

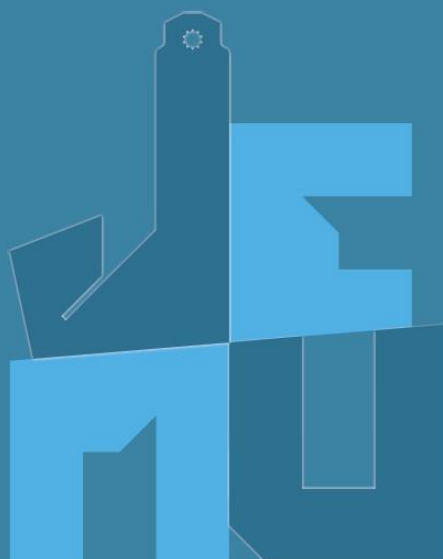
XIV

Jornadas de Enseñanza Media Universitaria

Saberes para Saber
¿A quién, cómo, para qué educamos?

TRABAJOS COMPLETOS RESÚMENES EXTENDIDOS

19 y 20 de septiembre
Rosario 2018



UNR

Secretaría de Enseñanza Media y Técnica U.N.R.

Escuela Agrotécnica "Libertador General San Martín"

Escuela Superior de Comercio "Libertador General San Martín"

Instituto Politécnico Superior "General San Martín"

**XIV JORNADAS DE ENSEÑANZA
MEDIA UNIVERSITARIA**

*“SABERES PARA SABER
¿A QUIÉN, CÓMO, PARA QUÉ EDUCAMOS?”*

Trabajos completos y resúmenes extendidos

19 y 20 de septiembre de 2018

Rosario, Santa Fe, Argentina

Lic. Prof. Esp. Graciela Ester Mandolini

Universidad Nacional de Rosario
Secretaría de Enseñanza Media y Superior Técnica

Rosario

2018

XIV Jornadas de Enseñanza Media Universitaria : trabajos completos :
resúmenes extendidos / editado por Graciela Ester Mandolini.-
1a edición para el profesor - Casilda : Graciela Ester Mandolini,
2019.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-86-2605-5

1. Educación. I. Mandolini, Graciela Ester, ed.
CDD 378.007

Comité de Redacción, Edición y Compaginación

Lic. Prof. Esp. Graciela Ester Mandolini

Prof. Luisina Natalia Rossini

Téc. Gastón Gonzalo Ruiz

ISBN 978-987-86-2605-5



9 789878 626055

ECUACIONES: MATEMÁTICA - QUÍMICA

*Prof. Maumary, C.; Prof. Maumary, M.E.; Prof. Mazzaro M.; Mag. Ing. Mazza G.; Ing. Vignatti C.
carimaumary@gmail.com; eugemaumary@gmail.com; melisamazzaro@gmail.com
Escuela Industrial Superior - Anexa a la Facultad de Ingeniería Química - UNL -*

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En la Escuela Industrial Superior se realizan múltiples actividades (charlas técnicas profesionales, exposiciones, clases abiertas, visitas de escuelas primarias, etc.), enmarcadas en la Semana del Técnico. Dicho evento es propicio para generar espacios interdisciplinarios que le aporten al estudiante una mirada integrada de ciertos conceptos trabajados en el aula. Entendemos por equipo interdisciplinario, como lo expresa Valverde, a “un grupo integrado por profesionales o técnicos de distintas disciplinas que congregados para realizar una tarea concreta en común con sentido integral, asumen las exigencias que la labor requiere en función de su desarrollo. El trabajo en equipo requiere de profesionales, que tengan una actitud de apertura y permeabilidad en relación con las otras disciplinas. Aún más exige el abandono de vanidades profesionales, esquemas rígidos de su quehacer particular, y la disposición de recibir lo que otras disciplinas le pueden brindar.”¹



Imagen 1. Imagen de promoción.

Con este trabajo lo que queremos comunicar es una experiencia llevada a cabo por tres docentes del Dpto. de Matemática y dos docentes de la especialidad Química de mencionada escuela.

En el año 2017 se pensó una Clase Abierta para alumnos de segundo y tercer año del Ciclo Básico, y cuarto y quinto año de la especialidad Química donde se ampliara el concepto de Sistemas de Ecuaciones en el contexto de Balance de Ecuaciones Químicas. La propuesta se promocionó mediante las redes sociales de la escuela (Imagen 1) con dos o tres semanas de anticipación. Los alumnos debieron inscribirse con antelación para un cupo limitado de veinte personas.

Con dicha actividad de articulación, se intentó lograr una visión integrada en la resolución de una situación problemática, permitiendo vincular y transferir contenidos y habilidades de una asignatura a otra, reconstruir y apropiarse de nuevos saberes.

Según Piaget, mediante el proceso de la asimilación, se moldea la información nueva para que encaje en sus esquemas actuales. La asimilación no es un proceso pasivo; requiere modificar o transformar la información nueva para incorporarla a la ya existente. Cuando es compatible con lo que ya se conoce, se alcanza un estado de equilibrio; todas las partes de la información encajan perfectamente entre sí. Cuando no es así, habrá que cambiar la forma de pensar o hacer algo para adaptarla. La acomodación, proceso de modificar los esquemas actuales, tiende a darse cuando la información discrepa en mayor o menor medida con los esquemas.

Para que los alumnos logren una comprensión significativa de los contenidos es fundamental la aplicación de diferentes estrategias que permitan la internalización y reflexión de los mismos. Las estrategias metodológicas utilizadas pueden identificarse con las que el autor Crawford (2004) define como "estrategias de enseñanza contextual", las cuales ayudan a los estudiantes a construir, elaborar y usar conocimientos en matemáticas y ciencias. Las palabras que identifican estas estrategias de enseñanza son las siguientes: Relación, Experimentación, Aplicación, Cooperación y Transferencia.

¹ Valverde, 2010, 4.

Sobre la base de dichas estrategias, se planteó la clase utilizando experiencias de laboratorio, generando un espacio en donde los alumnos desarrollen capacidades que les permitan analizar, relacionar, integrar y dar significado a los conceptos para lograr la apropiación del conocimiento, debido a que la ciencia se debe aprender haciendo.



Imagen 2. Estudiantes de 4to año preparando las experiencias. Fotos: Maumary M.

Con las actividades que se desarrollaron, se procuró que los estudiantes comprendan e interpreten el concepto de reacciones químicas, su representación mediante ecuaciones químicas y la importancia del balance estequiométrico. Esto tiene que ver con lo que Crawford denomina Experimentación, es decir, aprender en el contexto de exploración, descubrimiento e invención. Las actividades en contextos experimentales generan un ambiente motivador y propicio para el aprendizaje de las ciencias ya que el estudiante aprende de las propias prácticas, cuestiona sus saberes y los confronta con la realidad. Esto implica movilizar el razonamiento al tener que comparar la situación inicial con los cambios ocurridos, analizar los diferentes aspectos y relacionarlos entre sí, etc.

Luego de realizar las experiencias, se solicitó a los estudiantes que analicen los datos involucrados en las ecuaciones químicas asociadas a los experimentos e identifiquen el modelo matemático adecuado para encontrar los coeficientes estequiométricos necesarios en el balance de las ecuaciones químicas. Cabe aclarar que los alumnos tienen dos formas de resolverlas: (1) al tanteo o (2) de forma algebraica. Con la primera forma, el estudiante pone de manifiesto su capacidad de conteo y, al ser mental, no plasma ningún procedimiento de resolución; pero, al solicitarle que utilice métodos matemáticos que permitan dar respuesta a lo solicitado, se desarrolla la capacidad de matematizar la situación.

Desde el área de matemática se fomentó el desarrollo de capacidades básicas de los estudiantes. Algunas de ellas son: reconocer cuando una situación necesita matematizarse; reconocer modelos matemáticos en otros contextos más experimentales; reconocer la importancia del lenguaje matemático por su capacidad de síntesis, uso de nuevas tecnologías (Microsoft Mathematics), etc.

En función de las capacidades a estimular, en dicha clase los alumnos compartieron con las docentes la resolución de sistemas de ecuaciones, en el contexto de su puesta en práctica, aplicados al balance de ecuaciones químicas. Esto encuadra en la estrategia de Aplicación de Crawford. También, se planificó la clase teniendo en cuenta la estrategia de Transferencia, la cual consiste en aprender en el contexto de la aplicación del conocimiento en nuevos contextos o en nuevas situaciones. Los alumnos apreciaron la resolución de sistemas de ecuaciones cuadradas de dimensiones mayores a las trabajadas en el aula (en segundo año se resuelven sistemas de 2×2 y en tercero de 3×3) y no cuadradas. Además, se introdujeron los conceptos de matriz de coeficientes y matriz aumentada para aplicar el método de Gauss para resolver sistemas matriciales.



Imagen 3. Docentes y alumnos durante la clase. Fotos: Maumary M.

Teniendo en cuenta la estrategia de Relación, que consiste en aprender en el contexto de las experiencias de la vida o conocimiento preexistente, se retomaron conceptos previos y se fortalecieron los adquiridos. Para esto, se puso el énfasis en los aspectos vinculados a los tres niveles de la química en el marco de las reacciones químicas: realizar experiencias a nivel macroscópico, pensar a nivel microscópico y representarlos en forma simbólica. Desde el aspecto matemático, se retomaron los métodos de resolución para sistemas de ecuaciones de 2×2 (sustitución, igualación y reducción por renglones) con el objetivo de que los alumnos decidan cuál es el más conveniente a la hora de resolver sistemas de mayores dimensiones en diferentes contextos.

Dos de las tres actividades desarrolladas responden a la modelización de experiencias de laboratorio realizadas en la clase. Para las mismas se procedió a la búsqueda de materiales, insumos e instrumentos necesarios para llevar a cabo las técnicas operatorias in situ y se las puso a punto. El trabajo se realizó con alumnos que cursan el cuarto nivel de la especialidad Química en donde se observó que se involucraron, interesaron y apropiaron de los contenidos en tanto participaron activamente en cada una de las acciones planteadas. Asimismo, se le ofrece al alumno la oportunidad de contar con un espacio que le permite la consolidación del conocimiento científico en un sentido amplio, es decir, tanto en su aspecto intelectual (formular hipótesis, recolectar datos, relacionar teoría y práctica) como en el sensorio motriz (manipular materiales, adquirir destrezas), y de fortalecimiento en la interacción con sus pares y docentes (Imagen 2 y 3). Luego, coordinados con los docentes, los alumnos de cuarto año presentaron las experiencias in situ a los alumnos de segundo y tercero.

La interacción entre pares también propició un momento en el que los destinatarios compartieron sus inquietudes acerca de la elección de la especialidad. Aprender en el contexto de compartir e interactuar es lo que Crawford denomina estrategia de Cooperación.

MOMENTOS DE LA CLASE

Los alumnos de cuarto año desarrollaron la técnica operatoria de las reacciones químicas propuestas, detallando cada paso de la misma y, en paralelo, las docentes mostraban – en un proyector- las ecuaciones químicas que se determinaba en cada experimento. En las mismas se pudieron observar manifestaciones de transformaciones de los reactivos en los productos a través de cambio de color y producción de gas además de evidenciar, mediante el peso, la ley de conservación de la masa en las reacciones químicas.

Con lo anterior se pudo demostrar que una reacción química presenta el mismo número de átomos de cada elemento químico tanto del lado de los reactivos como del lado del producto, es decir, debe estar balanceada.

Experiencia I:

Se presentó una reacción de doble descomposición, o metátesis, entre dos compuestos: carbonato de calcio y ácido clorhídrico, produciéndose un intercambio de elementos químicos que da lugar a dos nuevas sustancias químicas análogas a las primeras.

Los pasos para realizar la experiencia fueron los siguientes:

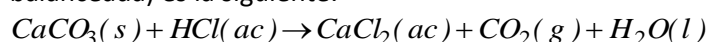
1. Pesar 10 g de carbonato de calcio y colocarlo en un globo.
2. Agregar 100 mL de solución de ácido clorhídrico 3M. (medido en un matraz) en un erlenmeyer de 500 mL.
3. Ajustar a la boca del erlenmeyer el globo con cuidado de no volcar el contenido. Ajustar el globo con una cinta.
4. Pesar el sistema. Registrar.
5. Volcar el contenido del globo a la solución de ácido clorhídrico. Observar y registrar el peso.
6. Comparar inicio y final de los pesos de las masas.

Se evidenció que se produjo la reacción a través de la producción de gas (dióxido de carbono) retenida en el globo, además que se conservaba la masa porque se mantuvo el peso del sistema antes y después de la transformación.



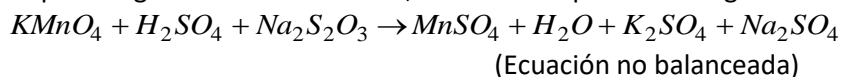
Imagen 4. Alumnos de 4to año realizando la experiencia I.

La ecuación química (no balanceada) es la siguiente:



Experiencia II:

Esta experiencia se basa en la capacidad oxidante del permanganato de potasio ($KMnO_4$) en un medio ácido. Se reduce el permanganato de potasio, de color morado, hasta especies de manganeso $Mn(II)$, normalmente incoloras. En este caso el agente reductor es el tiosulfato de sodio que se agrega a la disolución de permanganato en medio ácido, en donde se produce la siguiente reacción:



Los pasos para realizar la experiencia fueron los siguientes:

1. Pesar un erlenmeyer de 250 mL. Agregar 100 mL de solución de permanganato de potasio 0,05M.
2. Agregar con bureta 31 mL de solución de ácido sulfúrico 1M. (anotar el peso)
3. Pesar en otra balanza 5 mL de solución de tiosulfato de sodio 1M. (anotar el peso).
4. Registrar la masa total de los reactivos.
5. Agregar con bureta 5 mL de solución de tiosulfato de sodio 1M a la mezcla del erlenmeyer hasta decoloración.
6. Observar y registrar la masa total.
7. Comparar los pesos de las masas al inicio y final de la experiencia.

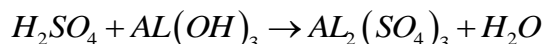


Imagen 5. Alumna de 4to año realizando la experiencia II.

Como los sistemas de ecuaciones relacionados a las citadas experiencias presentan mayor trabajo algebraico, se decidió explicar los conceptos matemáticos asociados mediante dos ejemplos no experimentados que se presentan a continuación.

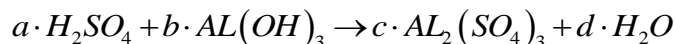
Ejemplo 1:

Dada la siguiente ecuación química



¿Cómo podemos obtener los coeficientes estequiométricos para que la ecuación esté balanceada?

Las profesoras en Química explicaron el significado de coeficientes estequiométricos y escribieron la siguiente ecuación química:



Luego se determinaron las igualdades según cada elemento químico y las profesoras en Matemática definieron sistemas de ecuaciones de nxn; en este caso uno de 4x4 homogéneo.

$$\begin{array}{l} H: \\ S: \\ O: \\ AL: \end{array} \begin{cases} 2a + 3b = 2d \\ a = 3c \\ 4a + 3b = 12c + d \\ b = 2c \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 2a + 3b + 0c - 2d = 0 \\ a + 0b - 3c + 0d = 0 \\ 4a + 3b - 12c - d = 0 \\ 0a + b - 2c + 0d = 0 \end{cases} \quad \text{Sistema de 4x4 homogéneo}$$

Luego se definió la matriz de coeficientes y la ampliada.

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -3 & 0 \\ 4 & 3 & -12 & -1 \\ 0 & 1 & -2 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{Matriz de coeficientes} \quad \begin{pmatrix} 2 & 3 & 0 & -2 & | & 0 \\ 1 & 0 & -3 & 0 & | & 0 \\ 4 & 3 & -12 & -1 & | & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 0 & | & 0 \end{pmatrix} \quad \text{Matriz aumentada}$$

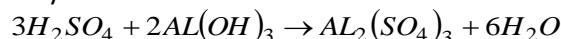
Se retomó lo que los alumnos saben desde segundo año sobre reducción por renglones para dar solución a este sistema compatible indeterminado.

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 0 & -2 & | & 0 \\ 1 & 0 & -3 & 0 & | & 0 \\ 4 & 3 & -12 & -1 & | & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 0 & | & 0 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Se puede intercambiar} \\ \rightarrow \\ \text{renglones} \end{array} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3 & 0 & | & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 0 & | & 0 \\ 2 & 3 & 0 & -2 & | & 0 \\ 4 & 3 & -12 & -1 & | & 0 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} E_1 \cdot (-2) + E_3 \\ \rightarrow \\ E_2 \cdot (-4) + E_4 \end{array}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -3 & 0 & | & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 0 & | & 0 \\ 0 & 3 & 6 & -2 & | & 0 \\ 0 & 3 & 0 & -1 & | & 0 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} E_2 \cdot (-3) + E_3 \\ \rightarrow \\ E_2 \cdot (-3) + E_4 \end{array} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3 & 0 & | & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 0 & | & 0 \\ 0 & 0 & 12 & -2 & | & 0 \\ 0 & 0 & 6 & -1 & | & 0 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} E_3 \cdot (-0,5) + E_4 \\ \rightarrow \end{array} \begin{pmatrix} 1 & 0 & -3 & 0 & | & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 0 & | & 0 \\ 0 & 0 & 12 & -2 & | & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & | & 0 \end{pmatrix}$$

De lo anterior se puede leer que: $a = 3c$, $b = 2c$ y $12c = 2d$.

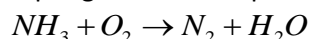
Hay 3 variables dependiendo del valor que tome c . Este sistema tiene infinitas soluciones; una de ellas puede ser, si $c = 1$; $a = 3$; $b = 2$; $c = 1$ y $d = 6$. Entonces la ecuación balanceada es la siguiente:



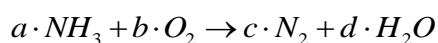
La interpretación final fue que se observan 12 moléculas de H, 3 de S, 18 de O, 2 de Al en los reactivos y las mismas cantidades en el producto.

Ejemplo 2:

Supongamos ahora que tenemos la siguiente ecuación química:



Procedamos como en el caso anterior:



Establezcamos las igualdades de cada elemento químico:

$$\begin{array}{l} N: \\ H: \\ O: \end{array} \begin{cases} a = 2c \\ 3a = 2d \\ 2b = d \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a + 0b - 2c + 0d = 0 \\ 3a + 0b + 0c - 2d = 0 \\ 0a + 2b + 0c - d = 0 \end{cases} \quad \text{Sistema de 3x4 homogéneo}$$

Con esta actividad los estudiantes trabajaron con sistemas no cuadrados. Al igual que en la actividad anterior se resolvió usando el método de Gauss y se verificó que el sistema tiene infinitas soluciones.

Luego de estos ejemplos se retomó la experiencia I. Se les preguntó a los alumnos: ¿cuáles son los coeficientes estequiométricos necesarios para balancear dicha ecuación química?

Se establecieron las igualdades de cada elemento químico generando las siguientes ecuaciones:

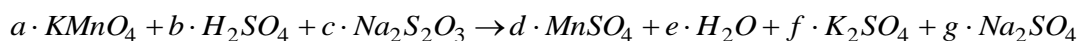
$$\begin{array}{l} Ca : \\ C : \\ H : \\ Cl : \\ O : \end{array} \left\{ \begin{array}{l} a = c \\ a = d \\ b = 2e \\ b = 2c \\ 3a = 2d + e \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} a + 0b - c + 0d + 0e = 0 \\ a + 0b + 0c - d + 0e = 0 \\ 0a + b + 0c + 0d - 2e = 0 \\ 0a + b - 2c + 0d + 0e = 0 \\ 3a + 0b + 0c - 2d - e = 0 \end{array} \right. \text{ Sistema de } 5 \times 4 \text{ homogéneo}$$

Para la resolución de este sistema de se les explicó a los alumnos cómo proceder con el software Microsoft Mathematics.

Hallados los coeficientes estequiométricos se obtiene la siguiente ecuación balanceada:

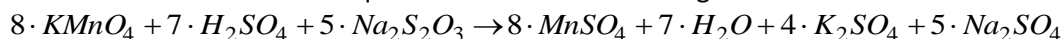


Finalmente, se modelizó la experiencia II y se hallaron los coeficientes solicitados resolviendo un sistema de 6x7 con el software antes mencionado.



$$\begin{array}{l} K : \\ Mn : \\ O : \\ H : \\ S : \\ Na : \end{array} \left\{ \begin{array}{l} a = 2f \\ a = d \\ 4a + 4b + 3c = 4d + e + 4f + 4g \\ 2b = 2e \\ b + 2c = d + f + g \\ 2c = 2g \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} a + 0b + 0c + 0d + 0e - 2f + 0g = 0 \\ a + 0b + 0c - d + 0e + 0f + 0g = 0 \\ 4a + 4b + 3c - 4d - e - 4f - 4g = 0 \\ 0a + 2b + 0c + 0d - 2e + 0f + 0g = 0 \\ 0a + b + 2c - d + 0e - f - g = 0 \\ 0a + 0b + 2c + 0d + 0e + 0f - 2g = 0 \end{array} \right.$$

Hallados los coeficientes estequiométricos se obtiene la siguiente ecuación balanceada:



Con el aporte de ambas asignaturas se pudo abordar una situación problemática de manera integrada, donde el alumno uso conceptos desarrollados en matemática como una herramienta para hallar los coeficientes estequiométricos que permiten que una ecuación química quede balanceada.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Felipe, J. (2015). *Taller de química espectacular E.T.S. Ingenieros Industriales (Laboratorio QUÍMICA I)* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Chang, R. (2007). *Química*. Colombia: Mac Graw Hill Interamericana.
- Crawford, M. (2004). *Enseñanza Contextual. Investigación, Fundamentos y Técnicas para Mejorar la Motivación y el Logro de los Estudiantes en Matemática y Ciencias*. CORD. Consultado el 15 de agosto de 2015 en <http://www.cord.org/uploadedfiles/Teaching%20Contextually%20Spanish.pdf>.
- Petrucci, R. Herring, F y otros. (2011) *Química General. Principios y aplicaciones modernas*. Madrid: Pearson.
- Piaget, J. (1947). *La psicología de la inteligencia*. Paris: Editorial Psique.
- Rodriguez, M. (2011). *Elementos epistémicos de la triada: matemática, cotidianidad y pedagogía integral*. Revista de formación e innovación Educativa Universitaria, volumen (4), N° 3: 177 – 191. Venezuela. Consultado el 8 de abril de 2017 en

http://refiedu.webs.uvigo.es/Refiedu/Vol4_3/REFIEDU_4_3_3.pdf

- Valverde, L., Ayala, N., Pascua, M., Fandiño, D. (2010). *El trabajo en equipo y su operatividad*. Costa Rica. Consultado el 8 de abril de 2017 en

<http://www.ts.ucr.ac.cr/binarios/pela/pl-000381.pdf>