al utilizar los diagramas de causa-efecto para la determinación de las causas de los errores experimentales cometidos por ellos. Con el uso de los resultados de dichos diagramas se logra que en los estudiantes se potencie la formación de las acciones de autoevaluación de su actividad experimental.

La evolución observada en la formación de las habilidades experimentales específicas de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo y en las etapas de la metodología, permite al estudiante enfrentar en óptimas condiciones el examen final experimental de la asignatura de referencia, el cual consiste en un problema experimental cuantitativo. Esto se muestra mediante los resultados obtenidos en la evolución de las evaluaciones obtenidas por los estudiantes en el transcurso de las prácticas de laboratorio, en las que se evidencia la tendencia a la formación de las habilidades experimentales específicas.

El examen final experimental asume la estructura y características de los problemas tratados durante el desarrollo de la asignatura. Esta prueba constituye el *postest* que se aplica para constatar el nivel de salida de los estudiantes en cuanto a la formación de las habilidades experimentales específicas de la asignatura.

El análisis de los resultados obtenidos en las actividades experimentales permite plantear que potencian el proceso de formación de las habilidades experimentales específicas de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo, destacando que las habilidades experimentales específicas que más se sistematizan son las siguientes:

- Realizar operaciones esenciales y exactas. Lecturas de escalas.
- Medir magnitudes químico-físicas.
- Traslado cuantitativo.
- Medir magnitudes. Pesar en Balanza Analítica.
- Preparar reactivos generales y específicos. Patrones de la Curva de calibración.
- Resolver problemas experimentales cuantitativos.

En orden decreciente continúan:

- Preparación general de equipos.



- Apagados de equipos.
- Preparación de curvas de calibración.

Con el empleo de estas actividades también se contribuye al proceso de sistematización de las habilidades experimentales precedentes de las disciplinas Química General, Inorgánica, y Química-Física, como las siguientes:

- Medir volúmenes.
- Preparación de disoluciones.
- Medir magnitudes. Pesar en Balanza Técnica.
- Endulzar útiles.

Los resultados de la comparación entre el *pretest* (diagnostico inicial) y el *postest* (prueba experimental) utilizando como variable independiente la nueva metodología para la formación de habilidades experimentales y como variable dependiente la formación de habilidades experimentales específicas de la asignatura Métodos Químico-Físicos de Análisis. Un análisis del mismo muestra que en el *pretest* no aprueba ningún estudiante y después de aplicada la metodología los resultados en el *postest* muestran un 100 % de aprobados con % de calidad.

Para demostrar estadísticamente el avance de los estudiantes, luego de implantada la metodología, se aplica la prueba no paramétrica de los signos a los resultados obtenidos y se evidencia que el total de la muestra (15 estudiantes) obtienen signos positivos.

Para una muestra de 15 estudiantes con ningún signo negativo, el estadígrafo de prueba de los signos tabulados fue de 0,011 y si el nivel de significación tomado es de 0,05, el mismo cae en la zona de rechazo, por lo que se puede concluir que: la muestra proporciona evidencias suficientes para considerar con un 95 % de confianza que la nueva metodología contribuye a la formación de las habilidades experimentales de los estudiantes de 4to año de la carrera de Licenciatura en Educación en la Especialidad de Química.

Para conocer la opinión de especialistas sobre el grado de pertinencia de la metodología propuesta para el proceso de formación de habilidades experimentales específicas de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo, se empleó el método Delphi, basado en la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de especialistas para obtener un consenso de opiniones.

Para la aplicación del método se seleccionó un grupo de profesionales de la educación capaces de dar una valoración y aportar recomendaciones acerca de la metodología. El grupo que se consideró como especialista estuvo conformado por profesores de la disciplina, se entrevistaron 4 Doctores y 6 Másteres, todos con varios años de experiencia en la docencia.



Se aplica una encuesta para determinar el coeficiente de competencia de los posibles especialistas seleccionados y el criterio que los mismos tienen sobre el grado de pertinencia de la metodología propuesta.

Los resultados obtenidos de la encuesta constató que los 10 expertos encuestados son de una alta competencia y los criterios de los especialistas se reflejan en el siguiente diagrama:

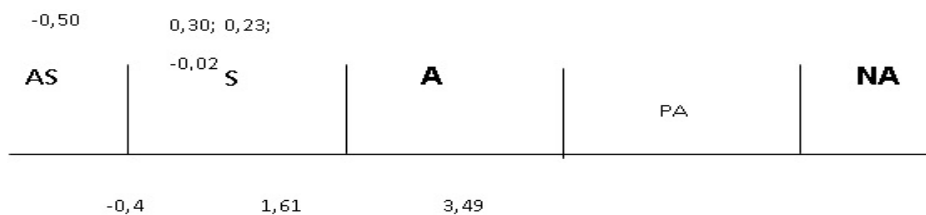


Figura 1: Criterios emitidos por los expertos.

El análisis de los puntos de corte permite precisar que el indicador enfoque didáctico es altamente significativo, y como significativos están los indicadores nivel científico, pertinencia y actualidad, por lo que los especialistas confirman las cuatro etapas de la metodología.

Los expertos no sugieren otras etapas para la metodología, por lo que se puede concluir que hay consenso entre ellos en que la metodología permite favorecer en el alumno el proceso de formación de las habilidades experimentales específicas de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo.

Conclusiones

La investigación realizada, acerca de la temática de formación de habilidades experimentales específicas, ha permitido que se corroboren los criterios que dieron origen a esta investigación, tanto desde el punto de vista teórico como práctico, lo que permite destacar las siguientes conclusiones:

Para la formación de las habilidades experimentales en los estudiantes, es necesaria la utilización de las etapas del método experimental. El empleo de este método en la concepción de las actividades experimentales, permite el tránsito por las diferentes etapas de la adquisición del conocimiento científico. Su utilización para la formación de las habilidades experimentales en las disciplinas de las ciencias teórico-experimentales debe responder a las exigencias y características que poseen las mismas.

La metodología establecida para el proceso de formación de habilidades experimentales específicas en las actividades experimentales de la disciplina está conformada por cuatro etapas, planificación, orientación, ejecución, y control-evaluación, componentes estructurales y funcionales de toda actividad humana, y se sustenta en cuatro principios, la



independencia gradual de los estudiantes, el aumento gradual de la complejidad de las tareas, la sistematización y el enfoque problémico.

Las etapas de la metodología se caracterizan por contener acciones, tanto para el profesor como para el estudiante, con la particularidad de que en algunas de ellas se le adjudica una posición relevante al estudiante; están estructuradas de forma dialéctica, con lo cual se logra una relación sistémica entre todas ellas, lo cual permite, además, que se puedan establecer relaciones internas entre ellas.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no poseen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

1. Conceptualización: Milton Fabián Herrera Herrera, Teresa de Lourdes Jara Salguer.
2. Curación de datos: Milton Fabián Herrera Herrera.
3. Análisis formal: Milton Fabián Herrera Herrera.
4. Investigación: Milton Fabián Herrera Herrera.
5. Metodología: Teresa de Lourdes Jara Salguer.
6. Administración del proyecto: Teresa de Lourdes Jara Salguer.
7. Software: Teresa de Lourdes Jara Salguer.
8. Supervisión: Milton Fabián Herrera Herrera.
9. Validación: Milton Fabián Herrera Herrera, Teresa de Lourdes Jara Salguer.
10. Visualización: Milton Fabián Herrera Herrera, Teresa de Lourdes Jara Salguer.
11. Redacción – borrador original: Milton Fabián Herrera Herrera, Teresa de Lourdes Jara Salguer.
12. Redacción – revisión y edición: Milton Fabián Herrera Herrera, Teresa de Lourdes Jara Salguer.

Financiamiento

La investigación ha sido financiada por los autores de la presente investigación.

Referencias



obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**
(CC BY 4.0)

- Calpa, A. C. S., & Delgado, D. G. M. (2017). Influencia del Smartphone en los procesos de aprendizaje y enseñanza. *Suma de negocios*, 8(17), 11-18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215910X17300010>
- Estévez Tamayo, B. A. (2000). Sistema de habilidades experimentales de la disciplina Química Inorgánica para la licenciatura en Educación, especialidad Química.
- Galperin, P. Y. (1986). Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales, en antología de la Psicología Pedagógica y de las edades. *La Habana: Editorial Pueblo y Educación*.
- Mancebo, O. (2000). *Una metodología para la formación de habilidades experimentales de la Química General* Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Didáctica de la ...].
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. M., & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación química*, 26(2), 94-99. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X15000051>
- Sepulveda, P., Cabezas, M., García, J., & Fonseca-Salamanca, F. (2019). Aprendizaje basado en problemas: percepción del proceso enseñanza aprendizaje de las ciencias preclínicas por estudiantes de Kinesiología. *Educación Médica*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1575181319300221>
- Talízina, N. F. (1987). *La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares*. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UACHBC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=058073>
- Ventura, A. C. (2016). ¿Enseño como aprendí?: el rol del estilo de aprendizaje en la enseñanza del profesorado universitario. *Aula abierta*, 44(2), 91-98. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0210277316300129>
- Vigotsky, L. S. (2021). *Pensamiento y lenguaje*. Editorial Pueblo y Educación.
- Villoria, E. D., & Fuentes, S. S. (2015). Diseño universal para el aprendizaje como metodología docente para atender a la diversidad en la universidad. *Aula abierta*, 43(2), 87-93. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0210277315000025>
- Zarandona, J., Cillero, I. H., & Arrue, M. (2019). Enseñanza y aprendizaje sobre el cuidado al paciente con ictus en estudiantes de enfermería: una revisión de alcance de la literatura. *Revista Científica de la Sociedad Española de Enfermería Neurológica*, 50, 32-38. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2013524619300030>

