

## Propuesta de un trabajo innovador en Química General

---

Isabel M. Carughi; Silvina Sobrero;  
Claudia S. Puccetti; José María Schweigkardt\*

### *Resumen*

En la actualidad, la función de la educación debe ser promover la capacidad de los alumnos de gestionar sus propios aprendizajes, lograr adoptar una autonomía creciente en su carrera académica y disponer de herramientas intelectuales y sociales que les permitan un aprendizaje continuo a lo largo de toda su vida. Por otro lado, debemos considerar el enorme potencial educativo que nos ofrece el Trabajo Práctico en el Laboratorio de Química.

Se realizó una experiencia didáctica con alumnos ingresantes a la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas en la Cátedra de Química General.

A un grupo de 24 alumnos (Grupo A), se le propuso diseñar y llevar a cabo un trabajo experimental sobre el tema Ósmosis que se encuentra dentro del currículo de la materia, y a otro grupo de 21 alumnos (Grupo B) se le proporcionó una guía de Trabajos Prácticos con un esquema de práctica guiada, como las que habitualmente se utilizan en la Cátedra.

---

\* Cátedra de Química General. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria. Paraje El Pozo. C.C.242. C.P. 3000. Santa Fe.  
e-mail: carughi@fbc.unl.edu.ar

Se realizó, mediante una encuesta, la valoración de las actitudes y procedimientos de los alumnos frente a esta nueva propuesta didáctica.

En los resultados se observa que tanto el grupo A como el B tienen necesidades de trabajar con aprendizajes más significativos, más motivadores y que poseen actitudes favorables frente a este tipo de propuestas.

## Introducción

Según una distinción de la filosofía clásica establecida por Ryle (1949), las personas disponemos de dos tipos de conocimiento bien definidos que cumplen funciones distintas. Tenemos un saber declarativo, consistente en nuestros conocimientos descriptivos o factuales sobre el mundo, pero también un saber procedual o procedimental, que consiste en los procedimientos efectivos de que disponemos para actuar sobre el mundo.

Wellington (1989) ha sugerido la posibilidad de distinguir un tercer tipo de conocimiento, que podríamos llamar explicativo, que no consistiría ni en descripciones de hechos ni en secuencia de acciones, sino *en saber por qué se producen esos hechos*.

Dentro del aprendizaje de las ciencias experimentales y en especial las ciencias químicas, la comprensión de la ciencia por los alumnos estaría relacionada fundamentalmente con el conocimiento explicativo.

Aunque no puede desdeñarse la importancia de algunos conocimientos factuales ni el dominio de destrezas y habilidades de aprendizaje, la investigación sobre enseñanza de la ciencia ha estado centrada en los últimos tiempos en estudiar la forma en que los alumnos explican los más diversos fenómenos científicos. (Carretero 1979; 1984). El principal problema de la comprensión de la ciencia es el dominio por parte de los alumnos de los sistemas conceptuales y las teorías científicas que Wellington (1989) engloba dentro del conocimiento explicativo.

Ello no debe ir en menoscabo de que los alumnos dominen los procesos y destrezas propios de la ciencia (Kirkham, 1989), sino que tanto el conocimiento procedual como el explicativo se hallan estrechamente vinculados y en dependencia mutua. (Pozo, Gómez, 1990).

Consideramos que la función de la educación debe ser promover la capacidad en los alumnos de gestionar sus propios aprendizajes, que logren adoptar una autonomía creciente en su carrera académica y que dispongan de herramientas intelectuales y sociales que les permitan un aprendizaje continuo a lo largo de toda su vida; es por ello que en la educación hay una necesidad creciente de promover las capacidades y competencias y no sólo conocimientos cerrados o técnicas programadas.

Lo más importante en el campo científico no es el cúmulo de conocimientos adquiridos, sino el manejo de los mismos como instrumento para indagar, cuestionar, actuar, crear, resolver sobre la realidad.

El recurso más característico del aprendizaje de las Ciencias y en especial las Ciencias Químicas es el *laboratorio*.

Entendemos por laboratorio aquel lugar especialmente equipado donde se dan clases en las que los alumnos realizan, por sí mismos, investigaciones sobre fenómenos, y resuelven problemas utilizando diversas habilidades manuales e intelectuales. Sin embargo, es frecuente que las lecciones impartidas en él, se conviertan a menudo en unos ejercicios en los que, como en los recetarios de cocina, los estudiantes siguen una serie de instrucciones de las que sacan muy poco provecho en lo que se refiere a su aprendizaje básico (Friedler, Tamir 1984; Novak, Gowin 1984).

Diversos estudios demuestran que la razón principal por la que no se alcanzan los objetivos educativos es la falta de oportunidades ofrecidas a los estudiantes para aprender los conocimientos y habilidades relacionados con esos objetivos (Comber, Keeves 1973).

Los trabajos prácticos dentro del curriculum de la materia Química General se realizan a través de prácticas guiadas, siguiendo los pasos detallados de una guía pensada y realizada por los docentes, la cual, en muchos casos, no permite al alumno la real comprensión y apropiación del conocimiento, ya que el resultado a obtener en la experiencia es conocido de antemano.

Sin entrar en conflicto con la metodología de las prácticas guiadas, que son las que habitualmente se utilizan en el laboratorio de Química General, ya que es sabido que la mayoría de los alumnos ingresantes desconocen los materiales y las instalaciones del laboratorio químico, las normas de bioseguridad, las técnicas y manipulaciones básicas a aplicar, pero conscientes de la importancia que representa que el alumno construya y se apropie de los conceptos a través de una metodología basada

en el marco de la psicología educativa actual, con un aprendizaje creativo, libre, donde pueda indagar, cuestionar, resolver sobre la realidad.

Bajo esta consigna se propuso la realización de un trabajo experimental diseñado por los alumnos ingresantes, donde ellos mismos, con el apoyo de los docentes, debían plantear y diseñar “con base científica” una experiencia de laboratorio donde se demostrara una de las propiedades coligativas de la materia denominada Ósmosis.

## **Metodología**

La evaluación a los dos (2) grupos consistió en cinco (5) preguntas sobre conceptos de Ósmosis, y diez (10) valoraciones acerca de las actitudes frente a la experiencia en cada uno de los casos. Los alumnos debían contestar esas valoraciones con Malo, Regular, Bueno, Muy Bueno, Excelente.

Se tomaron dos (2) grupos, al azar, de los siete (7) grupos que se forman durante el cursado de la materia Química General.

Al grupo de veinticuatro (24) alumnos (Grupo A), que realizó la experiencia del diseño y desarrollo experimental del trabajo de laboratorio, se les presentó la consigna con la propuesta del trabajo durante la sexta semana de haber comenzado las actividades de la cátedra.

Se les explicó que el trabajo de ellos consistía en la búsqueda bibliográfica del tema, el diseño y desarrollo del trabajo, la búsqueda de los materiales y la realización de la experiencia en la última semana del cuatrimestre (semana quince). A este grupo se lo subdividió en cuatro (4) comisiones y cada una de ellas tenía a cargo un docente tutor, que cumplía la función de coordinador de las tareas.

La consigna era demostrar que las moléculas de disolvente pueden atravesar una membrana semipermeable de una solución de menor concentración de soluto hacia una de mayor concentración de soluto.

Para constatar que los alumnos desarrollaron los procedimientos y actitudes necesarios para lograr el objetivo perseguido, la experiencia se realizó en la última semana de actividades. En la semana catorce (14) se llevó a cabo la discusión sobre cuál de las propuestas presentadas se realizaría, en una puesta en común, con el objetivo de elegir el trabajo más adecuado para efectuar en el laboratorio.

Las propuestas fueron discutidas y evaluadas por los propios participantes y por los docentes, y se llegó a la conclusión de que había varias maneras de demostrar el fenómeno físico y de que todas las propuestas eran importantes de realizar.

Al otro grupo de veintiún (21) alumnos (Grupo B), que realizó la experiencia de la práctica guiada, se le planteó la guía de Trabajos Prácticos sobre el tema “Ósmosis” para que la estudiaran de la forma en que habitualmente realizan las experiencias en el laboratorio.

De esta manera, pudimos comparar los resultados obtenidos en cuanto a los aprendizajes adquiridos, al aplicar distintos tipos de estrategias para cada uno.

Se evaluaron en los dos (2) grupos no sólo los conceptos adquiridos sino también el desarrollo de estrategias actitudinales y procedimentales realizando el análisis estadístico pertinente.

Las preguntas fueron las siguientes:

- a) Preferencia por las clases prácticas, porque plantean problemas interesantes.
  - b) Preferencia por las clases que se preparan en grupo.
  - c) Preferencia por la mayor informalidad de los trabajos experimentales.
  - d) Valorar la búsqueda independiente de la información necesaria para el diseño del trabajo.
  - e) Aceptar las críticas y sugerencias de los compañeros al propio trabajo durante el diseño y desarrollo.
  - f) Preferencia por las prácticas guiadas.
  - g) Importancia de participar activamente en la elaboración y preparación de la experiencia.
  - h) Valoración positiva de la disponibilidad de los docentes tutores en la colaboración con los alumnos.
  - i) Distribución del tiempo para la selección y búsqueda del material.
  - j) Preferencia por trabajar con la coordinación de un profesor.
- Se realizó la tabulación de los datos, y se calculó en cada caso el porcentaje de cada valoración.

## Resultados

Ver Tablas y Gráficos adjuntos.

En la Tabla 1 del anexo, se observan las frecuencias y porcentajes de las valoraciones realizadas por los alumnos del Grupo A a cada una de las preguntas; y en la Tabla 2, las propias para el Grupo B.

En el gráfico 1 del anexo se muestran las valoraciones realizadas por los alumnos del Grupo A que realizaron la experiencia de diseñar el trabajo experimental.

En el Gráfico 2 se observan las valoraciones realizadas por el Grupo B que realizó la experiencia guiada.

## Análisis y Discusión

De la observación de los Gráficos 1 y 2, surge:

- *Preferencia por las clases prácticas, porque plantean problemas interesantes* (ítem a). Los alumnos del Grupo A presentan una actitud más favorable que los del Grupo B, ya que en este último existen componentes que valoran este ítem como malo y regular, lo que no ocurre en el Grupo A; además, para éste se observa que la valoración de mayor frecuencia (muy bueno), supera en más del 15% a su similar del Grupo B.

- *Preferencia por las clases que se preparan en grupo* (ítem b). Para los alumnos del Grupo A se visualiza, que la valoración Bueno y Muy Bueno poseen la misma frecuencia de respuesta, y superan a Regular y Excelente, las cuales también poseen la misma frecuencia de respuesta. Además, no se observa valoración alguna respecto del factor malo.

Por otro lado, para el Grupo B, se observa una distribución menos polarizada, y si bien existe una componente negativa (Malo y Regular) más marcada que para el otro grupo, se verifica una mayor frecuencia en la respuesta excelente.

- *Preferencia por la mayor informalidad de los trabajos experimentales* (ítem c). El Grupo A manifiesta una menor valoración en cuanto a lo excelente de esta propuesta que el Grupo B, pudiendo atribuirse esto a la mayor demanda de construcción de los conceptos por

parte del alumno, lo que implica una mayor dedicación. Esto se sustenta en la evaluación “Malo” elevada para el Grupo B, atribuible a la “sospecha de este mayor grado de compromiso” e incluso al desconocimiento de la actividad en sí misma.

- *Valorar la búsqueda independiente de la información necesaria para el diseño del trabajo* (ítem d). Para el Grupo A, la valoración de la importancia de indagar sobre el tema presenta una postura catalogable como levemente favorable, dada las frecuencias de respuestas; mientras que para el Grupo B, la posición de los alumnos denota ser más alentadora.

Este comportamiento puede interpretarse si se considera que los alumnos del Grupo A han realizado esta experiencia y en la misma se han enfrentado a los obstáculos que ello implica, de tal manera que valoran la utilidad de esta propuesta, pero conocen el costo que ella tiene. Mientras que para los alumnos del Grupo B, la discusión está más distribuida entre aquellos que no quieren porque no conocen la propuesta y aquellos que afirman que les gustaría, calificando a este inciso con “Excelente”.

- *Aceptar las críticas y sugerencias de los compañeros al propio trabajo durante el diseño y desarrollo* (ítem e). En relación con la valoración efectuada a este ítem, ambos grupos (A y B) calificaron con mayor frecuencia como: Muy Bueno, Excelente y Bueno. Diferenciándose en los aspectos Malo y Regular, dado que el Grupo A no valora como Malo (0,00%), pero sí como Regular (8,33%); mientras que para el Grupo B ocurre a la inversa; es decir, califica como Malo (9,52%) pero no lo hace como Regular (0,00%). Sin embargo, se observa que la evaluación negativa de la consigna (Malo y/o Regular), no difieren significativamente en frecuencia entre ambos grupos.

En general, puede decirse que no existen grandes diferencias en la frecuencia de cada una de las valoraciones de ambos grupos.

- *Preferencia por las prácticas guiadas* (ítem f). Antes de analizar los resultados obtenidos, es necesario remarcar que este inciso posee un sentido inverso para el Grupo A en comparación con el sentido que posee para el Grupo B. Por ello, se observa que la evaluación realizada por los alumnos que participaron de la experiencia innovadora (Grupo A) se inclina fundamentalmente hacia las valoraciones Malo y Regular, que incluso son de mayor frecuencia que las efectuadas por los alumnos

del Grupo B; además, para este último la frecuencia de la calificación Bueno es casi un 20,00% superior a la efectuada por el Grupo A.

Esto manifiesta la adhesión favorable de los alumnos del Grupo A hacia la propuesta, lo cual no ocurre en el Grupo B, dado que no han vivido la misma experiencia.

- *Importancia de participar activamente en la elaboración y preparación de la experiencia* (ítem g). Puede observarse que en ambos grupos la frecuencia de valoración Muy Bueno y Excelente ronda el 30,00% y alrededor de un 25,00% para Bueno.

La mayor diferencia se encuentra en la evaluación Malo y Regular, las cuales son más marcadas (de mayor frecuencia) en el caso de los alumnos que no realizaron la experiencia innovadora (Grupo B).

Estos resultados concuerdan con lo analizado en los ítems c y d.

- *Valoración positiva de la disponibilidad de los docentes tutores en la colaboración con los alumnos* (ítem h). Si bien en ambos casos la valoración Excelente iguala o supera el 50,00% en frecuencia, los alumnos del Grupo A presentan una actitud más favorable; adhiriéndose e inclinándose con mayor “seguridad” hacia la valoración positiva del docente tutor comparándolo con el Grupo B, en el cual existe una componente que valora como Malo. Algo similar ocurre en lo analizado en el ítem a.

Esto puede explicarse entendiendo que el Grupo B, al no realizar la misma experiencia que el Grupo A, no puede vislumbrar en forma plena el rol del docente guía y de su utilidad en la construcción de su propio aprendizaje.

- *Distribución del tiempo para la selección y búsqueda de material* (ítem i). Para el Grupo A se observa predominio en la valoración “Bueno” en contra partida con el Grupo B, que calificó con mayor frecuencia como “Muy Bueno” seguido por “Bueno”, “Excelente” y “Malo”. Para el primer grupo, se observa que sigue en frecuencia a “Bueno”, “Excelente” (con un porcentaje mayor al alcanzado por el Grupo B), “Muy Bueno” (siendo aproximadamente un 20% menor que en el Grupo B), “Regular” y hubo valoración para “Malo” (0,00%).

A través de estos resultados se evidencia la necesidad de mayor tiempo para la realización de las actividades de aprendizaje dado el mayor “protagonismo” del alumno.

• *Preferencia por trabajar con la coordinación de un profesor* (ítem j). Si bien los alumnos de ambos grupos evaluaron este ítem mayoritariamente como “Muy Bueno” y “Excelente”, es de notar que nuevamente se repite la observación hecha en los incisos a) y h); es decir que los alumnos del Grupo A presentan una actitud más favorable que las del Grupo B, ya que en este último se observa valoración como “Malo” (veanse ítems mencionados).

## **Conclusión**

A partir de la discusión de los resultados obtenidos en la experiencia se concluye que si bien el tiempo necesario para que el alumno autogestione su aprendizaje es mayor al que le demandaría el limitarse a estudiar una guía pensada y confeccionada por el docente, se logra aumentar el interés por la investigación, fomentar una amplia gama de habilidades y herramientas, aumentar el protagonismo en relación con la toma de decisiones entre diferentes alternativas y determinar qué hechos son importantes.

Aunque ambos grupos manifiestan tener necesidades de trabajar con propuestas motivadoras, los alumnos del Grupo A poseen, como se comentó anteriormente, una actitud más favorable que los alumnos del Grupo B, dado que fueron los que vivieron la experiencia.

A partir de la presentación de la consigna se evidenció en los alumnos del Grupo A un alto grado de motivación en la búsqueda de información, solicitud de consultas con los docentes tutores, presentando importantes propuestas para la demostración del fenómeno con avales de trabajo científico.

Asimismo, se pudo promover relaciones interpersonales alumno-alumno, incentivando el compromiso y responsabilidad de todos los integrantes de cada grupo y de todos en general.

Es importante mencionar que este tipo de actividades exige por parte del docente mayor disposición, como también la capacidad de poder afrontar los desafíos que propone una clase “no convencional”.

Finalmente, durante el desarrollo de la actividad, los alumnos no sólo lograron autogestionar su aprendizaje, sino también desarrollar ciertas destrezas, como manipular con habilidad el instrumental de laborato-

rio, aplicar adecuadamente en las tareas de investigación los pasos básicos del método científico, analizar la importancia de las expresiones de concentración, relacionar los conceptos teóricos con los trabajos experimentales, participar con entusiasmo y responsabilidad de los trabajos grupales, incrementar la capacidad de analizar, asociar datos y extraer conclusiones sobre la temática.

Tabla 1: Frecuencias y porcentajes de las valoraciones realizadas por los alumnos del Grupo A

Consigna	Malo		Regular		Bueno		Muy Bueno		Excelente	
	Frecuencia	%								
a	0	0,00	0	0,00	5	20,83	14	58,34	5	20,83
b	0	0,00	4	16,67	8	33,33	8	33,33	4	16,67
c	3	12,50	3	12,50	10	41,67	6	25,00	2	8,33
d	0	0,00	3	12,50	8	33,33	9	37,50	4	16,67
e	0	0,00	2	8,33	4	16,67	11	45,83	7	29,17
f	7	29,17	8	33,33	6	25,00	3	12,50	0	0,00
g	0	0,00	2	8,33	7	29,17	8	33,33	7	29,17
h	0	0,00	0	0,00	2	8,33	10	41,67	12	50,00
I	0	0,00	1	4,17	12	50,00	5	20,83	6	25,00
j	0	0,00	0	0,00	1	4,17	11	45,83	12	50,00

Tabla 2: Frecuencias y porcentajes de las valoraciones realizadas por los alumnos del Grupo B.

Consigna	Malo		Regular		Bueno		Muy Bueno		Excelente	
	Frecuencia	%								
a	3	14.29	1	4.76	3	14.29	9	42.85	5	23.81
b	2	9.52	3	14.29	7	33.33	5	23.81	4	19.05
c	4	19.05	2	9.52	7	33.33	5	23.81	3	14.29
d	2	9.52	2	9.52	7	33.34	5	23.81	5	23.81
e	2	9.52	0	0.00	4	19.05	9	42.86	6	28.57
f	3	14.29	7	0.00	9	42.86	2	9.52	0	0.00
g	2	9.53	0	33.33	5	23.81	7	33.33	7	33.33
h	2	9.52	0	0.00	2	9.52	5	23.81	12	57.15
I	2	9.52	0	0.00	7	33.33	9	42.86	13	14.29
j	2	9.52	0	0.00	4	19.05	8	38.10	17	33.33

Gráfico 1: Comparación de frecuencias porcentuales de respuestas a las consignas del Grupo A

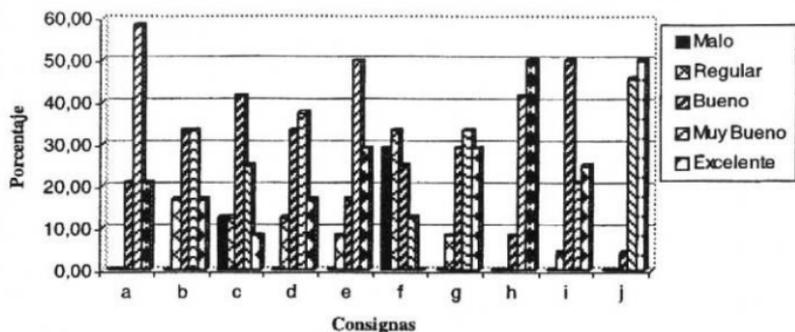
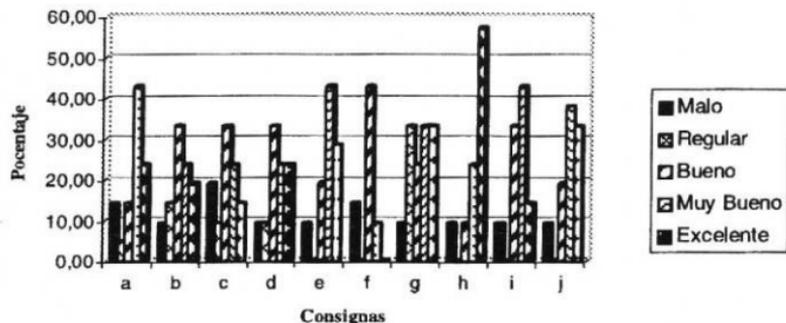


Gráfico 2: Comparación de frecuencias porcentuales de respuesta a las consignas del Grupo B



## Bibliografía

- Carretero, M: *Lecturas de psicología del pensamiento*, Madrid, Alianza, 1984.
- Carretero, M: *Introducción a la psicología cognitiva*, Buenos Aires, 1996.
- Comber, L. E; Keeves, J.E: *Science education in nineteen countries*. Stockholm, Alquimist, 1973.
- Friedler, Y; Tamir, P: *Teaching and learning in high school laboratory classes in Israel*. Research in Science Education, 15, pp. 89-96. 1984.
- Harlen, W: *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, Madrid, Morata, 1994.
- Kirkham, J: *Blanced sciencie: equilibrium between contest, process, and contend*, Londres, Routledge, 1989.
- Merino, G.: *Didáctica de las Ciencias Naturales*, Buenos Aires, Ateneo, 1992.
- Novak, J.D: Gowin, D.B: *Aprendiendo a aprender*, Barcelona, 1988.
- Pozo, J, Gomez Crespo, M.A: *Bases psicológicas para la elaboración de un curriculum en ciencias: Química*. Madrid. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Psicología, 1990
- Pozo, J.; Gomez, M.A.: *Procesos Cognitivos en la comprensión de la Ciencia*, Madrid, C.I.D.E, 1991.
- Ryle, G: *The concept of mind*, New York, Penguin books, 1949.
- Wellington, J: *Skill and processes in science education*, Londres, Routledge, 1989.