

# **Metodología para la formación de las habilidades experimentales específicas de la disciplina Métodos de Análisis Químico, en los Institutos Superiores Pedagógicos**

## **Resumen**

Se propone una metodología para la formación de habilidades experimentales específicas de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo, basada en la aplicación del método experimental y fundamentada en la utilización del método experimental. La misma está estructurada en cuatro etapas: Planificación y Organización, Orientación, Ejecución y Control y Evaluación, en las que se explicitan las diferentes acciones que deben realizar tanto profesores y estudiantes.

Para la elaboración de la metodología se utilizó la estrategia de enseñanza basada en el modelo de Investigación dirigida, en la que los alumnos se convierten en “investigadores noveles”, y su concreción en la praxis se realizó mediante de la enseñanza problémica, en específico el método de investigación.

La metodología se implementa en el 4to año de la carrera de Licenciatura en Educación, en la especialidad de Química, mediante las prácticas de laboratorio, en la que los estudiantes deben resolver problemas experimentales cuantitativos.

Los resultados obtenidos fueron validados a través de la aplicación de la prueba no paramétrica de los signos, de la cual 15 estudiantes obtienen signos positivos y ninguno signo negativo.

Lo anterior evidencia la factibilidad práctica de la metodología para la formación de habilidades experimentales específicas de la disciplina Análisis Químico Cuantitativo.

## **Introducción**

La concreción de los conocimientos teóricos adquiridos por los estudiantes en la práctica, se lleva a cabo mediante las habilidades y hábitos; tanto psicólogos como pedagogos, les prestan gran atención a la formación de las mismas en los educandos (ROJAS, C. y ACHIONG, G., 1990; ESTÉVEZ, B., 1995, 1998, 2 000; MANCEBO, O., 2000; CABRERA, J. C., 2001).

En la enseñanza de la Química, como parte de las ciencias experimentales, la formación de habilidades se hace complejo, pues además de las de carácter lógico mental, se deben formar las que se derivan de las actividades prácticas específicas, para cada asignatura (ROJAS, C., 1985, 1988; RODRÍGUEZ, M., 1985; ESTÉVEZ, B., 2 000).

La disciplina Análisis Químico, en el plan de Estudio C, queda ubicada en el cuarto año de la carrera de licenciatura en Educación, especialidad de Química, en los Institutos Superiores Pedagógicos. La misma propicia la formación y desarrollo de sus propias habilidades experimentales, para las asignaturas: Métodos Químicos de Análisis y Métodos Químico - Físico de Análisis. Además, dada su ubicación, puede contribuir al desarrollo de las habilidades experimentales precedentes, iniciadas en Química General y continuada en Química Inorgánica y Química Física. Esta importancia estratégica dentro de la carrera, demanda el establecimiento de una Metodología que propicie la formación y desarrollo de sus propias habilidades

experimentales, y permita dar continuidad al trabajo de formación y desarrollo de las habilidades experimentales precedentes de la carrera. Por lo que, el futuro profesional de la educación química estará más capacitado para actuar de manera activa sobre su objeto de trabajo.

Con la finalidad de contribuir a resolver esta problemática se propone una Metodología para la formación de las habilidades experimentales específicas, del Análisis Químico Cuantitativo.

## **Desarrollo**

La metodología tiene su fundamento psicopedagógico en la enseñanza por investigación y problémica, en la realización de las actividades experimentales; para lo cual se proponen las siguientes etapas:

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

Además, la metodología se basa en cuatro principios:

- Presentación de las prácticas de laboratorio como problemas.
- Fases de aplicación del Método Experimental.
- Sistematización.
- Dosificación e independencia paulatina de los estudiantes.

La metodología esta concebida para aplicarse a través de problemas experimentales cuantitativos, que deben contribuir a preparar a los estudiantes de manera eficiente para enfrentar su futura profesión.

## **Etapas 1: Planificación y Organización de la Actividad**

La Planificación y Organización de la actividad cognoscitiva está orientada hacia la determinación de las acciones que debe realizar el profesor, con el fin de garantizar aquellas a desarrollar por los estudiantes, para las actividades experimentales.

### **El profesor:**

1. Elabora los objetivos a lograr en la actividad experimental.
2. Determina cuáles habilidades experimentales específicas del Análisis Químico Cuantitativo se van a formar en el estudiante.
3. Analiza los conocimientos y habilidades experimentales precedentes.
4. Determina las habilidades docentes y lógicas.
5. Selecciona procedimientos didácticos para la formación de las habilidades experimentales.
6. Elabora y aplica el Diagnóstico.
7. Selecciona los métodos de enseñanza a emplear para la realización de la actividad.
8. Selecciona la bibliografía.

9. Elabora problemas experimentales cuantitativos.
10. Confecciona las guías de estudio.

#### **El estudiante:**

1. Selecciona los problemas experimentales cuantitativos a resolver.
2. Identifica de la situación problémica.
3. Analiza sus procedimientos personales para la resolución de problemas.
4. Analiza cualitativamente la situación problémica.
5. Internaliza la situación problémica.

Estos aspectos deben permitir una correcta planificación y organización de la actividad docente, tanto por parte del profesor como del estudiante; así como, lograr una posición reflexiva del alumno ante su actividad de aprendizaje, permitiendo el logro de una mayor efectividad para su orientación, en la solución de la situación problemática.

### **Etapas 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 logra tener una representación anticipada de los resultados a alcanzar y conocer las condiciones necesarias para lograrlos. Con esta etapa se logra que el alumno realice las acciones de una manera consciente y no se convierta en ejecutor mecánico.

#### **El profesor:**

1. Motiva la actividad experimental.
2. Orienta hacia los objetivos de la actividad.
3. Da a conocer los problemas experimentales cuantitativos.
4. Orienta los indicadores que deben contener el informe final de la actividad experimental.

#### **El estudiante:**

1. Formula la hipótesis escolar.
2. Estudia de la estructura interna de las Habilidades Experimentales.
3. Actualiza los conocimientos y habilidades precedentes.
4. Diseña los procedimientos experimentales de solución.
5. Adapta los procedimientos experimentales.
6. Ajusta el diseño del experimento.

En este primer momento se desarrolla con tiempo suficiente, en el que los estudiantes realizan una preparación adecuada.

**El segundo momento se realiza en la introducción de la actividad, en la que el profesor juega su papel de guía, para lo cual debe:**

- Controlar el trabajo previo realizado por los estudiantes. Esto se puede lograr, entre otras, por las vías siguientes:
- Revisión de la preparación individual y por equipos.
- Revisión colectiva donde se abordan todos los aspectos tratados anteriormente.
- Precisar los procedimientos a seguir, diseñados por los estudiantes, y el momento adecuado para ejecutarlas.
- Completar los procedimientos con los aspectos técnicos que faltan.
- Dirigir la elaboración final de las técnicas operatorias a utilizar.

**Los alumnos, por su parte, deben:**

- Exponer los procedimientos diseñados por ellos, y como llegaron a los mismos.
- Explicar la manipulación de equipos y útiles.
- Completar los procedimientos con los aspectos técnicos que le faltaban.
- Elaborar la técnica final de solución de la situación problemática.

En esta etapa el estudiante desarrolla la habilidad de orientación hacia la resolución de la situación problémica, habilidad que le sirve para su futuro desempeño profesoral.

**Etapa 3: Ejecución**

Es en esta etapa donde el estudiante aplica los conocimientos adquiridos en la etapa anterior, con la finalidad de obtener los resultados previstos, con lo cual aceptará o rechazará la hipótesis de trabajo formulada. Para lograr estos objetivos, el profesor debe tener presente que si no concibe una adecuada planificación y organización de la actividad docente de forma satisfactoria, el estudiante no logrará planificarse y organizarse adecuadamente para poder orientarse en la solución de la situación problémica, con lo que el proceso de ejecución transcurre en ausencia de análisis, y de una actitud reflexiva y de búsqueda; situación que puede conducir a un practicismo.

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

**El profesor:**

1. Controla la ejecución del procedimiento experimental.

**El estudiante:**

1. Soluciona la situación problemática.
2. Elabora el informe final.

Al ejecutar el experimento el estudiante debe mostrar el dominio logrado en la habilidad de planificar, organizar y orientar su actividad experimental, así como, en el manejo de los diferentes equipos y útiles de laboratorio. Las etapas, hasta aquí mostradas deben ser guiadas y controladas por el docente.

## **Etapas 4: Control y Evaluación**

Esta etapa permite comprobar la eficacia de los procedimientos diseñados y empleados por los estudiantes, a través del control realizado. Control que es asumido, tanto por los alumnos como por el profesor, cuyo resultado final está dado por el grado de colegiatura que se alcance.

Se asumen en este trabajo los tipos de evaluación propuestos por Forns (1980, citado por Nortes, 1993) y asumidas por Mancebo, O. (2000).

De todos estos tipos de evaluación en este trabajo se considera la más importante la evaluación formativa, pues mide el grado de avance de cada estudiante en la formación de los conocimientos y habilidades experimentales específicas, y los procesos metacognitivos asociados a ello (autodirección, autocontrol y autoevaluación).

Del anterior análisis realizado a las referidas evaluaciones el autor de la investigación asume a la Evaluación Formativa como una metaevaluación con respecto a las dos restantes, por lo que dentro de la misma deben estar incluidas la Diagnóstica y la Sumativa.

### **Evaluación Formativa:**

Esta tiene tres direcciones:

- Determinar el nivel de logro del estudiante respecto al objetivo formulado.
- Determinar las dificultades del estudiante para alcanzar los objetivos propuestos.
- Informar al profesor sobre el programa de su asignatura a través del nivel alcanzado por sus estudiantes.

Lo más importante de este tipo de evaluación, es que permite determinar las dificultades de los estudiantes y se conoce hasta dónde es eficaz la metodología aplicada y el programa de la asignatura, propiciando que el profesor modifique aquellos aspectos que ha encontrado con deficiencias. Este tipo de evaluación tiene diferentes modalidades:

- Evaluación diagnóstica.  
Dentro de este tipo de evaluación está la evaluación diagnóstica inicial, que sirve para determinar el nivel de formación de las habilidades experimentales precedentes y específicas, y para conocer el nivel de autopreparación de los estudiantes, la cual es realizada por el profesor, al comenzar la disciplina y cada actividad experimental.
- Evaluación integral.  
Valora además de los conocimientos, las actitudes, el desarrollo físico, habilidades experimentales, intereses, capacidades creativas, entre otras.

En la metodología propuesta se aplica este tipo de evaluación, para el control de los procedimientos y los resultados numéricos de la solución del problema experimental.

- Evaluación como regulación del proceso de educativo.  
En la metodología este tipo de evaluación se aplica en la primera etapa, el profesor le comunica al estudiante qué y cómo se le evaluará, de esta forma el estudiante adquiere mayor conciencia de su proceso de aprendizaje.
- Evaluación continua.  
Como se ha explicado anteriormente se debe hacer en todos los momentos del proceso y no se limita a la evaluación final del resultado obtenido, esto permite al estudiante la corrección de los errores en el momento oportuno.
- Evaluación sumativa.  
Se realiza al concluir cada práctica de laboratorio, incluida la prueba final experimental, en este tipo de evaluación se utilizan los resultados obtenidos por el profesor y los estudiantes. El profesor emite los criterios de evaluación al emplear una escala valorativa analítica-sintética, como procedimiento didáctico para controlar la evolución del proceso de formación de las habilidades experimentales específicas en los alumnos y proponer una evaluación final, en este procedimiento se establece una escala evaluativa a las cuales se le establecen invariantes estructurales para las diferentes acciones de las habilidades experimentales específicas  
Por su parte, los estudiantes como resultado de su autocontrol y autoevaluación de las actividades experimentales, les presentan al profesor una propuesta de evaluación. Para otorgar la calificación final de las actividades experimentales y de la asignatura, en la misma se tienen en cuenta los resultados de la socialización entre las propuestas de evaluación del profesor y las de los estudiantes, además de todo el recorrido que ha evidenciado los alumnos.

## **La etapa incluye las siguientes acciones:**

### **El profesor**

1. Evalúa los diagnósticos aplicados a los estudiantes y da a conocer a estos los resultados.
2. Controla los procedimientos y resultados obtenidos por los grupos de trabajo de estudiantes para dar solución a los subproblemas de cálculo químico, enmascaramiento y precipitación de contaminantes, la cuantificación realizada a la muestra problema, entre otros, en que se incluye el trabajo con las unidades métricas, la elaboración o utilización de gráficas, el cálculo de errores estadísticos, la determinación de las causas de los errores experimentales cometidos.
3. Controla las diferencias individuales que se puedan aparecer durante la realización de la actividad experimental, para brindar un tratamiento diferenciado directamente por el profesor o por otros alumnos que hayan demostrado la formación de las habilidades experimentales.

4. Controla las propuestas de autoevaluación que proponen los estudiantes en base al autocontrol realizado de la actividad experimental.
5. Controla la utilización de los resultados de la cuantificación para la solución de la situación problemática mediante la emisión de valoraciones, criterios, juicios acerca de problemáticas de sectores de la ciencia-tecnología-sociedad y tiene en cuenta los posibles nuevas situaciones más complejas de investigación que propongan los alumnos.
6. Crea un ambiente favorable para realizar la socialización de la evaluación, de las propuestas de los estudiantes y sus criterios evaluativos, lo cual debe permitir que los estudiantes muestren la formación de las habilidades experimentales específicas al ser capaces de describir toda la actividad experimental realizada para llegar a los resultados de la cuantificación y defender sus criterios de solución a la situación problemática.

### **El estudiante**

1. Analiza los procedimientos realizados, los resultados obtenidos en los diagnósticos y los posibles errores experimentales cometidos.
2. Realiza el autocontrol y autoevaluación de la actividad experimental.
3. Controla la utilización de los datos pertinentes y realiza el análisis de las unidades métricas y escalas.
4. Analiza el resultado numérico obtenido y la solución a la situación problemática.
5. Comenta verbalmente el significado de los resultados obtenidos y el procedimiento general que siguió para llegar al mismo.
6. Fundamenta el resultado para él mismo y se autopropone una evaluación.
7. Argumenta ante el profesor y los demás grupos de trabajo su propuesta de evaluación.

La metodología fue implantada en el curso escolar 2001 – 2002 en el 4to año de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Química, mediante las prácticas de laboratorio de la asignatura Métodos Químico – Físico de Análisis, para lo cual se diseñó un preexperimento de un grupo intacto con pretest y posttest.

El tratamiento o variable independiente, fue la metodología para la formación de las habilidades experimentales específicas y la variable respuesta o dependiente, la formación de las habilidades experimentales específicas en los estudiantes, la cual fue constatada a través de los resultados de los tests. Como prueba estadística se utilizó la prueba no paramétrica de los signos. Para ello, al inicio del semestre se realizó una prueba pedagógica experimental (pretest) que permitió conocer el estado inicial de los estudiantes en relación con elementos esenciales para la formación de habilidades experimentales. Por otra parte, en cada actividad experimental se emitió una evaluación a cada estudiante de acuerdo con el desarrollo mostrado. Al final del semestre se efectuó una prueba pedagógica experimental (posttest) que permitió medir el nivel alcanzado.

Como hipótesis de trabajo del investigador se plantea: la metodología contribuye a formar las habilidades experimentales específicas.

## Resultados y discusión

Los resultados obtenidos, en la implementación de la metodología, en el curso escolar 2001 – 2002, en el 4to año de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Química; mediante las actividades de laboratorio de la asignatura Métodos Químico – Físicos de Análisis, permite plantear que las habilidades experimentales específicas que más se sistematizan son:

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

Con el empleo de la metodología es posible también contribuir al desarrollo habilidades experimentales precedentes de las disciplinas Química General, Química Inorgánica, Química Física, y la asignatura Métodos Químicos de Análisis, como las siguientes:

- Medir volúmenes.
- Trasvase cuantitativo.
- Preparación de disoluciones.
- Medir magnitudes. Pesar en Balanza Analítica.
- Medir magnitudes. Pesar en Balanza técnica.
- Endulzar buretas.
- Montaje de aparatos.

A continuación se muestra en el siguiente gráfico, la tendencia que tuvieron las notas finales de los estudiantes, en las prácticas de laboratorios.

Como se observa, en el primer laboratorio, el elevado número de alumnos que recibieron la calificación de dos; y cómo, a medida que transcurren, el resto de los laboratorios, la situación cambia al predominar, en el último laboratorio, las notas de cuatro y cinco. Si se compara estos resultados con los obtenidos en la aplicación de la evaluación final experimental, en la cual 11 estudiantes



alcanzan la calificación de 4 puntos y solamente 4 alumnos la calificación de 3 puntos. Se puede observar el predominio de las notas de 4 puntos, en ambas evaluaciones.

Además, los resultados que se obtuvieron al aplicar el pretest a 15 estudiantes fueron que, los 15 obtienen la calificación de 2 puntos. Los resultados del posttest, indican que ninguno de los alumnos obtuvo la calificación de 2 puntos, 4 obtienen la calificación de 3 puntos y 11 de ellos la calificación de 4 puntos. Como resultado de aplicar la prueba no paramétrica de los signos, los 15 estudiantes obtienen signos positivos y ninguno signo negativo.

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

## **Conclusiones**

La metodología, al estar basada en el método experimental, como método científico, permite que el estudiante logre realizar la preparación de los experimentos a ejecutar, que una vez realizado el mismo interprete los resultados obtenidos, y finalmente proponga sobre la base de los resultados alcanzados medidas y sugerencias técnicas de aplicación práctica, con lo cual logra concretar la interrelación Ciencia – Tecnología – Sociedad. Como estrategia de enseñanza, se utilizó la propuesta por el Grupo de Valencia, el modelo de investigación dirigida.

La metodología es llevar a la práctica, mediante el uso de la enseñanza problémica y en específico, al utilizar el método de investigación, el cual permite a los estudiantes mediante la planificación y organización, orientación, ejecución, y control y evaluación de su propia actividad experimental, darle solución a una situación problémica de su interés, de manera independiente y creadora lo cual conduce a la formación de habilidades experimentales y el desarrollo de la metacognición.

La metodología además, favorece la formación profesional de los estudiantes, al prepararlos en la utilización de métodos científicos para la solución de problemas de índole laboral y científica. Los prepara en el trabajo en colectivo, donde sus ideas son sometidas a crítica científica.

La aplicación de la metodología en la asignatura Métodos de Análisis Químico - Físico, resultó efectiva en el trabajo de formación de sus habilidades experimentales específicas. Lo cual fue validado, con la aplicación de la prueba no paramétrica de los signos, obteniéndose resultados satisfactorios.

## **Bibliografía**

- ARÓSTEGUI, L. M. et al. (1975): Metodología del conocimiento científico. Editorial de Ciencias Sociales, La Habana
- CABRERA, J. C. (2001): Variante didáctica para desarrollar habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de licenciatura en

educación, especialidad química. . Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias de la Educación, Camagüey.

- ESTÉVEZ, B. (1995): Formación y desarrollo de habilidades (ponencia). I.S.P. "José de la Luz y Caballero", Holguín.
- ESTÉVEZ, B. (1998): Algunos trabajos sobre el tratamiento de las habilidades (ponencia). I. S. P. "José de la Luz y Caballero", Holguín.
- ESTÉVEZ, B. (2 000): Sistema de habilidades experimentales de la disciplina Química Inorgánica para los I.S.P. Tesis en opción al título de Dr. en Ciencias P., I.S.P.H.
- GALPERIN, P. (1986): Sobre el método de formación por etapas de las acciones mentales. En: Antología de la Psicología Pedagógica y de las Edades. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.
- GIL PÉREZ, D. et al. Temas escogidos de la didáctica de la física. Editorial Pueblo y Educación, 1996, 122p.
- GIL PÉREZ, D. et al. ¿ Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y resolución de prácticas de laboratorio?. Enseñanza de las Ciencias. Vol. 17, No. 2, Junio, 311-320 p., 1999.
- MARTÍNEZ LLANTADA, M. La enseñanza problémica y el desarrollo de la creatividad. Ciudad de la Habana, 1983.
- MAJMUTOV, M. I. La Enseñanza problémica. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1983.
- MANCEBO, O. (2000). Una metodología para la formación de habilidades experimentales de la Química General. Tesis en opción al título de Máster en didáctica de la Química, ISP "José de la Luz y Caballero", 2000, Holguín.
- ROJAS, C. (1985): Las prácticas de laboratorio de Química y el desarrollo de la actividad independiente. Revista Varona, No. 14, Ciudad de la Habana.
- ROJAS, C. (1988): Algunas consideraciones sobre el problema de desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes de la Licenciatura en Educación, especialidad Química. Revista Varona, No. 20, Ciudad de la Habana.
- ROJAS, C.; ACHIONG, G. (1990): El experimento químico y su papel en la realización de la función desarrolladora de la enseñanza. Congreso Internacional Pedagogía '90, La Habana.