

QUÍMICA DE SUPERFICIES: UN ENFOQUE DIFERENTE EN FISICOQUÍMICA

Ana María García¹, Dora A. Barbiric² y M. Rosario Soriano¹

1. Dpto. de Ing. Química - Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional, Medrano 951, C1179AAQ, CABA, Argentina.

2. Facultad de Ingeniería (UBA), Paseo Colón 850, C1063ACU, CABA, Argentina
E-mail: mrs@secyt.frba.utn.edu.ar

1. INTRODUCCIÓN

Llamamos *superficie* o *interfase* al límite entre dos fases. Muchos fenómenos y procesos tecnológicos importantes dependen de las propiedades únicas de las moléculas entre las fases: reacciones en superficie (catálisis), separación de sustancias por adsorción selectiva (cromatografía), formación de fases (nucleación y condensación).

El análisis de los fenómenos de superficie en las carreras de ingeniería es fundamental. A comienzos del Siglo XX aparecieron las tecnologías modernas (láser, plasma, haces iónicos), que permitieron producir materiales compuestos con propiedades particulares de superficie.

La adsorción de moléculas de solutos o de gases sobre superficies sólidas es de interés crítico para ciencia y tecnología ambientales, tanto desde lo fenomenológico como de sus aplicaciones. Se desarrollan nuevos adsorbentes permanentemente, no sólo para aplicaciones en ciencias ambientales. Un ejemplo son los catalizadores eficientes para la extracción de iones metálicos en soluciones, con desarrollo basado en la comprensión de las isoterma de adsorción a diferentes temperaturas y concentraciones. Otro ejemplo son los tamices moleculares más eficaces y membranas selectivas, comercialmente viables, que consiguen separar gases de forma más económica [1].

2. METODOLOGÍA

En este trabajo utilizamos una metodología POGIL (www.POGIL.org), que permite a los estudiantes construir su propia comprensión, para presentar el tema de Fenómenos de Superficie en Físicoquímica para carreras de ingeniería.

¿Qué es POGIL? Sus autores lo presentan como Proceso de Aprendizaje Orientado con Preguntas Guía. Es una estrategia y una filosofía de enseñanza centradas en el estudiante. En un aula o laboratorio POGIL, los estudiantes trabajan en grupos pequeños en actividades especialmente diseñadas que siguen el paradigma del ciclo de aprendizaje [2-7]. Los alumnos aprenden mejor cuando construyen su propia comprensión, con lo que desarrollan mayor autonomía y diseñan estrategias para un mejor desempeño; pueden identificar qué han hecho bien, cómo mejorarlo, tienen conciencia del propio progreso.

Los alumnos organizados en grupos, analizan y leen juntos las preguntas guías; discuten y concilian posiciones sobre los temas, redactan respuestas y definiciones, eligen las mejores respuestas. En este trabajo cooperativo, se explican mutuamente, descubren cuánto han comprendido, aprenden a formular preguntas claras y precisas. Es un proceso en etapas en el que hay asociación, repetición, cuestionamiento, aspectos en general ausentes en una clase tradicional expositiva. Las actividades de aula se inician con una pregunta foco, un disparador de interés en

el tema, cuya respuesta los alumnos generalmente desconocen. Resuelta la ficha de trabajo, los alumnos sabrán la respuesta.

Proponemos analizar con esta metodología temas como Adsorción, Capilaridad, Tensión Superficial. Presentamos: *Equilibrio de adsorción de hidrocarburos livianos sobre carbón activado*. La pregunta foco es: ¿Cuántas moléculas de metano pueden adsorberse sobre 1,0 g de carbono? Opciones: 1×10^{50} , 1×10^{20} , 1×10^6 .

Una tabla de datos experimentales (Tabla 1) de masas de diferentes hidrocarburos adsorbidos sobre carbono y las presiones correspondientes [8-10] permitirá a los grupos analizar datos, graficarlos y obtener relaciones. Un conjunto de preguntas, que llamamos críticas, son inicialmente muy directas:

1.-¿Cómo varía la cantidad de gas adsorbido con la presión?

2.-¿Se trata de una relación lineal?

Representan las masas de gas adsorbido en función de la presión y una vez realizado el gráfico podrán pensar la segunda pregunta. La tabla presenta datos para diferentes gases y el gráfico revelará diferencias y/o similitudes. A partir del gráfico podrán obtener las ecuaciones correspondientes a las isotermas de adsorción de una monocapa de gas sobre una superficie.

Masa de Metano Ads / g de C	Presión / bar	Masa de Etano Ads / g de C	Presión / bar	Masa de Propano Ads / g de C	Presión / bar
0,14	58,50	0,33	33,10	0,46	4,33
0,13	48,38	0,33	33,02	0,44	3,8
0,12	39,38	0,32	27,43	0,43	3,57
0,11	33,75	0,31	21,84	0,42	3,19
0,105	29,25	0,29	18,80	0,41	2,89
0,10	24,75	0,28	16,26	0,39	2,51
0,09	19,13	0,27	14,22	0,37	2,13
0,08	15,75	0,25	11,18	0,35	1,82
0,07	12,38	0,22	8,13	0,33	1,44
0,06	10,13	0,19	5,05	0,29	1,06
0,05	7,88	0,17	4,06	0,23	0,61
0,04	4,50	0,12	1,52	0,18	0,34
0,03	3,38	0,07	0,51	0,14	0,19
0,02	2,25	0,04	0,21	0,08	0,08

Tabla 1. Masa de gas adsorbida por gramo de carbono en función de la presión

La Figura 1 representa los datos de la Tabla 1. Las fichas de trabajo, además de datos, presentan información, modelos y preguntas guía. En este caso incluyen un análisis informativo sobre el hecho de que las moléculas, al chocar contra la superficie, pueden o no quedar adheridas a ella hasta alcanzar un equilibrio en el que algunas moléculas se adhieren y otras se despegan y las velocidades de adsorción y de desorción se igualan. Las preguntas bien planteadas ayudarán a que los mismos estudiantes lleguen a las ecuaciones que derivan de esta información.

El examen de las ecuaciones que los estudiantes proponen les permite analizar qué es cada término y relacionarlos con variables de interés: el % de superficie cubierta, la constante del equilibrio adsorción/desorción, la cantidad de gas adsorbida a por unidad de masa de adsorbente. Sabrán entonces generar una nueva tabla de datos (Tabla 2) en la que agregarán la relación presión sobre a (variable ya definida).

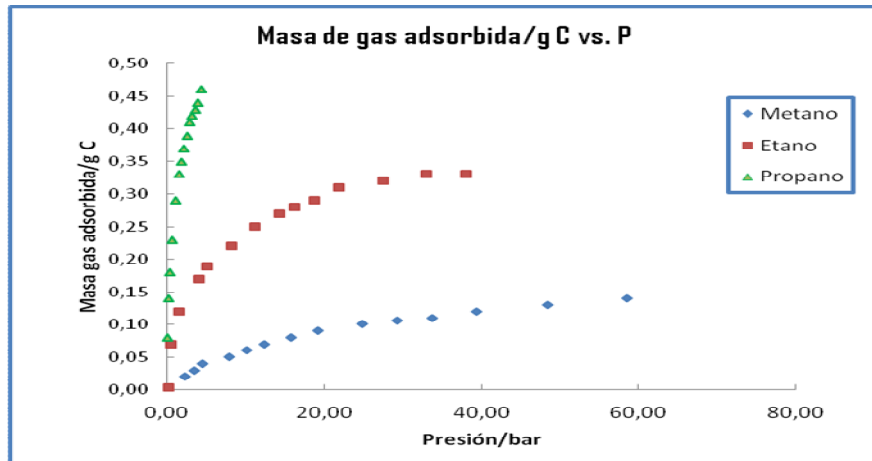


Figura 1. Masa de gas adsorbida en función de la presión

Metano			Etano			Propano		
Presión/ bar	Masa/ g	P/a	Presión/ bar	Masa/ g	P/a	Presión/ bar	Masa /g	P/a
58,5	0,14	417,86	38,1	0,33	115,45	4,332	0,46	9,42
48,75	0,13	372,12	33,02	0,33	100,06	3,876	0,44	8,81
39,375	0,12	328,13	27,432	0,32	85,73	3,572	0,43	8,31
33,75	0,11	306,82	21,844	0,31	70,46	3,192	0,42	7,60
29,25	0,105	278,57	18,796	0,29	64,81	2,888	0,41	7,04
24,75	0,10	247,50	16,256	0,28	58,06	2,508	0,39	6,43
19,125	0,09	212,50	14,224	0,27	52,68	2,128	0,37	5,75
15,75	0,08	196,88	11,176	0,25	44,70	1,824	0,35	5,21
12,375	0,07	176,79	8,128	0,22	36,95	1,444	0,33	4,38
10,125	0,06	168,75	5,08	0,19	26,74	1,064	0,29	3,67
7,875	0,05	157,50	4,064	0,17	23,91	0,608	0,23	2,64
			1,524	0,12	12,70	0,342	0,18	1,90

Tabla 2. Datos de presión, masa adsorbida y la relación P/a para cada gas.

Este trabajo les permitirá definir las isotermas de Langmuir y responder la pregunta foco. Siguiendo una metodología similar, encontrarán otras isotermas (Freundlich) y completarán el análisis comparando los diferentes gases. A partir de nuevas tablas de datos experimentales, y guiados de manera semejante, descubrirán la relación entre la cantidad adsorbida y la temperatura.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cursos convencionales los alumnos son oyentes pasivos, y el profesor imparte conocimiento suponiendo que todos lo aprehenden de manera más o menos uniforme. POGIL respeta, dentro de cierto margen, el ritmo de cada alumno en el grupo y de cada grupo en el curso. Es importante preparar diferentes actividades, preguntas y problemas de diversa dificultad. Las preguntas abiertas o divergentes pueden servir para ir equilibrando los tiempos. Otro recurso útil para conjugar los ritmos y lograr completar el cronograma de la materia, son las TIC. La inmediatez de un gráfico, una animación, la respuesta rápida a preguntas que el alumno puede plantearse, aceleran la comprensión de un tema que, de otra manera, resultaría arduo o de difícil lectura.

Los estudiantes prefieren este formato interactivo de aprendizaje y estos desafíos que aceptan tras una clara presentación del formato de clase y las expectativas. Sus testimonios son suficientemente persuasivos para quienes dudan de la necesidad de cambios metodológicos.

Esta metodología permite a los participantes desarrollar conceptos por sí mismos -muy diferente de recibirlos elaborados-, dando un sentido de propiedad y participación distintos, próximos al trabajo del investigador cuando genera nuevos conocimientos.

REFERENCIAS

- [1] Riazi, M.R., Khan, A.R., 1999. A thermodynamic model for gas adsorption isotherms. *J. Colloid Interface Sci.* 210, 309.
- [2] R. Moog, F. Creegan, D. Hanson, J. Spencer y A. Straumanis. (2009) Aprendizaje como Proceso Guiado mediante Preguntas Inquisitivas: POGIL y el Proyecto POGIL *Industria & Química*, revista de la Asociación Química Argentina, ISSN 0368-0819, N° 360, diciembre (pp. 53-59).
- [3] Lawson, A. E., "*Science Teaching and the Development of Thinking*", Belmont: Wadsworth, 1995.
- [4] Lawson, A. E., "*What Should Students Learn About the Nature of Science and How Should We Teach It?*" *J. of College Sci. Teaching*, 401-411, 1999.
- [5] Abraham, M. R., "*Inquiry and the learning cycle approach*". In N. J. Pienta, M. M. Cooper, & T. J. Greenbowe (Eds.), *Chemists' guide to effective teaching* Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall. 41-52, 2005.
- [6] Abraham, M. R. y Renner, J. W. "*Research on the learning cycle*", *J. Res. Csi. Teach.* **23**, 121-143, 1986.
- [7] M. Delavar, A.A. Ghoreyshi, M. Jahanshahi, M. Irannejad, *World Academy of Science, Engineering and Technology* **62** (2010) 47-50.
- [8] M.R. Amora Jr., D.V. Canabrava, M Bastos-Neto, A.E.B. Torres, C.L. Cavalcante Jr. And D.C.S. Azevedo, *Latin American Applied Research* **39** (2009) 153-156.
- [9] S. Glasstone and David Lewis, *Elements of Physical Chemistry*, Edition, 2, revised. Publisher, Van Nostrand, 1960. Chapter 15: Surface Chemistry and Colloids.
- [10] G. K. Vemulapalli, *Physical Chemistry*, Prentice Hall, 1993. Chapter 28: Heterogeneous and Electrochemical Reactions