

monitoring included examining one's progress and choosing the appropriate improvement strategies when the previous selected strategy did not work properly, while Rickey and Stacey (2000) suggested that by applying metacognitive activities, the dimensions of monitoring and regulation/setting a student could increase success in solving problems. Both subjects also re-examined the truth of their works. Evaluation activities were also carried out by R-01 and R-02 in the form of convincing themselves that the evaluation was correct and evaluating the achievement of objectives. According to Pulmones (2007), the activity of assessing was an activity to recheck the achieved objectives. This was in line with that expressed by Beound (Gama, 2004) that the reflection depicted an activity where a person recaptures experiences, rethinks, reconsiders and reevaluates.

Subjects who have an impulsive cognitive style tend to immediately end settlement of a problem and not to evaluate. That is an appropriate opinion since evaluating learning takes a lot of time (Rambusch, 2006). Lin (2001) reinforces these conditions that, students' difficulties aside, time for metacognitive reflection is an issue if the environment does not respect and does not support such activities.

## CONCLUSIONS

Subjects who have a reflective cognitive style in solubility problem solving use metacognitive activities: planning, monitoring, and evaluation. Subjects pull out more detail in carrying out the task, give the information in a structured form, read to understand and interpret the problem, determine their own learning objectives, and focus on relevant information. Subjects consider all alternatives before making a decision, tend to be more cautious in making decisions, pick up a more systematic way and with a high awareness in solving problems. Subjects who have reflective style focus in problem solving, and check the already done activities.

Students who have impulsive cognitive styles tend to use less metacognitive activities. Subjects take decisions quickly without thinking deeply, are less careful in taking decisions and tend to solve a problem quickly, so they were less aware of any mistakes made.

## BIBLIOGRAPHY

- Cooper, M.M. & Sandi-Urena, S. Design and validation of an instrument to assess metacognitive skillfulness in chemistry problem solving. *J. Chem. Educ.*, 86 (2), p 240, 2009.
- Desoete. Off-line metacognition in children with mathematics learning disabilities. *Dissertation*. Universiteit Gent, 2001.
- Flavell, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.). *The Nature of Intelligence*, (pp. 231-236). Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1976.
- Gama, C. A. Integrating Metacognition Instruction in Interactive Learning Environment. *D. Phil Dissertation*. University of Sussex, 2004.
- Hamman. Self-regulation in academic writing tasks. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 17(1), 15-26, 2005.
- Jbeili. The effects of metacognitive scaffolding and cooperative learning on mathematics performance and mathematical reasoning among fifth-grade student in Jordan. *Thesis*. Submitted in fulfillment of the requirements for the degree of doctor philosophy University of Science Malaysia, 2003.
- Kozhevnikov, M. Cognitive styles in the context of modern psychology: toward an integrated framework of cognitive style. *Psychological Bulletin*, 133(3), 464 – 481, 2007.
- Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills: Sage, 1985.
- Lin, X. Designing metacognitive activities. *ETR&D*, 49(2), 23–40, 2001.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. *Qualitative Data Analysis: An expanded Sourcebook* (2<sup>nd</sup> ed.). California: Sage Publication, 1994.
- NCREL (North Central Regional Educational Laboratory). Metacognition - thinking about thinking - learning to learn. *Strategic Teaching and Reading Project Guidebook*, 1995. Retrieved from <http://members.iinet.net.au/~rstackl/world/rss/files/metacognition>.
- Nugrahaningsih. Profil metakognisi siswa kelas akselerasi dan non akselerasi SMA dalam memecahkan masalah matematika ditinjau dari perbedaan gender. *Disertasi*. Surabaya: Program Pasca Sarjana Unesa, 2011.
- Polya, G. *How To Solve It* (2<sup>nd</sup> ed). New Jersey: Princeton University Press, 1973.
- Prajapati, B., Dunne, M., Bartlett, H., & Cubbridge, R. The influence of learning styles, enrolment status and gender on academic performance of optometry undergraduates. *Ophthalmic Physiol Opt*, 31, 69–78, 2011. doi: 10.1111/j.1475-1313.2010.00798.
- Pulmones. Learning chemistry in metacognitive environment. *The Asia Pacific Educations Researcher*, 16(2), 165-183, 2007. Retrieved from <http://www.dlsu.edu.ph/research/journals/taper/pdf/200712/pulmones.pdf>
- Rambusch, J. Situated learning and Galperin's notion of object-oriented activity. In R. Sun (Ed.). *Proceedings of the 28<sup>th</sup> Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 1998-2002). Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2006.
- Rickey & Stacy. The role of metacognition in learning chemistry. *J. Chem. Educ.*, 77, 915-920, 2000.
- Sandi-Urena, S. Design and validation of a multimethod assessment of metacognition and study of the effectiveness of metacognitive interventions. *Dissertation*. Clemson University, 2008.
- Schunk, D.H. & Zimmerman B.J. *Self-Regulation of Learning and Performance: Issues and Educational Applications*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1994.
- Warli. Profil kreativitas siswa yang bergaya kognitif reflektif dan siswa yang bergaya kognitif impulsif dalam memecahkan masalah matematika. *Disertasi*. Surabaya: Program Pasca Sarjana Unesa.
- Woolfolk. 1998. *Educational Psychology* (7<sup>th</sup> ed.). Boston: Allyn and Bacon, 2010.

Received 16-01-2016 / Approved 30-11-2016

## Simulando estequiometría con la hoja de cálculo: uso de la barra de desplazamiento

### Simulating stoichiometry with spreadsheet: use of the scroll bar

ANDRÉS RAVIOLO

Universidad Nacional de Río Negro, Bariloche, Argentina, araviolo@unrn.edu.ar

#### Resumen

Se presenta una secuencia de actividades para enseñar estequiometría con sencillas hojas de cálculo que incorporan como recurso interactivo a la barra de desplazamiento. En esta propuesta alternativa a la resolución rutinaria de ejercicios, los estudiantes se encuentran motivados y activos confeccionando simulaciones numéricas y respondiendo preguntas del tipo ¿"qué pasa si...? La visualización simultánea de las cantidades experimentales iniciales y finales, y de la relación estequiométrica, permite hacer frente a concepciones alternativas de los estudiantes.

**Palabras clave:** estequiometría, enseñanza, simulación, hoja de cálculo, barra de desplazamiento

#### Abstract

A sequence of activities is presented for use in the teaching of stoichiometry by means of simple spreadsheets that have the scroll bar incorporated as an interactive

resource. Using this method as an alternative to routine ways of doing exercises, students will become more motivated and active, setting up numerical simulations and answering questions like "What happens if...?" Simultaneous visualization of initial and final experimental quantities, and of the stoichiometric relation, makes it possible to deal with students' alternative conceptions.

**Keywords:** stoichiometry, teaching, simulation, spreadsheets, scroll bar

#### INTRODUCCION

La estequiometría es uno de los núcleos conceptuales centrales de la química dado que se ocupa de los aspectos cuantitativos de la reacción química. Por su complejidad los estudiantes presentan dificultades que van más allá de cuestiones matemáticas (como el dominio de la proporcionalidad) y mantienen concepciones alternativas luego de la enseñanza. Esto se debe a que la estequiometría aborda las relaciones cuantitativas de la

química sobre una base cualitativa, conceptual. Resolver situaciones sobre estequiometría implica la comprensión de varios conceptos como: reacción química, reactivos y productos, fórmula química, ecuación química, subíndices y coeficientes estequiométricos.

Entre las dificultades que la investigación didáctica ha detectado en el aprendizaje de la estequiometría se encuentran:

- confunden distintas cantidades químicas (moles, concentraciones, masas, volúmenes) que se ponen en juego en la resolución de problemas (Frazer y Servant, 1987)
- no conservan la masa y los átomos en una reacción química, o presentan problemas con la conservación de los átomos y la no conservación de las moléculas en el cambio químico (Mitchell y Gunstone, 1984)
- sostienen que el reactivo limitante es la sustancia que tiene el menor coeficiente estequiométrico en la ecuación química balanceada (Huddle y Pillay, 1996)
- comprenden en forma incompleta la ecuación química y su relación con la situación empírica. Algunos estudiantes partiendo de la composición inicial del sistema no logran determinar el estado final empleando la ecuación química (Arasasingham y otros, 2004)
- afirman que para que se produzca el cambio químico es necesario que los reactivos estén en la situación inicial en una proporción particular (por ejemplo la proporción dada por los coeficientes estequiométricos), dado que se confunde el lado izquierdo de la ecuación química con el estado inicial del sistema (Gauchon y Méheut, 2007; Raviolo, 2006).

En lo que respecta a su enseñanza, y al igual que en la enseñanza de muchos otros conceptos de la química, se aprecia cierta monotonía metodológica centrada en la resolución de ejercicios con, generalmente, poco trabajo experimental y escaso uso de variados recursos didácticos. Para lograr una mayor motivación de los estudiantes se ha propuesto, por ejemplo, el planteo de problemas de estequiometría con sustancias de la vida cotidiana de mayor familiaridad para los alumnos (Pinto y León, 2009) o el uso de analogías (Raviolo y Lerzo, 2014).

En este artículo se presenta un método sencillo para resolver problemas de estequiometría utilizando la hoja de cálculo (por ejemplo, Excel y Calc) que incluye un recurso interactivo como es el uso de la barra de desplazamiento.

Las hojas de cálculo presentan una gran potencialidad para la enseñanza de las ciencias (Raviolo, 2002a y 2011), sus primeras aplicaciones en la enseñanza de la química se aprecian a mediados de la década del 80 (Rosenberg, 1985) Su disponibilidad, versatilidad y utilidad para tratar datos químicos fue resaltada por muchos autores, entre ellos: Van Houten, 1988; Collins y Williams, 1995; Zielinski y Swift, 1997. Al respecto, son significativos los siguientes atributos de las hojas de cálculo: (a) son de rápido aprendizaje y de uso inmediato, (b) en muchos casos pueden reemplazar a un lenguaje de programación de difícil aprendizaje y (c) dada su capacidad para simular permiten responder preguntas del tipo “¿qué pasa si...?”. En un artículo anterior (Raviolo, 2012a) se describió la utilidad y versatilidad de las hojas de cálculo en la verificación y re-creación de simulaciones ya diseñadas que se pueden encontrar en Internet.

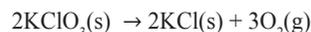
Las simulaciones numéricas que se construirán se basan en los planteos ICF, que discriminan las situaciones: Inicial, Cambio y Final. Esto ayuda a visualizar la composición en distintos momentos de la reacción y diferenciarla de la relación estequiométrica (la proporción en la cual reaccionan las especies). Una propuesta de utilización de la barra de desplazamiento para el equilibrio químico con planteos ICE (Inicial, Cambio y Equilibrio) se encuentra en Raviolo (2012b).

El procedimiento desarrollado permite hacer frente a algunos inconvenientes que se presentan en los estudiantes, como por ejemplo la confusión entre los coeficientes estequiométricos y las cantidades presentes en una reacción, dado que frecuentemente: (a) consideran que las sustancias están presentes en cantidades iguales a los coeficientes, o (b) asignan como coeficientes a las cantidades experimentales.

La secuencia seguida en este artículo, de complejidad creciente (tanto química como informática), podría ser utilizada como secuencia metodológica para trabajar con los alumnos, tanto del nivel medio como universitario. En ella, la formulación de preguntas por parte del docente es un aspecto clave, estas preguntas deben desafiar a los estudiantes y provocar acciones con la simulación.

### 1. Estequiometría con número de moles

El método se basa en las relaciones estequiométricas que se establecen entre las sustancias en una reacción química. Se parte de la ecuación química ajustada, por ejemplo, para la reacción de descomposición del clorato de potasio:



A partir de ella se realizan razonamientos del tipo: por cada dos moles que se descomponen de clorato de potasio se forman dos moles de cloruro de potasio y tres moles de oxígeno; y en función de una cantidad genérica x de moles: por cada 2x que disminuye el número de moles de clorato de potasio, aumenta en 2x el número de moles de cloruro de potasio y aumenta en 3x el de oxígeno.

Resulta conveniente expresar este razonamiento a través del planteo ICF (Inicial, Cambio, Final), por ejemplo si se parten sólo de 6 moles de clorato:



Inicial (mol):	6	0	0
Cambio (mol):	-2x	+2x	+3x
Final (mol):	6-2x	0+2x	0+3x

La situación final no es, necesariamente, cuando la reacción se completa, dado que se puede realizar el seguimiento de las cantidades presentes en cualquier momento del proceso.

El método de simulación que se propone consiste en asignar un rango de posibles valores de x empleando la barra de desplazamiento en una hoja de cálculo y, sobre la base de las relaciones estequiométricas, determinar las cantidades de los reactivos y productos en cualquier momento de la reacción. Se construye una simulación como se muestra en la Figura 1.

	A	B	C	D	E	
1						
2		<b>2KClO<sub>3</sub>(s) → 2KCl(s) + 3O<sub>2</sub>(g)</b>				
3						
4			x			
5			0,5			
6						
7			KClO <sub>3</sub>	KCl	O <sub>2</sub>	
8			inicial (mol)	6,00	0,00	0,00
9			cambio (mol)	(-2x)	(+2x)	(+3x)
10			cambio (mol)	-1,00	1,00	1,50
11			final (mol)	5,00	1,00	1,50
12						
13						
14			50			

Figura 1: Simulación estequiometría con moles. Las operaciones realizadas son: celda C5: =C14/100, celda C10: =-2\*C5, celda D10: =2\*C5, celda E10: =3\*C5, celda C11: =C8+C10, celda D11: =D8+D10, celda E11: =E8+E10.

Para insertar la barra de desplazamiento por ejemplo en el programa Excel versión 2007 se procede de la siguiente manera, con Botón de Office, Opciones de Excel, Personalizar, Comandos más utilizados, Ficha del programador, Insertar controles, Agregar, Aceptar. Con ello aparece en la parte superior de la pantalla (barra de herramientas de acceso rápido) un ícono de Insertar controles. Las barras de desplazamiento se insertan desde esa barra: Insertar controles, Controles de formulario, Barra de desplazamiento.

Una vez insertada la barra de desplazamiento debajo del cuadro ICF, sobre ella y con el botón derecho del mouse se abre Formato de control, Control y se completa Valor mínimo, Valor máximo, Incremento y Vincular con la celda, como se muestra en la Figura 2.

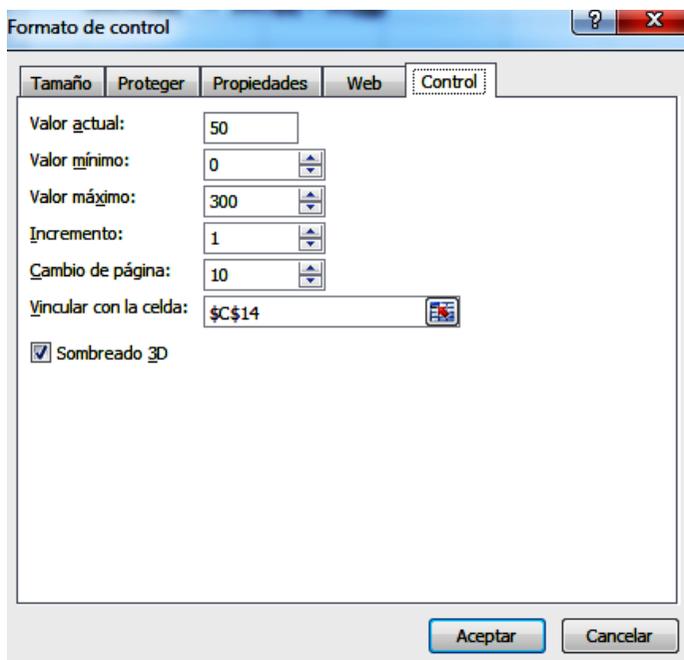


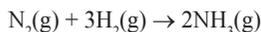
Figura 2: Cuadro de diálogo para dar formato a la barra de desplazamiento.

Dado que como valor mínimo no se puede insertar números decimales, en la celda C5 aparece el valor de x como resultado de la operación de dividir el valor asignado con la barra (celda C14) por 100. De esta forma x puede variar en 0,01 desde 0 hasta 3. En otras simulaciones, y en función de optimizar sus resultados, puede ser necesario dividir por un número distinto a 100 al valor asignado por la barra, incluso modificar el valor máximo asignado.

En la Figura 1 se aprecia que cuando el número asignado por la barra es 50, x vale 0,5; se descompone un mol de clorato y el número de moles de las especies en ese momento son respectivamente 5, 1 y 1,5. Nótese que el valor máximo asignado en el formato de control de la barra es 300 de modo de no tener valores negativos y postergar la discusión de este aspecto para más adelante al profundizar los conceptos de reactivo limitante y en exceso.

Algunas posibles preguntas a formular: ¿Cuántos moles de los productos se produjeron cuando se consumieron 2 moles del reactivo? ¿Cuántos moles de oxígeno se formaron cuando quedan 1,5 moles de clorato de potasio? ¿Cuáles son las cantidades máximas de productos que se formarán?

Una vez que se presentó la simulación anterior, o se construyó en conjunto con los estudiantes, y luego de aplicarla en la resolución de distintas situaciones, se puede solicitar a los estudiantes que construyan una para otra reacción química, por ejemplo para la reacción de síntesis del amoníaco.



La simulación anterior se puede ampliar logrando un mayor impacto visual con la incorporación de un gráfico de columnas, que se modificará automáticamente al desplazar el cursor de la barra de desplazamiento. Las cantidades presentes en distintos momentos de la reacción se pueden visualizar a través del gráfico de columnas. En la Figura 3 se da respuesta a la pregunta: ¿Qué cantidades están presentes cuando la cantidad de reactivo se redujo a la mitad?

La simulación permite introducir cantidades iniciales de las tres sustancias y calcular automáticamente las cantidades presentes en un momento determinado. Para diferenciar los "datos de entrada" de estas simulaciones, las cantidades experimentales de partida se escriben con letra negra.

Respecto al abordaje de las concepciones alternativas mencionadas, es oportuno que el docente discuta con los estudiantes los valores numéricos que la simulación permite individualizar y hacer hincapié en las diferencias entre las cantidades de moles iniciales, los coeficientes estequiométricos y las cantidades finales. Resaltar que los coeficientes estequiométricos de los reactivos no son las cantidades iniciales de la reacción, que el reactivo de menor coeficiente estequiométrico no es necesariamente el reactivo limitante, que la reacción ocurrirá igual aunque las cantidades iniciales en moles de los reactivos sean inferiores a los coeficientes estequiométricos.

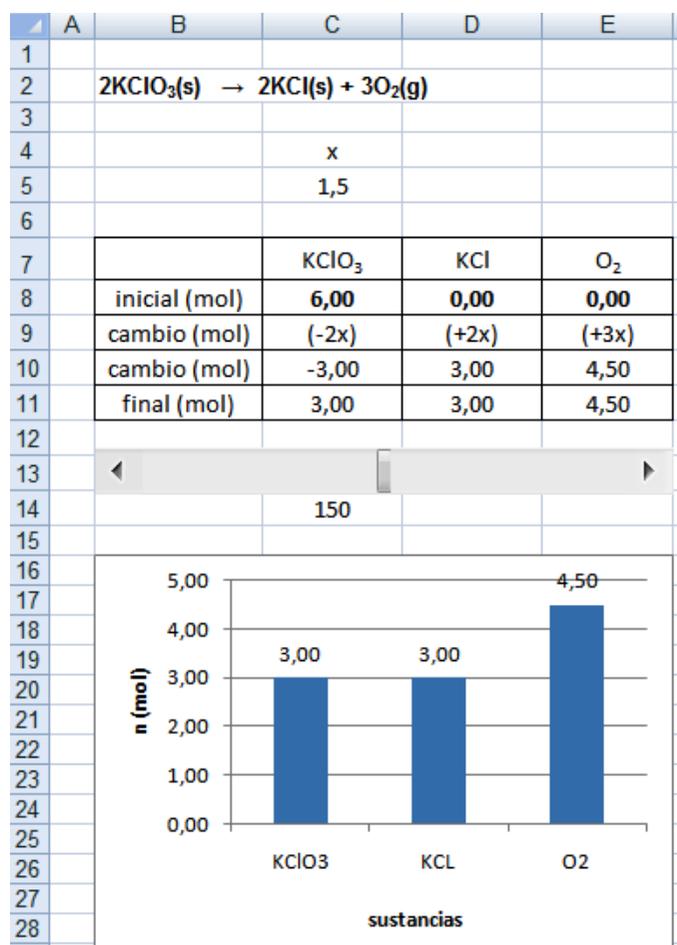


Figura 3. Simulación estequiometría con moles y gráfico asociado

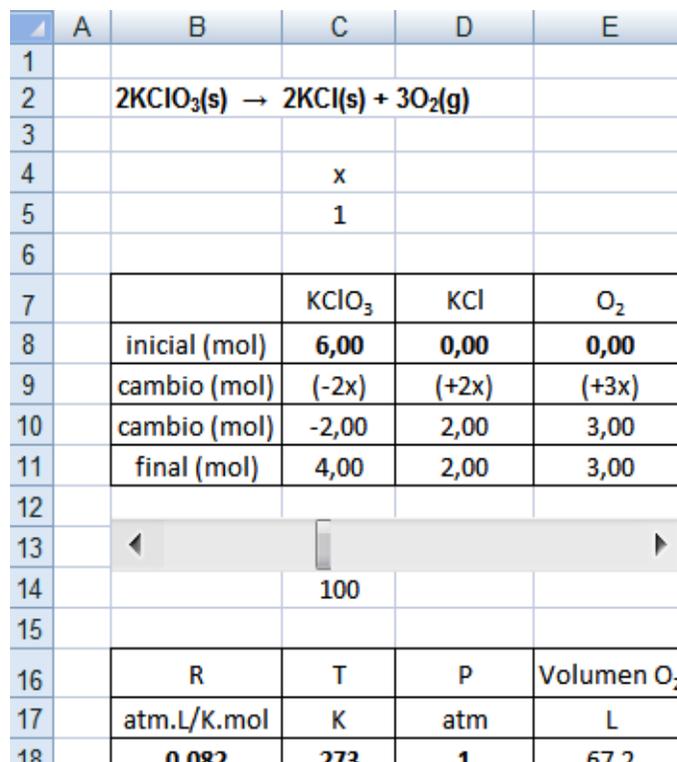


Figura 4. Simulación estequiometría con cálculo de volúmenes. Se agrega la operación: celda E18: =E11\*B18\*C18/D18.

## 2. Estequiometría con volúmenes

La simulación anterior (Figura 1) se puede modificar de forma tal que automáticamente calcule el volumen de oxígeno obtenido y responda a preguntas del tipo: ¿Qué volumen de oxígeno se obtiene en condiciones estándar cuando se descomponen dos moles de clorato de potasio? ¿Qué volumen se obtendrá si la presión es 0,9 atm y la temperatura 25 °C?

Considerando al oxígeno como un gas ideal y aplicando la ecuación  $V = nRT/P$ , en la Figura 4 se da respuesta a la primera pregunta, cuando la presión es 1 atm y la temperatura 0 °C (273 K).

## 3. Estequiometría con masas

Una aplicación similar a la simulación de la Figura 3 se puede realizar con relaciones estequiométricas en gramos. Supongamos la reacción de formación de agua a partir de sus sustancias elementales: hidrógeno y oxígeno. La relación estequiométrica nos dicen que 32 g de oxígeno reaccionan con 4 g de hidrógeno para obtener 36 g de agua. Se realiza el planteo ICF como:

	32 g	4 g	36 g
Inicial (mol):	$n_1$	$n_2$	$n_3$
Cambio (mol):	-x	-2x	+2x
Final (mol):	$n_1 - x$	$n_2 - 2x$	$n_3 + 2x$

La simulación de la Figura 5 permite dar respuesta rápidamente a preguntas del tipo: ¿Cuántos gramos de agua se producen con 10 g de oxígeno y suficiente hidrógeno? ¿Cuál es el reactivo limitante si se mezclan inicialmente 40 g de oxígeno y 30 g de hidrógeno? ¿Cuál es la cantidad de reactivo en exceso? ¿Qué cantidad máxima de agua (rendimiento teórico) se obtiene? En la Figura 5 se aprecia que cuando la masa final de oxígeno es cero, las respectivas de hidrógeno y agua son 25 g y 45 g.

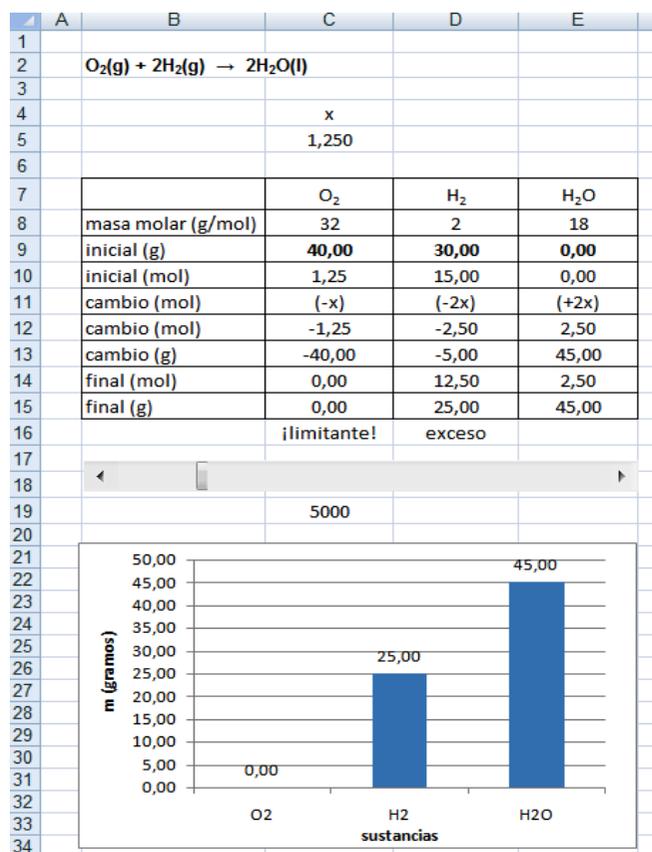


Figura 5. Simulación estequiometría con masas. Las operaciones realizadas son: celda C5: =C19/4000, celda C10: =C9/C8, celda D10: =D9/D8, celda E10: =E9/E8, celda C12: =-C5, celda D12: =-2\*C5, celda E12: =2\*C5, celda C13: =C12\*C8, celda D13: =D12\*D8, celda E13: =E12\*E8, celda C14: =C10+C12, celda D14: =D10+D12, celda E14: =E10+E12, celda C15: =C14\*C8, celda D15: =D14\*D8, celda E15: =E14\*E8, celda C16: =SI((C15)<=0;"limitante!";"exceso"), celda D16: =SI((D15)<=0;"limitante!";"exceso").

Esta simulación se ha ampliado utilizando la función SI, para que aparezcan mensajes (que hacen mención a los resultados obtenidos en celdas contiguas) como: "limitante", "exceso". Así, cuando la masa de alguno de los reactivos es cero (o tiene un valor negativo) cambia automáticamente el rótulo de "exceso" por "limitante".

¿Qué ocurre si la cantidad inicial de hidrógeno es 60 g? Al introducir este valor como dato de partida se aprecia que cuando la reacción se completa, se obtiene la misma cantidad de agua y queda una masa de 55g del reactivo en exceso.

Para responder a la pregunta: ¿Cuántos gramos de oxígeno faltarían para que reaccione totalmente el hidrógeno? basta con llevar la cantidad de hidrógeno a cero y apreciar que en la celda de la masa final de oxígeno figura "-200" g. Para interpretar este valor será necesario discutir con los estudiantes el significado que se otorga a estas cantidades negativas: "la cantidad que falta".

La simulación de la Figura 5 establece las correspondencias entre moles y gramos para las tres situaciones: inicial, cambio y final. Esta simulación puede simplificarse expresando sólo las cantidades en gramos (Figura 6). El usuario puede optar entre estas dos o algún desarrollo intermedio.

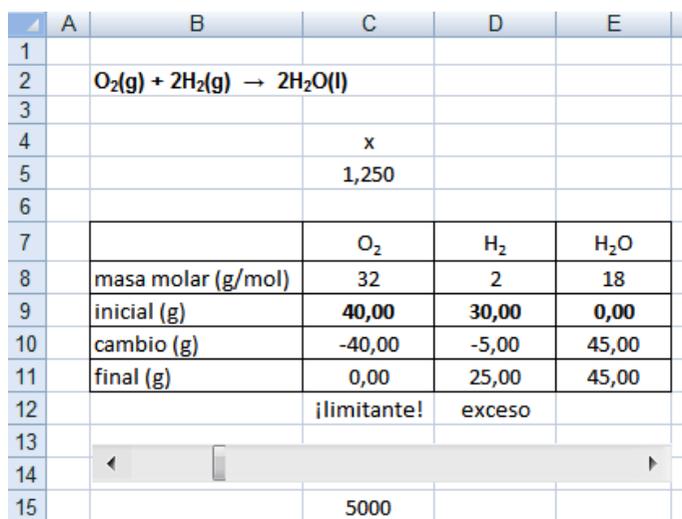


Figura 6. Simulación simplificada estequiometría con masas. Las operaciones realizadas son: celda C5: =C15/4000, celda C10: =C5\*C8, celda D10: =-2\*C5\*D8, celda E10: =2\*C5\*E8, celda C11: =C9+C10, celda D11: =D9+D10, celda E11: =E9+E10.

Como una actividad de aplicación se puede solicitar a los alumnos que modifiquen la primera hoja de cálculo para la reacción de descomposición de 500 g de clorato de potasio.

Por último, puede incorporarse a esta simulación el cálculo del porcentaje de rendimiento agregando dos celdas más, una con el rendimiento real (como dato de partida) y otra con el cálculo del porcentaje de rendimiento. Con ella se da respuesta a la pregunta: ¿Cuál es el rendimiento porcentual en la reacción de 40 g de oxígeno y 30 g de hidrógeno si se obtuvieron 42 g de agua?

## 4. Estequiometría con concentraciones

En una etapa posterior, se pueden abordar problemas de estequiometría con disoluciones, por ejemplo para responder a preguntas como: ¿Cuántos moles de sal se obtienen en la neutralización de 200 mL de hidróxido de sodio 2,0 M con 150 mL de ácido sulfúrico 2,0 M? ¿Cuál es el reactivo limitante y el reactivo en exceso? Cuyas respuestas pueden obtenerse desde la simulación con la barra de desplazamiento de la Figura 7.

La simulación propuesta permitiría hallar la composición del sistema en el caso en el que se halle una cierta cantidad de sal en la situación inicial.

	A	B	C	D	E
1					
2		<b>2NaOH(ac) + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(ac) → Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(ac) + 2H<sub>2</sub>O(l)</b>			
3					
4			x		
5			0,2		
6					
7			NaOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
8		volumen (L)	0,200	0,150	0,000
9		concentración (M)	2,0	2,0	0,0
10		inicial (mol)	0,40	0,30	0,00
11		cambio (mol)	(-2x)	(-x)	(+x)
12		cambio (mol)	-0,40	-0,20	0,20
13		final (mol)	0,00	0,10	0,20
14		¡limitante!		exceso	
15					
16					
17					
18			40		

Figura 7: Simulación de estequiometría con concentraciones. Las operaciones realizadas son: celda C5: =C18/200, celda C10: =C9\*C8, celda D10: =D9\*D8, celda E10: =E9\*E8, celda C12: =-2\*C5, celda D12: =-C5, celda E12: =C5, celda C13: =C10+C12, celda D13: =D10+D12, celda E13: =E10+E12, celda C14: =SI((C13)<=0;"¡limitante!";"exceso"), celda D14: =SI((D13)<=0;"¡limitante!";"exceso").

## CONCLUSIONES

Se ha presentado una forma diferente de abordar y resolver problemas químicos a partir del empleo de la barra de desplazamiento en el contexto de la hoja de cálculo., cuyo resultado final es una simulación dinámica y versátil, de entorno visual agradable que permite formular y responder preguntas del tipo “¿qué pasa si...?”.

La propuesta desarrollada hace hincapié en aspectos conceptuales de estequiometría por sobre la resolución rutinaria de ejercicios numéricos. Los estudiantes haciendo uso de las relaciones estequiométricas que se establecen entre todas las sustancias (reactivos y productos) construyen una simulación numérica que les permite hallar la composición del sistema a medida que avanza la reacción, partiendo de las condiciones iniciales.

En otro artículo (Raviolo, 2002b) se han mostrado los resultados de la experiencia didáctica realizada con hojas de cálculo en primer año de la universidad, resaltando sus ventajas con respecto a la enseñanza tradicional y el cambio positivo de actitudes hacia el aprendizaje de la química y hacia

las TIC evidenciado por los alumnos.

La formulación del planteo Inicial, Cambio y Final es de gran relevancia conceptual, dado que ayuda a identificar la composición en distintos momentos de la reacción y a diferenciarla de la relación estequiométrica. El profesor puede orientar las preguntas de modo de verificar la presencia o superación de las dificultades o concepciones alternativas mencionadas en la introducción.

El archivo con las simulaciones desarrolladas en este artículo pueden ser solicitadas al autor por correo electrónico.

## BIBLIOGRAFIA

- ARASASINGHAM, R.; TAAGEPERA, M.; POTTER, F. & LONJERS, S., Using knowledge space theory to access student understanding of stoichiometry, *Journal of Chemical Education*, **81**, 1517-1523, 2004.
- COLLINS, F. & WILLIAMS, C., Management of first-year chemistry laboratories using spreadsheets. *Journal of Chemical Education*, 1995, **72**, A182-A183, 1995.
- FRAZER, M. & SERVANT, D., Aspects of stoichiometry, where do students go wrong? *Education in Chemistry*, **24**, 73-75, 1987.
- GAUCHON, L. & MÉHEUT, M., Learning about stoichiometry: from students' preconceptions to the concept of limiting reactant, *Chemistry Education Research and Practice*, **8** (4), 362-375, 2007.
- HUDDLE, P. & PILLAY, A., An in-depth study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a South African University, *Journal of Research in Science Teaching*, **23** (1), 65-77, 1996.
- MITCHELL, I. & GUSTONE, R., Some student conceptions brought to the study of stoichiometry, *Research in Science Education*, **14**, 78-88, 1984.
- PINTO, G. & LEÓN, S., Estequiometría i vida cotidiana, *EduQ*, **3**, 29-36, 2009.
- RAVILOLO, A., Hojas de cálculo en clases de ciencias: 1. Introducción. 2. Algunos ejemplos del curso de Química, *Journal of Science Education*, **3** (2), 100-102, 2002a.
- RAVILOLO, A., La hoja de cálculo en la enseñanza de las ciencias: experiencia didáctica en química universitaria, *Journal of Science Education*, **3** (2), 80, 2002b.
- RAVILOLO, A., Las imágenes en el aprendizaje y en la enseñanza del equilibrio químico. *Educación Química*, **17** n° extraordinario, 300-307, 2006.
- RAVILOLO, A., Enseñanza de la química con la hoja de cálculo, *Educación Química*, **22** (4), 357-362, 2011.
- RAVILOLO, A., Re-creando simulaciones con la hoja de cálculo, *Educación Química*, **23** (1), 11-15, 2012a.
- RAVILOLO, A., Using a spreadsheet scroll bar to solve equilibrium concentrations, *Journal of Chemical Education*, **89**, 1411-1415, 2012b.
- RAVILOLO, A. & LERZO, G., Analogías en la enseñanza de la estequiometría: revisión de páginas web, *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, **9** (2), 28-41, 2014.
- ROSENBERG, R., The spreadsheet, *Journal of Chemical Education*, **62**, 140-141, 1985.
- VAN HOUTEN, J., Chemistry on a spreadsheet, *Journal of Chemical Education*, **65**, A314-A315, 1988.
- ZIELINSKI, T. & SWIFT, M. (editors), *Using computers in chemistry and chemical education*, Washington: American Chemical Society, 1997.

Received 30-03-2015 / Approved 30-11-2016

## Explaining *trans* geometric isomerism through a board game with a focus on food and *trans* fat

### Explicación de *trans* isomería geométrica mediante el juego de mesa con el foco en alimentos y grasas *trans*

GRISIELY YARA STROHER NEVES, ALOISIO HENRIQUE DE SOUZA, ALINE KIRIE GOHARA, EVELYN ROMERA CANASSA, SANDRA TEREZINHA MARQUES GOMES, MAKOTO MATSUSHITA, GYLLES RICARDO STROHER, NILSON EVELÁZIO DE SOUZA, GISELY LUZIA STROHER.

Federal Technological University of Parana, Maringa State University, Faculty of Philosophy, Sciences and Letters of Mandaguari, gisely@utfpr.edu.br

#### Abstract

The work created a board game with a focus on information about foods and trans fats to connect the geometric isomerism taught in chemistry in a fun and educational way. The study was conducted with students at the city of Apucarana, Parana, Brazil. Initially, a lecture with a multimedia kit on the subject was presented, after it was shown and discussed some packets of biscuits originally from main market where trans fats were emphasized. Then groups of 4 people were formed to play the board game with cards. The explanation of the information “0% trans” is not zero, but up to 0.2 g of trans fat per portion was particularly

important for students who showed in a biscuit brand where eating three units could get to have up to 30 g. The finding that eating three units accounted for 10% of the recommended total, the package containing 200g is 67% of the total recommended it was enough, in general, to alert the students, especially those who eat an entire package along the day. The game proved its importance increasing the debate and encouraging students to enhance learning. In addition, the project was able to explain, eye-catching advertising, teach and open the horizons of students.

**Keywords** cis, trans, chemistry, teaching, fats