

Eje temático: Enseñanza de temas de Química Inorgánica y Físico-Química

INTEGRACIÓN DE CONTENIDOS EN QUÍMICA GENERAL: RELACIÓN ENTRE K_{ps} , ΔH , ΔS Y ΔG .

Vanesa Machin^{*1}, Cecilia Sacchi¹, Celina Vera¹, Rocío Corfield¹, Leticia Broggi¹.

¹Facultad de Bromatología. Universidad Nacional de Entre Ríos. Perón 64. 2820. Gualeguaychú, Entre Ríos.
vmachin@fb.uner.edu.ar

Resumen

Los estudiantes que ingresan a la Universidad, en carreras que tienen Química como una de las materias básicas, presentan muchas dificultades durante el cursado. En esta propuesta se plantea la realización de un trabajo de laboratorio, donde podrán calcular la solubilidad de una sal y su variación con la temperatura. En base a estos datos obtener los valores de la constante de solubilidad y de las magnitudes termodinámicas ΔH , ΔS y ΔG , logrando así una integración de distintos temas de esta asignatura.

Palabras clave: solubilidad, K_{ps} , ΔH , ΔS , ΔG

Introducción

En general se considera que el aprendizaje de la Química es difícil porque es al mismo tiempo una ciencia muy concreta, muy abstracta y además se dificulta relacionar los cambios que se observan con las explicaciones ya que se utiliza un lenguaje que es muy distinto al que los alumnos están acostumbrados en la vida cotidiana [4].

La Dra. Lydia Galagovski [1] expresa lo siguiente: "La enseñanza de la Química se halla en crisis a nivel mundial y esto no parece asociado a la disponibilidad de recursos de infraestructura, económicos o tecnológicos para la enseñanza, ya que en "países ricos" no se logra despertar el interés de los alumnos. Efectivamente, en la última década se registra un continuo descenso en la matrícula de estudiantes en ciencias experimentales en el nivel de escolaridad secundaria, tanto en los países anglosajones como en Latinoamérica, acompañado de una muy preocupante disminución en el número de alumnos que continúan estudios universitarios de química".

Al respecto, Lazo Santibáñez [3] expresa la preocupación debido a la creciente tasa de reprobación de los estudiantes que cursan esta asignatura.

"El Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) evalúa el rendimiento de los alumnos de 15 años en asignaturas como matemática, comprensión de lectura y ciencia". En el año 2012 se realizó este estudio en el cual Argentina quedó en el puesto 59, de 65 países participantes, por su promedio entre las tres asignaturas [2]. Esta situación se puede interpretar debido al bajo nivel de comprensión de textos que presentan los estudiantes al ingresar a distintas carreras universitarias.

En las carreras Licenciatura en Bromatología y Tecnicatura Universitaria en Química que se cursan en la Facultad de Bromatología (Universidad Nacional de Entre Ríos), se presenta también esta problemática, y se observa que los alumnos ingresan desde el nivel medio con importantes deficiencias en sus conocimientos previos. Debido a esto, desde la cátedra de Química General se proponen acciones de enseñanza que favorezcan el aprendizaje de la Química, relacionando los contenidos teóricos, con la resolución de problemas y actividades en el laboratorio. Además se dictan clases de apoyo complementarias con el objeto de ayudar a los estudiantes en las temáticas que les resultan más difíciles de comprender.

La integración de los contenidos de Química, es muy importante entre los distintos temas de la currícula de esta asignatura, así como, la integración horizontal con Matemática y Física que se dictan en el primer año de las mencionadas carreras.

En este trabajo se propone relacionar los conceptos de K_{ps} y las magnitudes termodinámicas ΔH , ΔS y ΔG mediante la realización de una práctica de laboratorio en la cual los alumnos

determinarán la solubilidad del Nitrato de potasio a diferentes temperaturas. A partir de esto se podrá determinar el K_{ps} de esta sal. Los valores obtenidos se vuelcan en una tabla y se grafican mediante el uso del programa Excel. Mediante las ecuaciones correspondientes, se calculan los valores de ΔH , ΔS y ΔG .

Los estudiantes a lo largo del trabajo práctico realizan además el registro de datos y luego la elaboración de un informe y el análisis y discusión de los resultados obtenidos, lo que les permite la construcción personal de conocimientos.

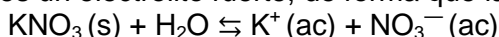
Descripción de la propuesta educativa

El trabajo práctico que se realiza con los estudiantes es el siguiente: [5], [7]

“Determinación del K_{ps} del nitrato de potasio. Cálculo de las magnitudes termodinámicas: ΔH , ΔS y ΔG ”

Marco teórico

El nitrato de potasio (KNO_3) es un electrolito fuerte, de forma que la reacción



se considera que alcanza el equilibrio cuando el sólido está en contacto con la disolución saturada, lo que se produce cuando comienza el proceso de cristalización. La constante de equilibrio para esta reacción viene dada por

$$K_{ps} = [K^+] \times [NO_3^-] = s \times s = s^2$$

donde K_{ps} se denomina constante del producto de solubilidad y s es la solubilidad de la sal expresada en moles de soluto disuelto por litro de disolución.

De acuerdo con la termodinámica, la constante de solubilidad se puede relacionar con la variación de la energía Gibbs de la reacción (ΔG_{reac}) por medio de la expresión

$$\Delta G_{\text{reac}} = -R T \ln K_{ps}$$

donde T es la temperatura en Kelvin y R es la constante universal de los gases.

Se puede relacionar ΔH , ΔS y ΔG mediante la ecuación de Gibbs- Helmholtz:

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

Por otro lado, la dependencia de la constante de equilibrio con la temperatura viene dada por:

$$\ln K_{ps} = \frac{-\Delta H}{RT} + \frac{\Delta S}{R}$$

De esta forma la representación de $\ln K_{ps}$ frente a $1/T$ es una línea recta de pendiente $-\Delta H_{\text{reac}}/R$.

Objetivos

- Determinar la constante de solubilidad del KNO_3 .
- Determinar la solubilidad de esta sal a diferentes temperaturas.
- Relacionar las magnitudes termodinámicas (ΔH , ΔS y ΔG) a diferentes temperaturas durante el equilibrio.

Materiales

- Probeta de 25 mL
- Pipetas de 10 mL
- Varilla de vidrio
- KNO_3
- Baño de agua a $85^\circ C$
- Termómetro

Experiencia

1. Se pesan 10,0 g de nitrato de potasio (KNO_3) y se introducen en una probeta de 25 mL.
2. Se añaden 8 mL de agua y se sumerge la probeta en un baño de agua caliente ($85^\circ C$) hasta que todo el KNO_3 se disuelve. Una vez que se ha disuelto completamente el soluto, se anota el volumen de la disolución.

- Se retira la probeta del baño de agua y se deja enfriar lentamente la disolución mientras se agita. Se introduce un termómetro en la disolución y se anota la temperatura a la que el soluto empieza a cristalizar. En ese momento se considera que el sistema está en equilibrio y es posible calcular las concentraciones de equilibrio de los iones.
- Se añaden 2 mL de agua a la probeta, se calienta hasta que todo el sólido se disuelve y se anota el volumen total de la disolución. Se deja enfriar con agitación y se anota la nueva temperatura a la que aparecen los primeros cristales de sólido.
- Se repite el proceso mediante sucesivas adiciones de 2 mL de agua a la disolución, hasta disponer de siete medidas experimentales.

Tratamiento de datos.

- A partir de la masa de nitrato de potasio y del volumen medido para cada disolución, determinar la solubilidad (s) y la constante de solubilidad (Kps) del KNO_3 a cada temperatura.
- Representar los valores del $\ln Kps$ frente a $1/T$. Ajustar los resultados obtenidos a una recta y determinar el valor de ΔH_{reac} a partir de la pendiente.
- Suponiendo que ΔH_{reac} es aproximadamente constante en un intervalo pequeño de temperaturas, emplear los valores obtenidos de Kps y ΔH_{reac} para calcular ΔG_{reac} y ΔS_{reac} a cada temperatura.
- Ordenar los resultados obtenidos en una tabla en la cual se indiquen los valores de solubilidad, Kps, ΔG_{reac} , ΔH_{reac} y ΔS_{reac} obtenidos a distintas temperaturas.
- Comparar los resultados obtenidos de la solubilidad del KNO_3 con los valores obtenidos de bibliografía. Indicar las razones de las discrepancias observadas.
- Graficar los valores de solubilidad obtenidos en función de la temperatura.
- Interpretar razonadamente los signos obtenidos para ΔH_{reac} , ΔS_{reac} y ΔG_{reac} .

Resultados

Los estudiantes registraron los valores obtenidos como se observa en la tabla 1. Luego graficaron la solubilidad en función de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) (figura 1) y $\ln Kps$ vs $1/T$ (figura 2).

Exp	Volumen total (mL)	Temp. Cristalización (K)	$1/T$ (K^{-1})	Solubilidad (mol/L)	Constante solubilidad Kps	$\ln Kps$	ΔG_{reac} J/mol	ΔH_{reac} J/mol	ΔS_{reac} J/mol K
1	12,5	338	0,00296	7,92	62,7	4,14	-11625,5	30995,5	126,1
2	14,5	328	0,00305	6,83	46,6	3,84	-10472,5	30995,5	126,4
3	16,5	318	0,00314	6,00	36,0	3,58	-9470,3	30995,5	127,3
4	18,0	311	0,00322	5,50	30,3	3,41	-8812,1	30995,5	128,0
5	20,0	312	0,00321	4,95	24,5	3,20	-8294,0	30995,5	125,9
6	22,0	307	0,00326	4,50	20,3	3,01	-7674,8	30995,5	126,0
7	23,5	304	0,00329	4,21	17,8	2,88	-7266,6	30995,5	125,9

Tabla 1. Solubilidad, constante de equilibrio (Kps) y valores termodinámicos (ΔH_{reac} , ΔS_{reac} y ΔG_{reac}) del KNO_3 .

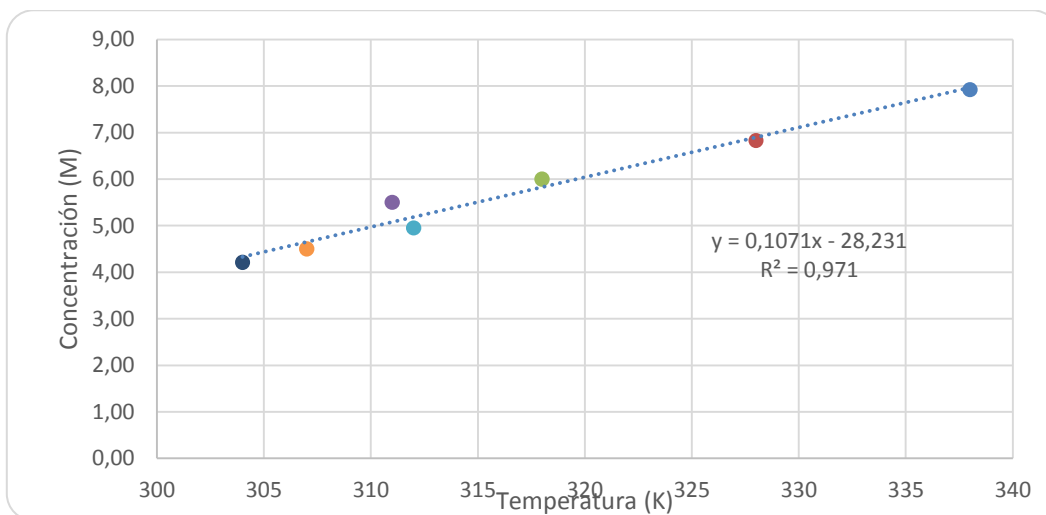


Figura 1. Representación de la solubilidad en función de la temperatura.

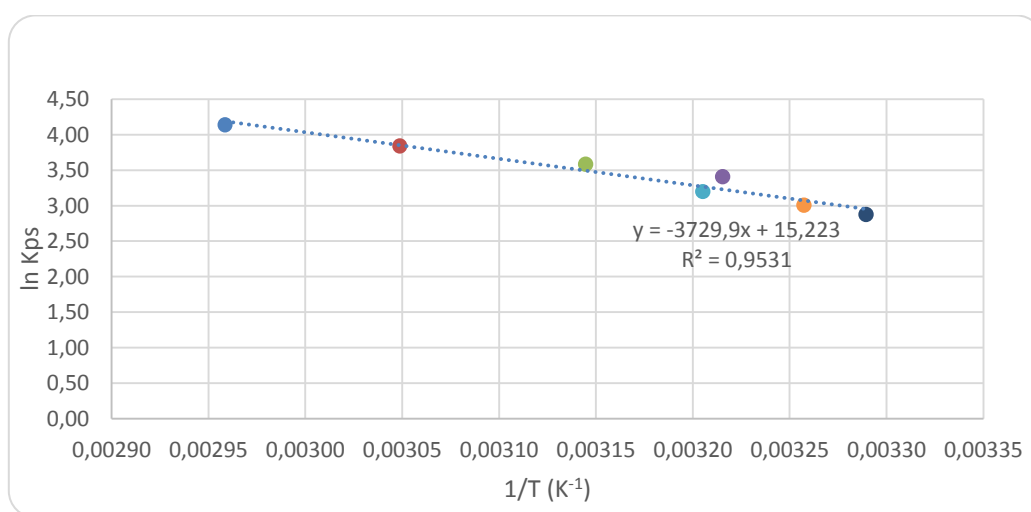


Figura 2. Representación del $\ln K_{ps}$ en función de $1/T$.

De la pendiente de la recta obtenida en la segunda gráfica se pudo calcular ΔH (figura 2). Luego con los datos de K_{ps} y ΔH pudieron obtener los valores de ΔG y ΔS de acuerdo a las ecuaciones presentadas anteriormente.

Los estudiantes pudieron observar cómo varía la solubilidad y la constante de equilibrio (K_{ps}) de esta sal, en función de la temperatura.

Mediante el gráfico presentado en la figura 2 se pudo observar que el valor de ΔH es positivo, lo cual indica que la reacción de disolución del KNO_3 es endotérmica. El valor obtenido de ΔG resultó negativo, por lo que se concluye que la reacción es espontánea, lo cual fue comprobado anteriormente al realizar la experiencia.

También se pudo determinar la solubilidad de la sal a diferentes temperaturas y compararla con los valores de la bibliografía existente sobre este tema.

Conclusiones

La propuesta de integración, como criterio didáctico para acercar el conocimiento científico a los estudiantes, supone organizar los contenidos alrededor de conceptos y principios generales comunes a diferentes temas que componen el programa de Química General. Por otro lado, esta forma de abordaje de los contenidos permite que los mismos sean explicados desde diferentes perspectivas y con distinto grado de profundidad a lo largo de la cursada de la materia [6].

Con esta experiencia se logró que los estudiantes pudieran relacionar los diferentes temas de esta asignatura, mediante un trabajo de laboratorio y la posterior realización de gráficos y resolución de ecuaciones. Además, con la ayuda de los docentes, se iniciaron en el manejo del programa Excel que les permitió obtener las gráficas anteriormente mencionadas y así poder interpretarlas. Esto también significó la construcción de su propio conocimiento.

Referencias bibliográficas

[1] Galagovsky L. (2005). La Enseñanza de la Química Pre-Universitaria: ¿Qué Enseñar, Cómo, Cuánto, Para Quiénes?. Química Viva, Volumen 1, año 4. Páginas: 8 - 22. ISSN: 1666-7948. www.quimicaviva.qb.fcen.uba

[2]<http://www.lanacion.com.ar/1644167-mala-nota-para-la-argentina-en-el-informe-pisa-la-evaluacion-internacional-a-estudiantes-sec>

[3] Lazo Santibáñez L. (2012). Estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de la química general para estudiantes de primer año de universidad. Revista Electrónica Diálogos Educativos N° 23 Vol. 12. ISSN: 0718-1310.

[4] Mercè Izquierdo A. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. The Journal of the Argentine Chemical Society. Vol. 2 N° 4/6, 115-136.

[5] Minerva Téllez O., Ramiro Domínguez D., Claudia Valverde. L. (2008). Laboratorio de equilibrio y cinética. UNAM. [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/5_Constante_de_Equilibrio_KNO₃_4515.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/5_Constante_de_Equilibrio_KNO3_4515.pdf)

[6] Rabino M. C., García M. B., Moro L., Minnaard V. (2002). Una propuesta para secuenciar contenidos en ciencias naturales desde una perspectiva Lakatosiana. OEI-Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653).

[7] Silberman, R. (1996). Solubility and Thermodynamics: An Introductory Experiment, Journal of Chemical Education, Vol. 73, 5, 426-427.