

**SECCIÓN ESPECIAL
SPECIAL SECCION**

Hojas de cálculo y enseñanza de las Ciencias: algunas actividades con gráficos

Spreadsheets and teaching Science: some activities with graphs

Andrés Raviolo

Universidad Nacional del Comahue. Quintral 1250. Bariloche. 8400. Río Negro.
Argentina. E-mail: araviolo@bariloche.com.ar

Resumen:

Las hojas de cálculo son un recurso de gran utilidad para las clases de ciencias. En esta oportunidad se presentan tres tipos de actividades sencillas a realizar con gráficos.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, hojas de cálculo, gráficos.

Abstract:

Spreadsheets are a useful tool for teaching science. In this opportunity, three types of activities to carry out with graphs, are presented.

Keywords: science teaching, spreadsheets, graphs.

Introducción

En el número anterior de la Revista de Educación en Ciencias se dio comienzo a una sección especial sobre el uso de las hojas de cálculo en clases de ciencias (Raviolo, 2002). En ella se resaltaron las características esenciales de las hojas de cálculo, que hacen de su uso una herramienta apropiada para motivar a docentes y estudiantes en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. También se definieron dos tipos de actividades sencillas que fueron ejemplificadas con conceptos de química. Estas actividades consistían en la construcción de “pequeños programas” (secuencia de operaciones encadenadas) y en la construcción de “tablas-programas” (modificación de una tabla de datos en un programa).

En esta oportunidad se continúa con la presentación de tipos de actividades que se pueden llevar adelante con la hoja de cálculo, en particular, actividades que hacen hincapié en el uso de las prestaciones gráficas del programa. Si bien estas actividades se explican nuevamente con conceptos de química, se incorporan también algunos ejemplos de física y biología. Como se mencionó anteriormente, estas actividades tienen el objetivo de familiarizar a los profesores con el uso de este recurso informático y constituir un ámbito inicial donde la creatividad del docente se vuelque al desarrollo de nuevas aplicaciones y ejemplos.

Se definen tres tipos de actividades con gráficos:

- a) Obtención de información de la pendiente de una recta
- b) Realización de un test gráfico
- c) Estudio gráfico de comportamientos análogos

a) Obtención de información de la pendiente de una recta

Esta actividad consiste en la obtención de información específica de gráficos (de dispersión o XY). Haciendo uso de la opción del programa que permite incluir en él la ecuación de la curva; por ejemplo la ecuación de una recta ($y = mx + b$) donde la pendiente permite calcular alguna constante específica (e importante) del sistema.

Por ejemplo, en química, dicha pendiente permite hallar la entalpía molar de vaporización teniendo en cuenta la ecuación de Clausius- Clapeyron, la energía de activación de la ecuación de Arrhenius o la entalpía de reacción de la ecuación de van't Hoff. Con este último caso ilustraremos el procedimiento a seguir.

A partir de una tabla que representa la variación de la constante de equilibrio con la temperatura para una reacción química, y a través de la ecuación de van't Hoff, se puede hallar la variación de entalpía de la reacción estándar (ΔH°) y determinar si se trata de una reacción exotérmica o endotérmica.

Problema: A partir de conocer cómo varía la constante de equilibrio con la temperatura para la reacción química de síntesis del amoníaco y teniendo en cuenta la ecuación de van't Hoff, hallar la entalpía de reacción ΔH° utilizando las opciones de gráficos de la hoja de cálculo.

Inicialmente se dispone de los valores de T y K_c en una tabla:

	A	B
1	Temp. (°C)	K_c
2	-100	3,90E+17
3	0	2,24E+07
4	100	3,97E+02
5	200	7,20E-01
6	300	1,18E-02
7	400	6,58E-04
8	500	7,74E-05
9	600	1,49E-05

Respuesta:

La ecuación de van't Hoff: $\ln K_c = -\Delta H^{\circ}/R \cdot 1/T + C$, tiene la forma de la ecuación de una recta $y = m x + b$, donde $x = 1/T$, la pendiente $m = -\Delta H^{\circ}/R$ y b es la ordenada al origen. Si se conoce la pendiente se puede calcular la variación de entalpía de esta reacción. Para ello, se necesita ampliar la tabla como sigue:

	A	B	C	D	E	F
20	Temperatura	T (K)	1/T	1000/T	K_c	$\ln K_c$
21	-100	173	0,00578	5,78	3,90E+17	40,5052
22	0	273	0,00366	3,66	2,24E+07	16,9226
23	100	373	0,00268	2,68	3,97E+02	5,9848
24	200	473	0,00211	2,11	7,20E-01	-0,3282
25	300	573	0,00175	1,75	1,18E-02	-4,4376
26	400	673	0,00149	1,49	6,58E-04	-7,3259
27	500	773	0,00129	1,29	7,74E-05	-9,4668

28	600	873	0,00115	1,15	1,49E-05	-11,1173
----	-----	-----	---------	------	----------	----------

Operaciones:

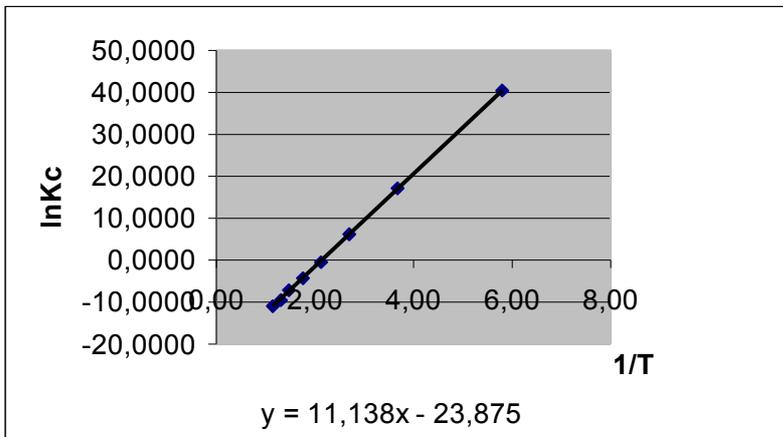
Celda B21: =A21+273 (y replicar hacia abajo)

Celda C21: =1/B21 (y replicar hacia abajo)

Celda D21: = C21*1000 (y replicar hacia abajo)

Celda F21: =LN(E21) (y replicar hacia abajo)

Dado que los valores obtenidos de $1/T$ son muy pequeños, es conveniente que la escala de $1/T$ (abscisas) se multiplique por mil para no incluir tantas cifras decimales. Luego se marcan las dos columnas (D y F) y se construye un gráfico XY. Posteriormente se busca la opción del gráfico que permite agregar la línea de tendencia (tipo lineal) y la opción de presentar la ecuación en el gráfico. El gráfico resultante es:



De la ecuación de la recta se obtiene el valor de la pendiente y los cálculos continúan de la siguiente manera:

	A	B	C
30	R =	8,314	J/K.mol
31	Pendiente = $-\Delta H_r^\circ/R =$	11,138	K. 1000
32	$\Delta H_r^\circ = 8,314 \cdot -11,138 =$	- 92,60	kJ/mol

Operaciones: Celda B32: = B30*B31

Como ya se mencionó, este método es muy integrador dado que puede utilizarse también para hallar la entalpía molar de vaporización de la ecuación de Clausius- Clapeyron o la energía de activación de la ecuación de Arrhenius; ecuaciones que describen la influencia de la temperatura sobre la presión de vapor de un líquido y sobre la velocidad de reacción, respectivamente. Una síntesis comparativa de estos procedimientos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: síntesis comparativa de los tres procedimientos

Ecuación de	Efecto	Gráfica	$y = mx + b$	Resultado
Van't Of.	T_1 a T_2 ; K_1 a K_2	$\ln K$ vs. $1/T$	$\ln K = -\Delta H_r/R \cdot 1/T + C$	ΔH_r
Clausius- Clapyp.	T_1 a T_2 ; P_{v1} a P_{v2}	$\ln P_v$ vs. $1/T$	$\ln P_v = -\Delta H_v/R \cdot 1/T + C$	ΔH_v
Arrhenius	T_1 a T_2 ; k_1 a k_2	$\ln k$ vs. $1/T$	$\ln k = -E_a/R \cdot 1/T + C$	E_a

Como aplicación cotidiana, Pinto (2000) utiliza este procedimiento gráfico para ilustrar el efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción de pastillas efervescentes (vitamina C, antiácidos, aspirina) en agua y la determinación para cada caso de la energía de activación.

Este tipo de aplicaciones gráficas es frecuente también en física. Por ejemplo, un procedimiento similar puede emplearse en el análisis de datos experimentales en cinemática, en particular en la medición de la caída libre de un objeto desde una altura (d) y la determinación de la aceleración de la gravedad (g) en forma gráfica (Trumper y Gelbman, 2001). Teniendo en cuenta que $g = 2d/t^2$, al graficar distancia (d) en función del tiempo al cuadrado ($d = g/2 t^2$), la pendiente de la recta obtenida permite hallar g (pendiente = g/2).

Para el lector que desee comprobar esta última aplicación, se presenta la tabla de datos respectiva:

	A	B
1	Distancia (m)	Tiempo promedio (s)
2	0,3	0,24724
3	0,4	0,28576
4	0,5	0,31960
5	0,6	0,35019
6	0,7	0,37804
7	0,8	0,40430
8	0,9	0,42900
9	1,0	0,45221
10	1,1	0,47416

b) Realización de un test gráfico

Este tipo de actividad se refiere a la posibilidad de relacionar de distinta manera las variables que caracterizan a un sistema para poder clasificarlo de acuerdo a algún criterio definido con anterioridad. Por ejemplo, en cinética química, determinar en forma gráfica si una reacción química es de primer orden o de segundo orden, teniendo en cuenta las consideraciones que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 2: síntesis comparativa sobre reacciones de primer y segundo orden

Orden	Ley de velocidad	Dependencia de la [A] con el tiempo	Test gráfico
1	veloc = k[A]	$\ln[A] = -kt + \ln[A_0]$	$\ln[A]$ vs. t
2	veloc = k[A] ²	$1/[A] = kt + 1/[A_0]$	$1/[A]$ vs. t

Problema: En forma gráfica determinar, para la siguiente reacción química, el orden de reacción, su constante de velocidad y su ley de velocidad. Utilizar el coeficiente de correlación R² para seleccionar el gráfico más adecuado.

Para la reacción de descomposición térmica del bromuro de hidrógeno:



Se midió cómo la concentración del reactivo disminuye en el tiempo:

	A	B
1	Tiempo (s)	[HBr] (M)
2	0,00	0,0714
3	1,02	0,0520
4	1,81	0,0430
5	2,53	0,0371
6	3,16	0,0332

Respuesta:

En primer lugar se modifica la tabla inicial:

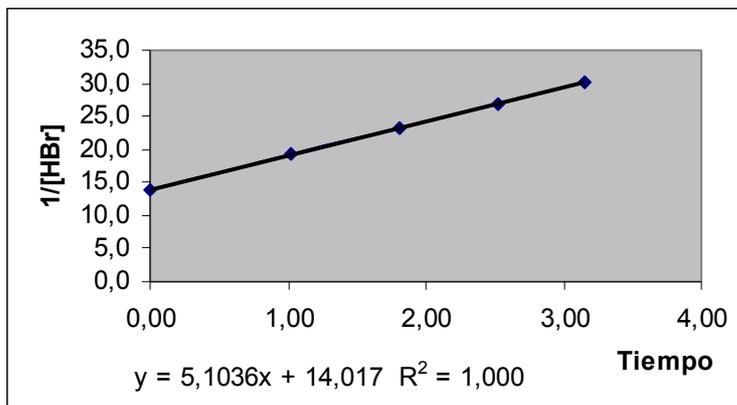
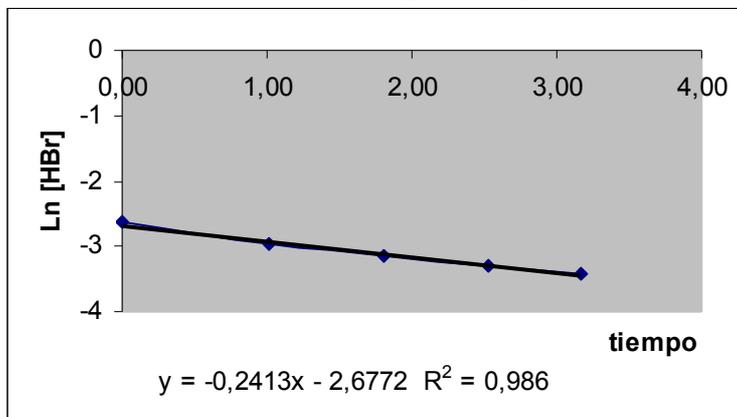
	A	B	C	D
14	Tiempo (s)	[HBr] (M)	Ln [HBr] (M)	1/[HBr] (M)
15	0,00	0,0714	-2,6394574	14,0
16	1,02	0,0520	-2,9565116	19,2
17	1,81	0,0430	-3,1465552	23,3
18	2,53	0,0371	-3,2941383	27,0
19	3,16	0,0332	-3,4052054	30,1

Operaciones:

Celda C15: =LN(B15) (y replicar hacia abajo)

Celda D15: =1/(B15) (y replicar hacia abajo)

A continuación se realizan los siguientes gráficos:



El test gráfico conduce a afirmar que se trata de una reacción de segundo orden. Su ley de velocidad responde a la ecuación: $v = 5,10 [\text{HBr}]^2$.

c) Estudio gráfico de comportamientos análogos

Esta actividad se refiere al uso de procedimientos y gráficos similares para abordar sistemas análogos, por ejemplo el caso de fenómenos de distinta naturaleza que varían exponencialmente.

Es frecuente la aplicación de modelos de las ciencias experimentales en sistemas humanos; por ejemplo, Swiegers (1993) aplica los principios de la cinética química a problemas de crecimiento de poblaciones. Por su parte, Pogliani y Berberan-Santos (1996) llevan esta analogía a sistemas económicos, al abordar el problema de la devaluación del precio de los automóviles con la inflación. En ambos casos se encuentran interesantes similitudes formales con la cinética química, en especial en el uso de los gráficos recientemente vistos correspondientes a reacciones de primer orden.

Teniendo en cuenta que el número de bacterias crece exponencialmente cuando disponen de nutrientes en exceso, Mills y Jackson (1997) abordan este fenómeno utilizando la hoja de cálculo y la semejanza formal entre el crecimiento microbiano y las reacciones químicas de primer orden. Estos autores afirman que el uso de las hojas de cálculo ha revolucionado el análisis de datos en prácticas de microbiología, dado que los datos pueden ser procesados casi instantáneamente y los resultados presentados en forma gráfica, con el ahorro significativo de tiempo para los estudiantes.

Otro interesante ejemplo de este tipo de actividad, pero de otra naturaleza, es presentado por Laidler (1972) al intentar explicar cómo la frecuencia de chirrido de un grillo está relacionada con la temperatura. El gráfico, logaritmo de la frecuencia versus la inversa de la temperatura absoluta, muestra una relación lineal, similar a la dependencia de las velocidades de las reacciones químicas con la temperatura (ecuación de Arrhenius). Lo que permitiría indicar que el chirrido de los grillos estaría determinado por reacciones bioquímicas en el insecto. Para comprobarlo, con el procedimiento gráfico visto, se adjuntan en la siguiente tabla los datos experimentales:

	A	B
1	Frecuencia chirrido	Temperatura (°C)
2	200	26,8
3	178	25,0
4	159	23,3
5	141	21,7
6	126	20,4
7	112	18,6
8	100	17,4
9	89	15,7
10	79	13,9

BIBLIOGRAFÍA

- LAILLER, K., "Unconventional applications of the Arrhenius law". *Journal of Chemical Education*, 49[5], 343-344, 1972.
- MILLS, J. y JACKSON, R., "Analysis of microbial growth data using a spreadsheet". *Journal of Biological Education*, 31[1], 34-38, 1997.
- PINTO, G., "Experimenting with a fizzy tablet". *Education in Chemistry*, 37[3], 71, 81, 2000.
- POGLIANI, L. y BERBERAN-SANTOS, M., "Inflation rates, car devaluation, and chemical kinetics". *Journal of Chemical Education*, 73[10], 950-952, 1996.
- RAVILOLO, A., "Hojas de cálculo en clases de ciencias". *Revista de Educación en Ciencias*, 3[2], 100-102, 2002.
- SWIEGERS, G., "Applying the principles of chemical kinetics to population growth problems". *Journal of Chemical Education*, 70[5], 364-367, 1993.
- TRUMPER, R. y GELBMAN, M., "The measurement of g as a means of introducing analysis of experimental data". *School Science Review*, 82[301], 97-100, 2001.

Received 25.09.2002, accepted 23.11.2002