

## Trabajo completo

---

# Aprendizaje cooperativo y herramientas informáticas en cursos para ingeniería en la era digital

---

RECIBIDO: 12/08/10

ACEPTADO: 27/08/10

---

García<sup>(1)</sup>, A. M. • Soriano<sup>(1)</sup>, M. R. • Barbiric<sup>(2)</sup>, D.

(1) Facultad Regional Buenos Aires (UTN), Medrano 951, C1179AAQ, C. A. Buenos Aires, Argentina

(2) Facultad de Ingeniería (UBA), Paseo Colón 850, C1063ACV, C. A. Buenos Aires, Argentina

Soriano M.R. e-mail: mrs@secyt.frba.utn.edu.ar

**RESUMEN:** Presentamos una ficha de trabajo sobre Gases Ideales para un curso de Química General de alumnos universitarios, organizada de acuerdo con la filosofía POGIL. Los alumnos aprenden un tópico específico del curso siguiendo el ciclo de aprendizaje y se entrenan en el uso de una herramienta fundamental para el procesamiento de datos: la planilla de cálculo. Se guía al estudiante para que desarrolle conceptos por sí mismo, otorgándole sentido de autonomía y participación, y proporcionándole una idea epistemológica sobre la naturaleza de la investigación científica. En el aula se pueden enseñar habilidades no curriculares, saber discutir, razonar, argumentar y ser convincente; investigar en equipo, repartir las tareas en forma equilibrada y democrática.

**PALABRAS CLAVES:** compromiso activo, pensamiento crítico, aprendizaje

cooperativo, herramientas informáticas

**SUMMARY:** *Cooperative learning and computer tools in engineering courses for the digital age.*

A POGIL ChemActivity for undergraduates referred to Ideal Gases is presented. Students learn the specific topic following the learning cycle and they are trained in the use of a fundamental data processing tool: a worksheet. They are oriented to develop concepts for themselves, imparting a sense of ownership and participation, and providing epistemological insight into the nature of scientific inquiry. Other extra curriculum skills are taught in the classroom: discussion, reasoning, convincing argument, cooperative research, equilibrated and democratic distribution of tasks.

**KEYWORDS:** active engagement, critical thinking, cooperative learning, informatic tools.

---

## Introducción

En este siglo en que han cobrado especial importancia la comunicación, la biotecnología y el medio ambiente, la transmisión de conocimientos ha sufrido también un cambio considerable(1). La comunicación conduce a la globalización de los sucesos, los avances de la biotecnología se presentan promisorios en el campo de la salud pero dudosos en el campo de la ética y las secuelas medioambientales de la actividad humana requieren la adopción de medidas correctivas que tiendan a un equilibrio entre nivel y calidad de vida, si queremos seriamente evitar la lenta destrucción de nuestro hábitat.

La nueva era requerirá personas tecnológicamente alfabetizadas. Más que nunca los estudiantes universitarios deberán ser capaces de plantear interrogantes y, sobre todo, de encontrar respuestas usando investigación documental, consultando a especialistas, seleccionando del enorme cúmulo de información aquella que sea pertinente, conociendo dónde encontrarla, cómo orientarse y cómo tratarla. Se requiere un esfuerzo dirigido e intencionado para lograr la difusión y alfabetización tecnológica. No hablamos de acumular un bagaje de nociones y de información, sino de promover la adquisición de una metodología de análisis de los efectos de la tecnología, transferible por el individuo a su entorno social y político.

Por otra parte, la tecnología resulta esencial para sostener los procesos de enseñanza y aprendizaje en la formación superior, pues proporciona herramientas necesarias para el trabajo intelectual. La simulación estimula el pensamiento y la imaginación, predispone para la acción, para reflexionar y preparar decisiones, proyectar acciones y procedimientos(2).

Los profesores universitarios suelen sintetizar para el alumno los aspectos centrales de un tema, proporcionan textos y fotocopias a leer, y evalúan al alumno por su capacidad para reproducir ideas que ellos consideran claves. Sin embargo, ¿resulta coherente ésta y otras prácticas educativas con desarrollar en el estudiante su capacidad para buscar, valorar, seleccionar, estructurar e integrar la información, habilidades medulares en la sociedad actual?(3) El futuro profesional deberá seguir formándose toda la vida y los profesores deberían asumir más bien un rol de facilitadores orientando, estimulando la discusión entre pares, enseñando a rebatir argumentos, avalando construcciones conceptuales.

La enseñanza de la química ha experimentado una evolución importante. Además de aportar conocimientos de tipo experimental y teórico, debe responder a las preocupaciones actuales de la disciplina y desarrollar sus innovaciones. El interés en transmitir la enseñanza de esta disciplina en forma relacionada con temas actuales de importancia debe, evidentemente, apoyarse en una experimentación moderna y renovada en forma permanente, así como en una documentación completa y accesible. En los últimos treinta años la psicología cognitiva ha desarrollado numerosos trabajos que demuestran que el compromiso activo y la interacción con otros compañeros son esenciales para la mayoría de los estudiantes a fin de lograr una verdadera comprensión y retención. El método POGIL (Process Oriented Guided Inquiry Learning, <http://pogil.org>), desarrollado en sus inicios para cursos de Química, es una estrategia y una filosofía de enseñanza centrada en el estudiante. En un aula o laboratorio POGIL, los estudiantes trabajan en pequeños grupos en actividades especialmente diseñadas

das que siguen el paradigma del ciclo de aprendizaje.

Presentamos una metodología de trabajo que satisface los requerimientos arriba planteados: alumnos universitarios de primer año, organizados de acuerdo con la filosofía POGIL(4), aprenden un tópico específico del curso, gases ideales, y se entrenan en el uso de una herramienta fundamental para el procesamiento de datos, la planilla de cálculo.

### Metodología de trabajo

Para desarrollar una clase dentro de la modalidad POGIL los alumnos, organizados en grupos(5), analizan y leen preguntas que los van guiando, aprenden a discutir y conciliar posiciones, a redactar respuestas y definiciones, examinan y eligen con otros las mejores respuestas. En el trabajo cooperativo, se explican unos a otros y descubren cuánto han comprendido, aprenden a formular preguntas claras(6). Es un proceso en etapas en el que hay asociación, repetición, cuestionamiento. Estos aspectos no están presentes en una clase tradicional expositiva, donde el alumno tiene un rol pasivo.

El material de trabajo se organiza siguiendo las fases del ciclo de aprendizaje, a través de la exploración, de la invención de conceptos, y la aplicación (7). En la fase de "Exploración" se busca un patrón predominante en la información suministrada: datos experimentales, un gráfico o un diseño que genere preguntas o situaciones más complejas que para los estudiantes no son de resolución rápida y los mueve a generar y probar hipótesis en un esfuerzo por explicar o entender la información presentada.

En la segunda fase, la de "Invención del Concepto", éste se desarrolla a partir del

modelo; el término correspondiente se introduce en el momento en que el estudiante ya logró comprender el concepto de manera tal que el nuevo término queda asociado al patrón identificado previamente. A diferencia de una clase tradicional en la que a menudo se introducen y definen los términos, seguidos de ejemplos sobre su uso, aquí se invierte el orden.

En la fase final de "Aplicación", el concepto se extiende a nuevas situaciones(8,9). Esta fase generaliza el significando para lo que se requieren habilidades de razonamiento deductivo. En resumen, una experiencia de ciclo de aprendizaje guía al estudiante para que desarrolle conceptos por sí mismo, otorgándole sentido de autonomía y participación, y proporcionándole una idea epistemológica sobre la naturaleza de la investigación científica.

Tomamos como ejemplo el tema que nos interesa, los gases y su comportamiento. Los libros comienzan con las leyes de los gases relatando las experiencias, con las que todos estamos familiarizados, realizadas en los siglos XVII y XVIII. Aparecen junto con los relatos gráficos de  $p$  vs  $V$ ,  $p$  vs  $1/V$ ,  $V$  vs  $t$  (ó  $T$ ) y a partir de estos resultados se presenta la ley general de los gases. El método de trabajo que proponemos (POGIL) para tratar este tema se desarrolla de manera muy diferente.

Los estudiantes por grupos (idealmente dos) se ubican frente a una PC y trabajan directamente sobre la planilla de cálculo (Figura 1). En cada cohorte la alfabetización digital previa es despareja, por lo que es conveniente que se agrupen los más avanzados con los menos. De este modo se le suma a la clase de gases un agregado de alfabetización tecnológica.

Aparece en primer término una tabla de datos de presión y volumen para una dada masa de gas (10 moles de He) a una dada temperatura, luego se presentan dos juegos más de datos a dos nuevas temperaturas. Las primeras preguntas requieren observar el comportamiento de los datos experimentales de la tabla: ¿Cómo son los volúmenes a medida que la presión aumenta, a una temperatura fija?, ¿Cómo son los volúmenes para una misma presión cuando aumenta la temperatura? ¿Cómo es el valor de  $V \times P$ ? Luego las preguntas guía los van llevando

a proponer hipótesis que deben discutir y defender en cada grupo. Los datos de temperatura en las tablas están en grados Celsius por lo que deberán encontrar la escala de temperaturas absolutas para llegar a la ecuación general. A continuación aparecen indicaciones sobre los gráficos que deben desarrollar y analizar (Figura 2). A partir de las curvas que obtuvieron pueden plantear hipótesis y discutir las hasta tener un modelo coherente con los datos experimentales que les presenta la hoja de cálculo. Otro conjunto de datos para la masa correspon-

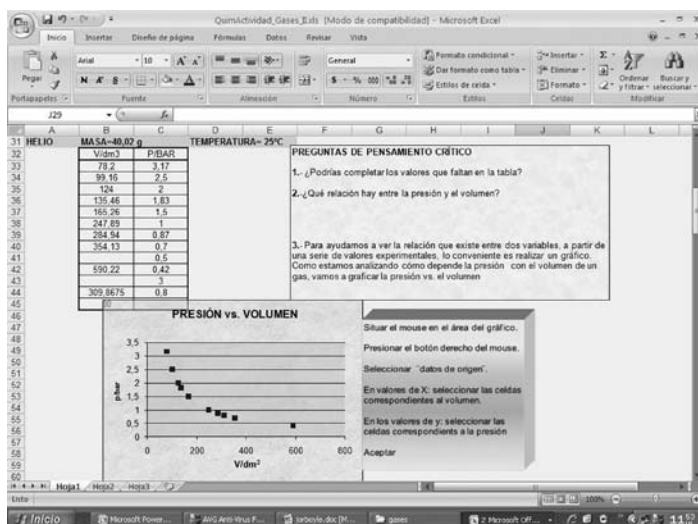
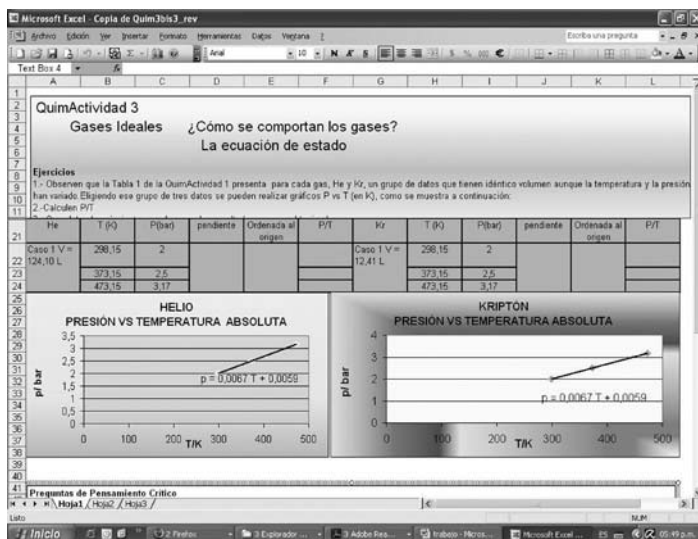


Figura 1: Actividad POGIL, Gases Ideales Parte I. Presentación de datos y preguntas guía

diente a un mol de Kr completará la información para poder inferir la ecuación general de los gases ideales.

Hay dos aspectos clave para el diseño de la actividad POGIL. Primero, debe estar incluida la información apropiada para que la *Exploración* inicial posibilite a los es-

tudiantes desarrollar los conceptos requeridos. Segundo, la secuencia de preguntas guías se debe construir cuidadosamente para permitirles a los estudiantes inferir la conclusión apropiada y al mismo tiempo promover el desarrollo de varias habilidades procesales.



**Figura 2:** Actividad POGIL, Gases Ideales Parte II. Deducción de la ecuación de estado.

### Resultados y conclusiones

Aplicamos esta metodología, desde 2006, en los cursos de Química General en FRBA -UTN y FIUBA; usando el material desarrollado por POGIL(10). Aquí presentamos fichas referidas a Gases Ideales desarrolladas por nosotros que siguen las consignas de trabajo de discusión e investigación guiada de la metodología (11). Los alumnos trabajan directamente sobre la planilla de cálculos. La mayoría de ellos llegan familiarizados con esta herramienta, otros la fortalecen y algunos aprenden su manejo. Durante la actividad, los alumnos construyen gráficos que les permiten interpretar y discutir situaciones en forma inmediata y despejar dudas rápidamente.

La práctica de la metodología POGIL ha mostrado que podemos trabajar todos los contenidos de un curso tradicional con este método y en los tiempos normales. El trabajo realizado directamente sobre las PC's para el tema *Gases Ideales*, completado en un encuentro de 4 hs, agilizó el proceso y la comprensión por parte de los estudiantes.

El discutir, razonar, argumentar y ser convincente; investigar en equipo, repartir las tareas en forma equilibrada y democrática son algunas habilidades, entre otras, que también se pueden aprender en el aula.

### Agradecimiento

Deseamos agradecer al Departamento de Ingeniería Industrial de la UTN-FRBA que nos facilita el aula con las terminales sobre las que los estudiantes realizan estos trabajos.

### Bibliografía

1. Cegarra Sánchez, J., 2004. "Metodología de la Investigación científica y tecnológica" Díaz de Santos Ed. Madrid, Cap. 2, 19-20.
2. de Kerchhove D., 2004. "Sobre la aceleración cultural, en Nuevas Tecnologías y Educación" Martínez Sánchez F., Prendes Espinoza Ma. Paz (coords.), Pearson Educación, Madrid (España), 3-14.

3. Bartolomé A., 2004. "Aprendizaje potenciado por la tecnología: razones y diseño pedagógico, en Nuevas Tecnologías y Educación" Martínez Sánchez F., Prendes Espinoza Ma. Paz (coords.), Pearson Educación, Madrid (España). 215-234.
4. Bodner, G. M., 1986. Constructivism: A theory of knowledge. *J. Chem. Ed.*, **63**, 873.
5. Cooper, M. M., 2005. An introduction to small-group learning. En N. J. Pienta, M. M. Cooper, & T. J. Greenbowe (Eds.), "Chemists' guide to effective teaching" Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall. 117-128
6. Bielaczyc, K.; Pirolli, P. L.; Brown, A. L., 1995. Training in self-explanation and self-regulation strategies: Investigating the effects of knowledge acquisition activities on problem solving. *Cognition and Instruction*, **13** (2), 221-252.
7. Lawson, A. E., 1995. "Science Teaching and the Development of Thinking", Belmont: Wadsworth.
8. Abraham M. R; Renner J. W., 1986. Research on the Learning Cycle, *J. Res. on Science Teaching*, **23**, 121-143.
9. Lawson, A. E., 1999. What Should Students Learn About the Nature of Science and How Should We Teach It? *J. of College Sci. Teaching*, 401-411
10. Moog R.S.; Farrell J.J., 2006. "Chemistry, A guided Inquiry"; J. Wiley & Sons Inc., 3rd Ed, New York, (Traducción al español de la 1ra Edición, Granda, Lamba, Pardo y Resto, Puerto Rico 2004); Spencer, J.N.; Bordner, G.; Rickard, L., 2006, "Chemistry Structure and Dynamics", Wiley, 3rd Ed., (New Jersey).
11. Abraham, M. R., 2005. "Chemists' guide to effective teaching Inquiry and the learning". In N. J. Pienta, M. M. Cooper, & T. J. Greenbowe, Eds Pearson Prentice Hall, (Upper Saddle River, N J): 41-52.