

Metodología Gar-Mez. Una alternativa para mejorar la instrucción en el laboratorio de físico-química

Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México), vol. XVI, núm. 2, pp. 125-137

María Angélica García de Sarmiento

Beatriz Mezones de Montero

Instituto Universitario Pedagógico

de Caracas, Venezuela

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos veinte años se ha oído hablar permanentemente de la crisis de la educación. El espíritu de esta queja parece centrarse en el hecho de que la educación no llena las expectativas que la sociedad tiene de ella. Este cuestionamiento plantea un cambio en la educación sistemática. No es necesario esperar las transformaciones del escenario social que soportan los procesos educativos; se pueden hacer algunos cambios a través de reformas técnicas que encaminen el proceso enseñanza-aprendizaje hacia niveles más altos de eficacia.

En el campo de la enseñanza de la química se ha evidenciado que ésta no ha alcanzado las metas señaladas en los nuevos currículos. Aparentemente la no claridad del rol de la instrucción en los laboratorios es, en gran parte, responsable de este hecho. Así, encontramos varias investigaciones (Fuhrman, 1982: 563; Urichech, 1972: 259; Richardson, 1970: 77; Venkatachalam, 1974: 479) donde se estudia la efectividad de nuevas estrategias, con el objeto de proponerlas como alternativas válidas para mejorar la instrucción en los laboratorios.

El desempeño como docentes, conduciendo actividades de laboratorio de físico-química en el Instituto Universitario Pedagógico de Caracas (IUPC) durante varios semestres, permitió observar, como una constante, la apatía que manifestaban los estudiantes hacia este tipo de actividad, apatía evidenciada a través de las siguientes conductas:

- No leían el material teórico de apoyo en la bibliografía recomendada. Desconocían la secuencia de los pasos que debían seguirse en la parte experimental, así como las razones que la justificaban.
- Desarrollaban el trabajo experimental siguiendo las instrucciones de la guía, como se sigue una receta de cocina.

Estas conductas permitieron concluir que los alumnos no preparaban el material de instrucción básico (en este caso, la guía de laboratorio). ¿Cómo lograr que lo hicieran? Para dar respuesta al problema planteado, se determinó que los elementos principales que intervenían en la realización del trabajo experimental eran la estructuración de la guía de laboratorio y el rol del profesor (Romey, 1968; Fuhrmani; 1982: 563; Walter, 1975: 29). Después se hizo un estudio analítico de ellos, y se concluyó que la metodología usada para proporcionar conocimientos en los laboratorios (metodología convencional) era uno de los factores responsables del comportamiento de los estudiantes. Se pensó que si se cambiaba por una que influyera positivamente en éstos, se lograrían cambios en sus conductas tales como:

- Disposición para preparar el material de instrucción básico.
- Seguridad e independencia.
- Satisfacción.

Si estos cambios de conducta se lograban en un número significativo de estudiantes, se podría pensar que la nueva metodología (Metodología Gar-Mez) sería más efectiva. Con el fin de presentarla como una alternativa válida para mejorar la enseñanza en los laboratorios se procedió a evaluarla; lo cual constituye, precisamente, el objeto de este trabajo.

II. MÉTODO

Para evaluar la Metodología Gar-Mez, se seleccionó el diseño de grupo control con *post-test* (Vivas, 1974: 143). La investigación se realizó con los 32 alumnos inscritos para cursar la asignatura Laboratorio de físico-química I del Departamento de Biología y Química del IUPC, durante el segundo periodo académico de 1981. Los estudiantes se distribuyeron en cuatro secciones; a dos se les aplicó la nueva metodología (grupo experimental) y a las otras dos, la convencional (grupo control). Debido al mecanismo de inscripción de la institución (Richardson, 1970: 77), se consideró que los estudiantes se inscribirían y distribuirían al azar en las diferentes secciones. La selección de éstas, a las cuales se les aplicó la nueva metodología, fue al azar y, por lo tanto, los subgrupos control y experimental se consideraron equivalentes.

Se evaluó el aprendizaje académico de los estudiantes y se midió el grado de satisfacción que el curso les brindó. El primero se evaluó midiendo el grado de conocimientos sobre contenidos teóricos básicos, objetivos y procedimiento experimental alcanzado por los alumnos, así como también su desenvol-

vimiento dentro de un ambiente de laboratorio. El segundo, a través de la opinión de los mismos.

La variable independiente fue el tipo de metodología: convencional y Gar-Mez.

III. METODOLOGÍA CONVENCIONAL

A. Estructura de la guía de laboratorio

La guía de laboratorio estaba constituida por un conjunto de trabajos experimentales; cada uno se estructuraba de acuerdo con el siguiente esquema:

- Número del trabajo práctico.
- Título.
- Instrucciones sobre lo que debía leer el estudiante antes de asistir al laboratorio.
- Lista de materiales y aparatos para utilizar.
- Objetivos del trabajo.
- Procedimiento.
- Graficación.
- Cálculo.
- Bibliografía.

El número del trabajo era un elemento de identificación. El título constituía otro elemento de identificación y, en todos los casos, guardaba relación con el contenido teórico que trataba el trabajo. Las instrucciones sobre lo que debía leer el estudiante en su libro de texto, antes de asistir al laboratorio, eran dadas en forma precisa en la mayoría de los casos. Generalmente se les asignaba la investigación de conceptos. La lista de materiales y aparatos enumeraba el conjunto de recursos que sería utilizado en la parte experimental del trabajo. Los objetivos estaban señalados en cada trabajo experimental. El procedimiento estaba constituido por un conjunto de instrucciones que el alumno debía cumplir. Fue común encontrar expresiones como: prepare, antes de comenzar debe, calibre, vierta, emplee, llene, agite. En algunos casos se les daban instrucciones sobre el montaje de ciertos equipos o rutinas en el manejo de ciertos instrumentos. El diseño de las tablas que los alumnos debían llenar constituía la tabulación de los datos. La graficación se refería a las instrucciones que les daban a los estudiantes para hacer las gráficas requeridas en el trabajo experimental. Los cálculos consistían en las instrucciones sobre el tratamiento matemático al que debían someterse los datos para lograr los objetivos. En algunos casos se señalaba cuándo el profesor indicaría cómo realizarlos. La bibliografía señalaba las fuentes que los alumnos podían consultar para adquirir los conocimientos exigidos en el trabajo experimental y también indicaba las fuentes que sirvieron de base para preparar la guía. Estas últimas fueron, en su mayoría, manuales comerciales de los que se usan para la enseñanza en los laboratorios.

B. Conducción del trabajo de laboratorio

La realización del trabajo experimental se hacía en tres etapas: prelaboratorio, laboratorio y poslaboratorio.

Prelaboratorio

Consistía en la discusión de los contenidos teóricos relacionados con el trabajo; más que una discusión era un interrogatorio para detectar si los estudiantes habían leído el material asignado. También se discutían aspectos del procedimiento que presentaban confusión o duda. Durante esta etapa se hacía hincapié en el logro de objetivos que tenían que ver con los contenidos teóricos.

Laboratorio

Se realizaba la parte experimental del trabajo, siguiendo las instrucciones de la guía, reforzadas por las aclaraciones hechas por el profesor en el prelaboratorio. Los alumnos trabajaban en equipos de 2 o 3. El objetivo de esta etapa era la recolección de datos, que después utilizarían matemáticamente para lograr, así, uno de los objetivos del trabajo práctico.

Una vez que habían obtenido los datos experimentales, tenían que elaborar un informe, bajo el siguiente formato:

- Título.
- Introducción (constituida por las bases teóricas).
- Objetivos.
- Lista de materiales y aparatos.
- Procedimiento experimental.
- Tabla de datos.
- Graficación.
- Cálculos.
- Conclusiones.

Poslaboratorio

En esta etapa el alumno presentaba el informe y se discutían, en grupo, los resultados y las conclusiones del trabajo experimental y, además, se intentaban aclarar dudas.

C. Rol del profesor

El profesor guiaba las discusiones en pre y poslaboratorio. Durante el prelaboratorio interrogaba a los estudiantes para comprobar si habían realizado las consultas asignadas; aclaraba aquellos pasos del procedimiento que aún

presentaban confusión y, en algunos casos, daba instrucciones sobre el procedimiento experimental; profundizaba y aclaraba el tratamiento matemático de los datos e indicaba cómo debían realizar los cálculos.

En el poslaboratorio verificaba si los estudiantes habían obtenido los resultados esperados y en caso de que no fuese así, indagaba sobre las razones que podían explicar el porqué; además, se discutían las conclusiones.

IV. METODOLOGÍA GAR-MEZ

A. Estructuración de la guía de laboratorio

La guía de trabajos prácticos quedó constituida por un conjunto de actividades experimentales con un enfoque semiestructurado; es decir, en ellos se daban elementos suficientes para concretar los objetivos, los procedimientos experimentales y los cálculos. De esta manera se buscó darle más independencia al alumno para elegir el material que utilizaría y mayor oportunidad de realizar un trabajo intelectualmente creativo.

La guía señalaba la bibliografía básica para que los alumnos consultasen los contenidos teóricos que, a su juicio, eran necesarios en la realización del trabajo experimental; de este modo se intentó hacer significativo el aprendizaje.

En la mayoría de los casos, los trabajos experimentales que conformaron la guía fueron adaptaciones de los que aparecían publicados en el *Journal of Chemical Education*.

B. Conducción del trabajo de laboratorio

El trabajo experimental se realizaba en tres etapas:

Primera etapa

Previa a la realización del trabajo experimental, se asignaba a los alumnos una lectura general del contenido teórico sobre el cual trataría el trabajo, con el fin de que extrajeran los conocimientos teóricos básicos que les permitieran incorporarse al mismo.

Después elaboraban y entregaban por escrito un diseño del trabajo enmarcado en el siguiente esquema:

- Título.
- Objetivos.
- Aplicación práctica del conocimiento tratado en el trabajo (justificación).
- Marcha analítica del procedimiento experimental.
- Posibles tablas de datos.
- Posible tratamiento matemático de los datos.
- Conocimientos teóricos básicos.

A este diseño se le denominó “Esquema de trabajo”, y con su elaboración el alumno terminaba de estructurar el trabajo experimental.

En el momento de entrar a clase entregaba al profesor una copia de su esquema y se procedía a una discusión colectiva del mismo, con el fin de llegar a un esquema de trabajo “ideal”, producto de la contribución y la participación de todos los integrantes, aprovechando, de esta manera, el poder educador del grupo. En la dinámica propia, surgida de la elaboración final del esquema, se aclaraban dudas de contenido, de procedimiento y de fundamentos teóricos. Se terminaba, así, de estructurar el trabajo y de preparar al alumno para su realización.

Dentro de la Metodología Gar-Mez, la elaboración del esquema de trabajo tiene gran importancia, porque, al lograr que durante su realización el alumno estructure y diseñe el trabajo experimental, se intenta hacer más significativo el aprendizaje.

En esta etapa se hace hincapié, además, en procesos como organizar información, toma de decisiones y comunicación oral y escrita.

Segunda etapa

Una vez diseñado el esquema de trabajo ideal, los alumnos procedían, en equipos de 2 o 3, a realizar la parte experimental, siguiendo las instrucciones que ellos elaboraron. En esta etapa recogían los datos en tablas diseñadas también por ellos para tal fin.

Tercera etapa

Al finalizar la parte experimental, el estudiante elaboraba un informe, constituido por la tabulación y el tratamiento matemático de los datos que conducían al logro de los objetivos y las conclusiones. En la siguiente clase se discutían oralmente los resultados y las conclusiones para reforzar lo aprendido y aclarar dudas.

La Metodología Gar-Mez no sólo contempló los aspectos necesarios para dirigir la ejecución de cada trabajo experimental, sino que abarcó todo el curso. Se diseñó en tres fases: inicio, desarrollo y final.

Inicio. Esta fase tuvo como objetivos: aclarar el significado de “Esquema de trabajo”; dar orientaciones para realizarlo; aclarar el significado de “informe”.

Estos objetivos se lograron a través de las siguientes actividades:

- a) Se informó a los estudiantes sobre la estructura de la guía y la conducción del trabajo de laboratorio; se habló también acerca de la importancia del esquema de trabajo y se informó sobre las partes que lo constituían, a saber:

- Título.
 - Objetivos.
 - Justificación.
 - Marcha analítica del procedimiento.
 - Tratamiento matemático de los datos.
 - Conocimientos teóricos básicos.
- b) Cada una de las partes constituyentes del esquema, a excepción del título, se identificaron con preguntas como:
- Título. Fue la identificación del trabajo.
 - Objetivos. Se identificaron con la pregunta ¿para qué estoy en el laboratorio?, es decir, conocimiento explicativo.
 - Justificación. Se orientó hacia la utilidad práctica y se identificaba con la pregunta ¿para qué me sirve lo que aquí aprendo?, es decir, conocimiento finalista.
 - Marcha analítica del procedimiento. Este aspecto se refería a ¿cómo lograr los objetivos propuestos?, es decir, al conocimiento técnico.
 - Tabla de datos. Esta respondió a ¿cómo presentar la información obtenida y procesada?
 - Tratamiento matemático de los datos. Se obtuvo al formularse las siguientes preguntas: ¿qué quiero? = objetivo; ¿qué tengo? = datos obtenidos en el procedimiento experimental; ¿qué necesito? = incógnitas que se debían buscar para alcanzar el objetivo; el cómo conseguir las orientó hacia el tratamiento matemático de los datos.
 - Conocimientos teóricos básicos. Identificados con ¿qué necesito saber para entender los objetivos propuestos?, es decir, conocimiento de los contenidos teóricos sobre el cual se apoya el trabajo experimental.
- c) Inmediatamente después de la actividad anterior, el alumno realizaba el esquema de trabajo de una práctica; se la denominó “Realización del esquema de trabajo de la práctica modelo”. Esto permitió que los alumnos pusieran en práctica lo aprendido y aclararan sus dudas.
- d) El esquema de trabajo de la práctica modelo se sometió a una discusión grupal, la cual permitió llegar a acuerdos sobre criterios para la redacción de los objetivos y de otros aspectos del esquema que requerían criterios unificados.
- e) Se conocieron las partes constitutivas del informe: tabla de datos, cálculos y conclusiones.
- f) Se hizo hincapié en la conducción del trabajo de laboratorio para resaltar la importancia del informe.

- g) Se abrió un periodo de preguntas para aclarar dudas. Con todas las actividades que se cumplían en la etapa inicial se intentaba adaptar las estructuras cognitivas del educador y del educando, con el fin de lograr mayor posibilidad de comunicación.

Desarrollo. Esta fase comprendió la realización de los trabajos experimentales, dándole a los alumnos la oportunidad de poner en práctica conductas aprendidas (efecto reforzador del aprendizaje) (Leal, s/f: 9). Se persiguió, en esta fase, que el estudiante incorporara a sus estructuras cognoscitivas el método científico como una herramienta del pensamiento.

Final. La última fase comprendió la elaboración de un esquema de trabajo de un experimento que cumpliera con los siguientes requisitos:

- Provenir de una publicación periódica.
- Posible de realizarse en los laboratorios de físico-química del IUPC; para este segundo aspecto el estudiante contó con la colaboración del profesor, pues éste conocía las limitaciones del laboratorio.
- Defensa pública del esquema de trabajo por el equipo de alumnos responsables del mismo. Como cada equipo presentó un trabajo diferente, esta actividad enriqueció los conocimientos del grupo.
- Este trabajo tuvo como finalidad, por una parte, integrar los procesos aprendidos y cerrar el proceso total y, por otra, brindar al estudiante el contacto con una fuente primaria de bibliografía y con el proceso de elaboración de recursos para el aprendizaje, elementos muy importantes en su futuro desempeño profesional.

C. Rol del profesor

Al inicio del curso el profesor dio orientaciones para dar a conocer los fines de la instrucción y aclarar los procesos que involucraban a los alumnos en el trabajo. Luego se volvió un participante más, que facilitó el aprendizaje.

Durante la investigación se previó el control de las siguientes variables:

- Profesor. En el ensayo intervinieron dos profesores; cada uno atendió dos secciones usando, para cada una, metodologías diferentes; además prepararon las clases en equipos.
- Complejidad del contenido teórico tratado. El ensayo se hizo sobre el mismo contenido teórico.
- Experiencia acumulada en la asignatura. El ensayo se hizo al mismo tiempo para ambos grupos.
- Refuerzo del conocimiento. El instrumento usado para medir el grado de conocimiento que poseían los estudiantes, se aplicó sin previo aviso.

- Planificación de los cursos. Estaba hecha al comenzar el semestre para cada tipo de curso.
- Ambiente. Se trabajó en el mismo laboratorio.
- Equipos. Se usaron los mismos equipos.
- Otras. Quedan minimizadas por la selección al azar de los grupos sometidos a experimentación.

Todos los estudiantes recibieron, al iniciar el curso, una sección introductoria donde se les repartió la hoja de información, el cronograma, el programa y la guía de trabajos prácticos; se les dio información de cómo se desarrollaría el curso y cuál sería la rutina que se seguiría. Se abrió un periodo de preguntas que permitió verificar el grado de comprensión adquirido por los alumnos del proceso y, a la vez, aclararles dudas.

En la primera sesión, los estudiantes inscritos en los cursos convencionales hicieron el prelaboratorio práctico No. 1 y los inscritos en los cursos Gar-Mez, discutieron el esquema de trabajo No. 1.

Al comienzo de la segunda sesión, correspondiente a la realización del trabajo experimental, se hizo una prueba de rendimiento (corta, tipo ensayo, sin previo aviso). Durante las sesiones correspondientes a la realización de los trabajos experimentales se evaluó el comportamiento de los estudiantes.

Al finalizar se les pidió su opinión respecto al mismo, a través de una encuesta libre y abierta.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la prueba de rendimiento se muestran en las gráficas 1, 2, 3 y 4.

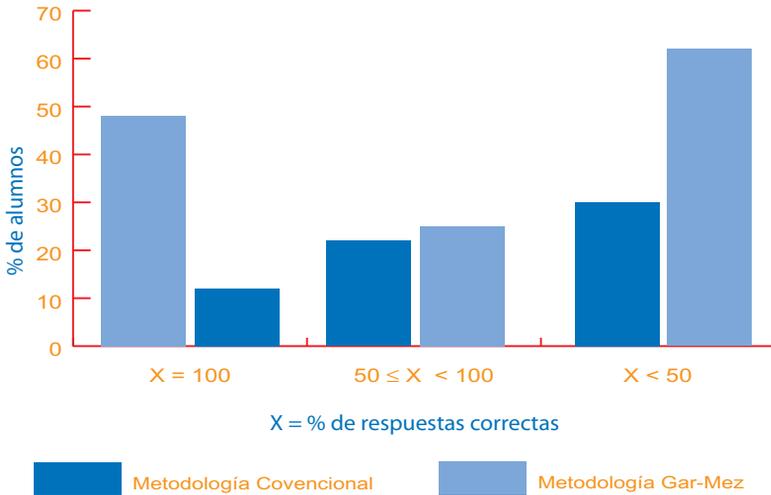
La evaluación del comportamiento de los estudiantes reveló que los tratados con Metodología Gar-Mez exhiben un comportamiento diferente a los tratados con la metodología convencional. El rasgo más sobresaliente de ese comportamiento es independencia y seguridad en la ejecución del trabajo experimental. Los resultados de la encuesta se resumen en la tabla I.

Del análisis de las gráficas 1, 2 y 3 se desprende que la Metodología Gar-Mez aumentó el número de alumnos que tenían claro y preciso el conocimiento acerca de los contenidos teóricos básicos, objetivos y procedimiento experimental ($X = 100$).

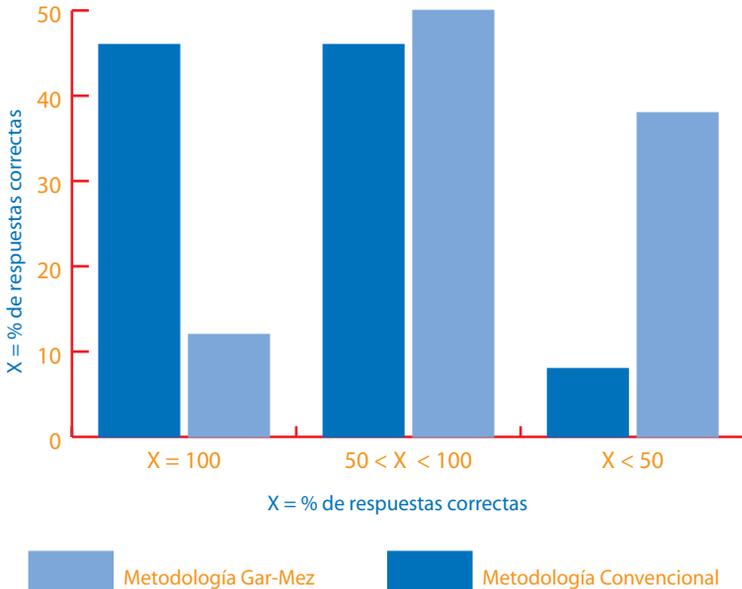
Al encontrarse la población desplazada hacia un nivel de rendimiento más satisfactorio, el número de estudiantes con bajo rendimiento ($X < 50$) se reduce con la utilización de la Metodología Gar-Mez.

Los resultados parecen evidenciar que la utilización de la Metodología Gar-Mez desplaza a la población hacia niveles óptimos ($X = 100$), en cuanto al grado de conocimiento de los contenidos teóricos, objetivos y procedimiento experimental.

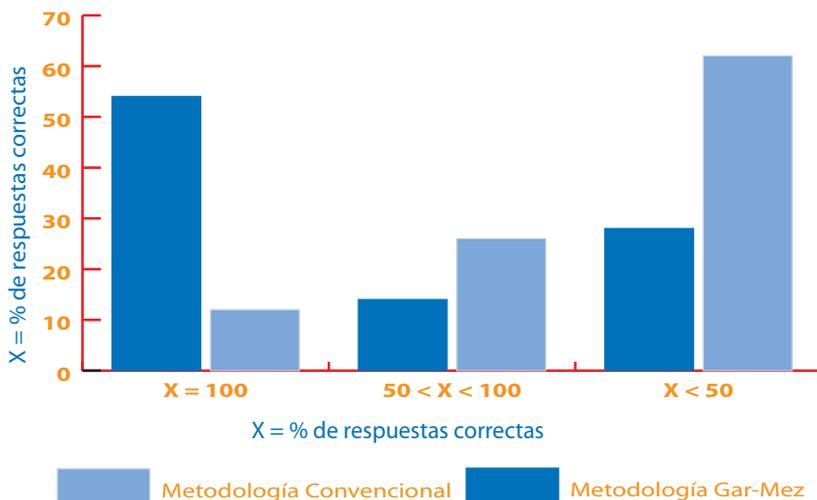
GRÁFICA 1
Medida en porcentaje del grado de conocimiento que poseían los alumnos sobre contenidos teóricos básicos



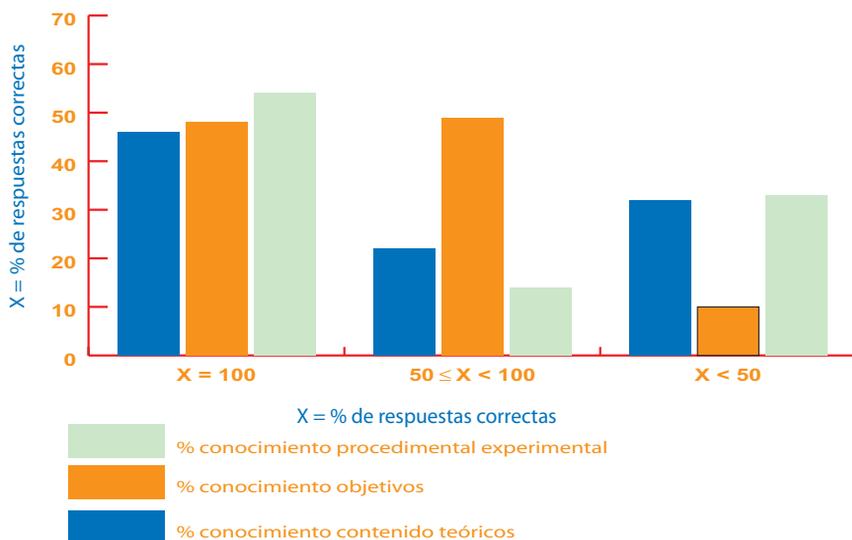
GRÁFICA 2
Medida en porcentaje del grado de conocimiento que poseían los alumnos sobre los objetivos



GRÁFICA 3
Medida en porcentaje del grado de conocimiento que poseían los alumnos sobre el procedimiento experimental



GRAFICA 4
Medida en porcentaje del grado de conocimiento que poseían los alumnos que utilizaron la metodología Gar-Mez sobre contenidos teóricos básicos, objetivos y procedimientos experimentales



Al comparar ambas metodologías en cuanto a la población que tiene niveles medios de rendimiento ($50 < X < 100$), en cuanto a contenido teórico básico, objetivos y procedimiento experimental (gráfica 3), se observa una mayor diferencia que en las barras que representan el mismo parámetro en las gráficas 1 y 2. Esto podría evidenciar que con la utilización de la metodología convencional hay mayor número de alumnos que dominan medianamente el procedimiento experimental y se podría decir que, con la población de estudiantes de niveles medios de rendimiento, esta metodología es más efectiva. Sin embargo, se cree que no es así. Se piensa que la Metodología Gar-Mez optimiza sus logros en el conocimiento del procedimiento experimental y por consiguiente la población se encuentra más desplazada hacia los niveles óptimos ($X = 100$), que en el caso de objetivos y contenidos teóricos. Las ideas anteriores son congruentes con las observaciones obtenidas al examinar la gráfica 4; en ella se puede observar que la metodología optimiza sus logros ($X = 100$), en el conocimiento del procedimiento experimental (54% de los alumnos tenían 100% de respuestas correctas). Estos resultados y los provenientes de la evaluación del comportamiento de los estudiantes, induce a pensar que la utilización de la Metodología Gar-Mez hace más efectivo el proceso enseñanza-aprendizaje, en la asignatura de Laboratorio de físico-química I, al lograr cambios en la conducta académica de un número significativo de estudiantes.

TABLA I
Medida en % del grado de satisfacción manifestada por los alumnos respecto al curso

| Metodología usada | Grado de satisfacción | | |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------|
| | Muy satisfecho | Medianamente satisfecho | Insatisfecho |
| + Gar-Mez | 65 | 14 | 14 |
| Convencional | 9 | 0 | 91 |

+ 7% de las respuestas de alumnos tratados con la Metodología Gar-Mez, no se pudieron incluir en la tabla, porque sus respuestas no eran claras.

La tabla I muestra un alto porcentaje de estudiantes que se sintieron muy satisfechos con la nueva metodología, y un alto grado de insatisfacción para aquéllos tratados con la metodología convencional; esto podría interpretarse así: el uso de la Metodología Gar-Mez hace que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea más agradable; se puede pensar que el aumento de la efectividad no sacrifica el "sentirse bien" durante el proceso. También podría indicar

que la satisfacción manifestada se deba a los logros alcanzados al cumplir las siguientes etapas del proceso:



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUHRMAN, M. V.; Lunetta y S. Novick, en *Journal of Chemical Education*, 59, 1982, p. 563.

LEAL, A., *El mejoramiento de tres categorías de lectura bajo tratamiento de programación con reforzamiento positivo y diferencial*, Caracas, IUPC, s/f.

RICHARDSON, V. y J. Renner, en *Journal of Chemical Education*, 47, 1970, p. 77.

ROMEY, W., *Inquiry techniques for teaching science*, New Jersey, Prentice Hall-International, Inc., 1968.

URICHECK, M., en *Journal of Chemical Education*, 49, 1972, p. 259.

VENKATACHELAM, C. y R. W. Rudolph, en *Journal of Chemical Education*, 51, 1974, p. 479.

VIVAS, D., en *Revista de Investigación Educativa*, No. 5, 1974, p. 143.

WALTER, S. y W. T. Lippincott, en *Journal of Chemical Education*, 52, 1975, p. 28.

