

## Proyecto de integración de las asignaturas de química y programación

José Luis Farfán y Adriana Cecilia Olleta

Instituto de Educación Superior No 5 “José Eugenio Tello”, Independencia 746 C.P. 4600, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.

Facultad de Ingeniería UNJu, Ítalo Palanca 10 C.P. 4600, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.  
a.olleta@gmail.com

**Resumen.** El desafío del estudio interdisciplinar radica, en tomar como puntapié inicial las distintas disciplinas, respetando su especificidad de conceptos, métodos y lógicas y, en trabajar para que no resulte una “barrera” para la comunicación.

En este trabajo presentamos un proyecto para integrar la enseñanza de programación con la química, mediante la creación de una aplicación que permita balancear diferentes tipos de reacciones químicas.

**Keywords:** Script, balanceo, reacciones químicas.

### 1 Introducción

El requerimiento de que una ecuación esté balanceada es consecuencia directa de la ley de la conservación de la masa, enunciada por Lavoisier [1]. Todas las ecuaciones químicas deben balancearse porque en las reacciones químicas los átomos no se crean ni se destruyen. Los números y las clases de átomos tienen que ser los mismos, tanto en los productos como en los reactivos.

Balancear una ecuación química implica encontrar cuántas unidades fórmula de cada sustancia diferente toman parte en la reacción. Una unidad fórmula, como el nombre lo indica, es una unidad —átomo, ion o molécula— correspondiente a una fórmula dada.

Una de las principales motivaciones para la realización de este proyecto es el de promover y desarrollar una alfabetización tecnológica-científica que permita a los estudiantes adquirir las herramientas conceptuales y procedimentales básicas para comprender el mundo científico-tecnológico. Es necesario que se promuevan actitudes propias del trabajo en ciencias: búsqueda de nuevos conocimientos cada vez más profundos y complejos, la aceptación de que todo conocimiento es provisorio, la visión y revisión crítica de las ideas, la capacidad de colaborar y trabajar en equipo para construir conocimiento, y la posibilidad de comunicar ese conocimiento construido. Para esto hay que incentivar indudablemente esa curiosidad natural que todos los seres humanos tenemos por entender el mundo que nos rodea e intervenir en él [2,3].

Aunque la escuela no posea un laboratorio sofisticado, eso no quiere decir que no se pueda llevar a cabo una actividad científica escolar rica y provechosa. Las Tecnologías

de la Información y Comunicación – TIC-, además de facilitar y ampliar las posibilidades de comunicación e intercambio, fortaleciendo así el aspecto colaborativo, brindan herramientas muy útiles y valiosas para el desarrollo de procesos, y acompañan las propuestas del proyecto en la construcción de conocimientos en las áreas específicas, en este caso, las ciencias naturales [4].

Todo sistema de enseñanza-aprendizaje requiere de una didáctica básica que lo sustente para que se cumpla con su objetivo el cual es aprender, y una de las formas para que esto se logre es a través del empirismo. Es así que aprovechamos este contexto de balanceo de las reacciones químicas para favorecer en los estudiantes el manejo de herramientas informáticas tales como hojas de cálculo y programación en el lenguaje Python [5].

## **2 Metodología**

En primer lugar se describe a los estudiantes la ecuación a resolver. La ecuación es presentada en la forma tradicional. Sin embargo, para darle respuesta al problema de balancearla, el profesor conducirá la solución utilizando como estrategia de enseñanza-aprendizaje conforme a los siguientes pasos:

### **2.1 Descripción del Problema**

Se elige el método algebraico como tema central para la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes dado que permite integrar la química con la computación. El problema para los estudiantes es el siguiente: Dadas las ecuaciones químicas, balancear cada una de ellas mediante el método algebraico a través del desarrollo de una aplicación, utilizando como lenguaje de programación a Python. Comentar acerca de sus limitaciones y comparar el método algebraico con los métodos químicos.

### **2.2 Diseño del Aprendizaje Activo**

El diseño de la estrategia de enseñanza-aprendizaje consta de 3 sesiones (Parte I, II y III) de trabajo con tiempos de 2 a 3 horas cada una. Estas sesiones deben ser desarrolladas con la mínima participación del profesor, actuando éste como un facilitador del conocimiento. Inicia esta actividad con un conjunto de preguntas y respuestas. Luego de cada sesión los estudiantes deben elaborar un informe de las respuestas a las preguntas realizadas.

#### **2.2.1 Parte I**

Esta sección es conducida mediante el aprendizaje colaborativo. El profesor debe de motivar a los estudiantes a investigar todo lo relacionado al balanceo de reacciones químicas. En este sentido, se proponen las siguientes preguntas: ¿Qué es una reacción química?, ¿qué es una ecuación estequiométrica?, ¿cuáles son los tipos de reacciones químicas?, ¿dónde las encontramos?, ¿cómo se balancean las reacciones químicas? y ¿por qué debemos balancear las reacciones químicas?

Una vez que el profesor promueve el trabajo colaborativo, los estudiantes tendrán un momento para comentar entre ellos sobre las preguntas realizadas, pudiendo emplear la técnica de lluvia de ideas, mapas conceptuales, y otros. Posteriormente, los

estudiantes tendrán un tiempo adecuado para realizar una búsqueda de la información en la biblioteca o internet aprovechando la tecnología e instalaciones Wi-Fi para posteriormente discriminar la información entre páginas web, enciclopedias, ebooks, artículos, manuales de universidades reconocidas, y otros. Luego, los estudiantes deben escribir un reporte parcial con sus respuestas y/o definiciones propias. Finalmente, se comparan las respuestas entre los grupos, brindándose comentarios entre ellos.

### **2.2.2 Parte II**

Esta sección es conducida mediante el aprendizaje guiado, en donde el profesor introducirá los aspectos matemáticos del balanceo de ecuaciones químicas a los estudiantes. La matemática principal consta de la teoría de sistemas de ecuaciones lineales. Para ello, se proponen las siguientes preguntas: ¿qué es un sistema de ecuaciones lineales?, ¿cómo se representa un sistema de ecuaciones lineales?, ¿cómo se clasifican los sistemas de ecuaciones lineales?, ¿cómo se resuelve un sistema de ecuaciones lineales? y ¿dónde encontramos sistemas de ecuaciones lineales?

El profesor deberá hacer las preguntas propuestas de forma individual para impulsar a los estudiantes a la escritura de mapas conceptuales, a través de los cuales se debe llegar a una definición de sistemas de ecuaciones, su clasificación y métodos de solución. Posteriormente, el facilitador debe inducir las propiedades matriciales de los sistemas de ecuaciones lineales. Consecutivamente, el facilitador motiva a realizar los planteamientos de los sistemas de ecuaciones lineales que brinden solución al balanceo de las ecuaciones químicas dadas en el problema. Luego, los estudiantes escriben un reporte parcial con sus respuestas y/o definiciones propias; y finalmente se comparan las respuestas entre los grupos, brindándose comentarios entre ellos.

### **2.2.3 Parte III**

Esta última sección es conducida mediante el aprendizaje cooperativo para aplicar la teoría de la programación, se basa en la realización de diagramas de flujo para diseñar un programa que resuelva los sistemas de ecuaciones lineales generados al implementar el método algebraico en el balanceo de reacciones químicas.

Para promover el trabajo cooperativo, cada estudiante deberá realizar una búsqueda de manera individual acerca de definiciones de algoritmos en la biblioteca o internet y posteriormente discriminar información entre páginas web, enciclopedias, ebooks, artículos, manuales de universidades reconocidas. Después, los estudiantes deben desarrollar un algoritmo y/o pseudocódigo que les permita dar solución a los sistemas de ecuaciones lineales planteados. Posteriormente, los miembros de cada equipo discuten sus algoritmos diseñados, seleccionando el algoritmo que les parezca correcto. Consecuentemente, deberán pasar el algoritmo a lenguaje de máquina, específicamente el programa deberá ser escrito en Python y pueden emplear las herramientas incluidas en este lenguaje. Finalmente, los estudiantes escriben un reporte parcial con sus respuestas propias y se comparan las respuestas entre los grupos, aportándose comentarios entre ellos.

### 3 Resultados y Discusión

Se espera que los estudiantes adquieran e integren los conocimientos relacionados con el balanceo de ecuaciones químicas, álgebra lineal y programación.

Con el fin de ejemplificar y comparar los métodos de balanceo de reacciones químicas presentamos la serie de pasos a seguir en ambos.

#### 3.1 Método algebraico

Un método algebraico requiere construir un sistema de ecuaciones de varias variables y resolverlas simultáneamente.

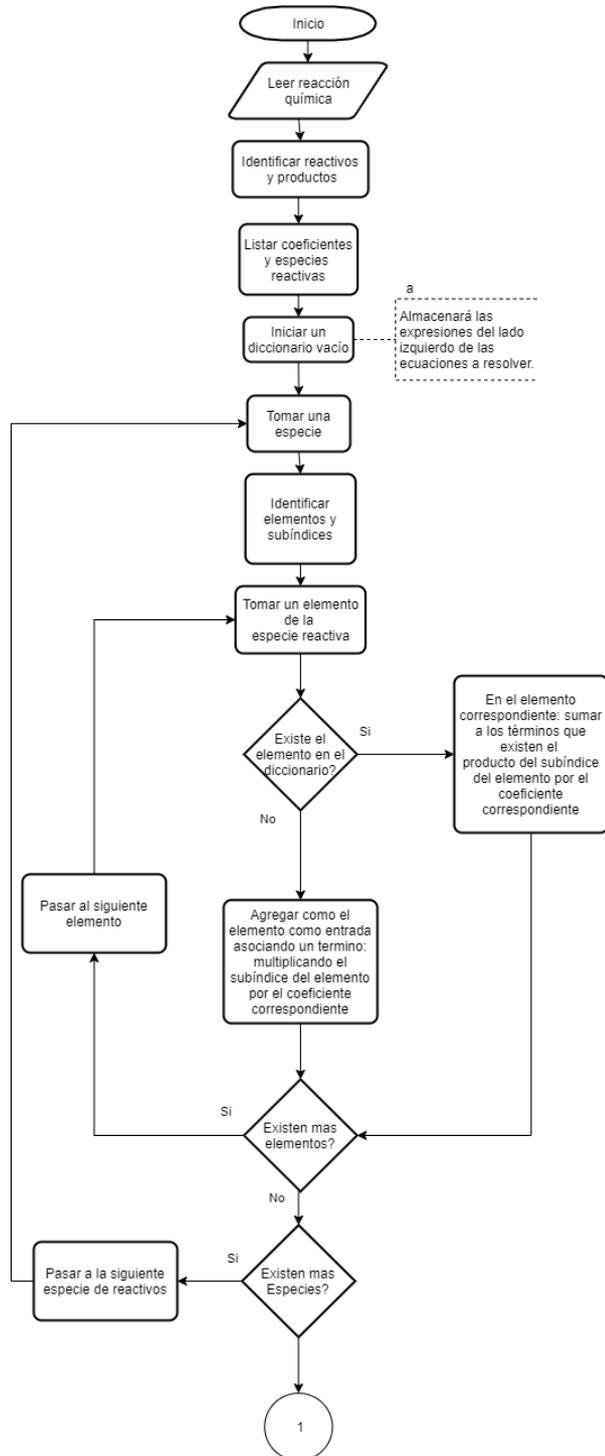
El número de pasos para balancear una ecuación por el método algebraico puede variar, dependiendo del grado de complejidad de la ecuación.

Los pasos generales para aplicar el método algebraico, tomados de [6], se presentan a continuación:

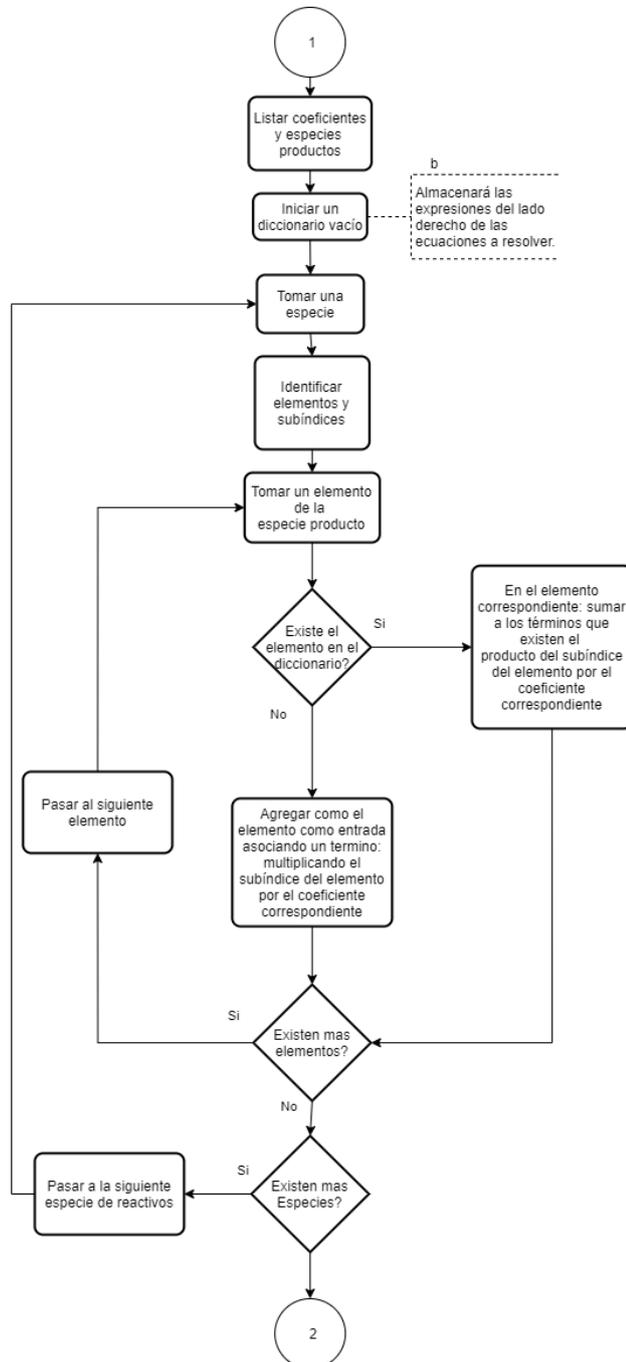
1. Escribir una reacción utilizando  $n$  diferentes símbolos (letras) para representar los coeficientes estequiométricos desconocidos.
2. Identificar los  $n-1$  elementos involucrados en la reacción.
3. Para cada elemento, construir una ecuación lineal algebraica que iguale el número de átomos del elemento en ambos lados de la reacción: •Para cada molécula en la ecuación química en la cual el elemento aparece, multiplicar el subíndice del elemento por el coeficiente desconocido de la molécula. •Para cada elemento, sumar el producto de los subíndices y los coeficientes de las moléculas de la izquierda y la derecha de la ecuación e igualar las sumas.
4. Seleccionar una de las incógnitas y asignar algún valor conveniente.
5. Resolver las  $n$  ecuaciones con  $n$  incógnitas.
6. Si existen factores comunes en los coeficientes, dividir cada coeficiente por ellos para reducir los coeficientes al mínimo conjunto de enteros. Si existe un coeficiente fraccionario multiplicar todos los coeficientes por un valor indicado de forma que todos sean enteros.
7. Verificar los coeficientes encontrados.

#### 3.2 Método computacional

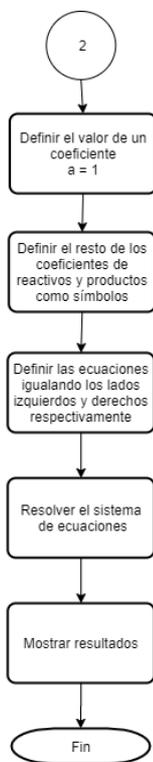
La figura 1 se muestra un ejemplo de diagrama de flujo para el desarrollo del código en Python que proporcione la solución a los sistemas de ecuaciones lineales que dan solución al balanceo de la ecuación química.



(Continuación Fig. 1)



(Continuación Fig. 1)



a, b: Comentarios del diagrama de flujo

**Fig. 1.** Diagrama de flujo.

#### 4 Conclusión

Aun cuando existen numerosas implementaciones de los métodos algebraicos para resolver sistemas de ecuaciones lineales, la aportación de este trabajo es el poder integrar dos disciplinas (la química y la computación) para realizar un aprendizaje activo.

Este proyecto de integración servirá para poder resolver una ecuación química por otros enfoques, ya que es conocido que el método algebraico tiene sus limitantes.

En los momentos actuales se hace necesario e imprescindible el uso y la apropiación de las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones para la adquisición de conocimientos, estos insertados en adecuadas relaciones interdisciplinarias son necesarios para la adquisición más completa de una formación general e integral.

A través de las aplicaciones de la teoría se puede enseñar los conceptos de la misma de una manera empírica, logrando un mayor grado de profundización y retención por parte de los estudiantes. Para finalizar, ponemos en evidencia, que el trabajo puede posibilitar no solo la información y conocimiento de una herramienta de la informática, sino además el significado de la importancia del área de las Ciencias de la Computación en la Educación.

**Código fuente.** El código fuente para el balanceo de las reacciones químicas se indica en el ANEXO.

## Referencias

1. Klein, U.; Lefèvre, W. *Materials in eighteenth-century science*. Cambridge: MIT-Press. (2007)
2. Salinas, J. Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1 (1), 1-16. (2004).
3. Tedesco-Schneck, M., Active learning as a path to critical thinking: Are competencies a roadblock?, *Nurse Education in Practice*, 13(1), 58–60 (2013).
4. Eichler, M. y Del Pino, J. C., *Computadoras en la Educación Química: estructura atómica y tabla periódica*. Química Nueva, San Pablo, Sociedad Brasileña de Química, 23, (6). (2000)
5. Langtangen, H. P.: *A Primer on Scientific Programming with Python* 2nd ed. (2011)
6. D. McLaughlin: *Chemistry Concepts*, McGraw-Hill, (1994).

**Anexo.****Código fuente:**

```

import sympy as sym
sym.init_printing()

entrada = 'a  H 1  N 1  O 2 + b  K 1  Mn 1  O 4 + c  H 2  S 1  O 4 ->
d  H 1  N 1  O 3 + e  Mn 1  S 1  O 4 + f  K 2  S 1  O 4 + g  H 2  O
1'

print entrada
react_prod = entrada.split(" -> ")

react_coef_esp = react_prod[0].split(" + ")
n_react_coef_esp = len(react_coef_esp)
l_react_coef = []
l_react_esp = []
l_react_esp_sub = []
l_simb_sub = []
d_simb_sub = {}
for i in range(0,n_react_coef_esp):
    l_react_coef_esp = react_coef_esp[i].split(" ")
    l_react_coef.append(l_react_coef_esp[0])
    l_react_esp.append(l_react_coef_esp[1])

n_l_react_esp = len(l_react_esp)
l_react_exp = {}
for j in range(0,n_l_react_esp):
    l_react_esp_sub = l_react_esp[j].split(" ")
    n_l_react_esp_sub = len(l_react_esp_sub)
    for k in range(0,n_l_react_esp_sub):
        l_simb_sub = l_react_esp_sub[k].split(" ")
        if l_simb_sub[0] in l_react_exp:
            aux =
l_react_exp[l_simb_sub[0]]+'+'+l_simb_sub[1]+'*'+l_react_coef[j]
            l_react_exp[l_simb_sub[0]] = aux
        else:
            l_react_exp[l_simb_sub[0]] =
l_simb_sub[1]+'*'+l_react_coef[j]

prod_coef_esp = react_prod[1].split(" + ")
n_prod_coef_esp = len(prod_coef_esp)
l_prod_coef = []
l_prod_esp = []
l_prod_esp_sub = []
l_simb_sub = []
d_simb_sub = {}
for i in range(0,n_prod_coef_esp):
    l_prod_coef_esp = prod_coef_esp[i].split(" ")
    l_prod_coef.append(l_prod_coef_esp[0])
    l_prod_esp.append(l_prod_coef_esp[1])

n_l_prod_esp = len(l_prod_esp)
l_prod_exp = {}
n_l_prod_coef_esp = len(l_prod_coef_esp)
for j in range(0,n_l_prod_esp):
    l_prod_esp_sub = l_prod_esp[j].split(" ")
    n_l_prod_esp_sub = len(l_prod_esp_sub)

```

```

    for k in range(0,n_l_prod_esp_sub):
        l_simb_sub = l_prod_esp_sub[k].split(" ")
        if l_simb_sub[0] in l_prod_exp:
            aux =
l_prod_exp[l_simb_sub[0]]+'*'+l_simb_sub[1]+'*'+l_prod_coef[j]
            l_prod_exp[l_simb_sub[0]] = aux
        else:
            l_prod_exp[l_simb_sub[0]] = l_simb_sub[1]+'*'+l_prod_coef[j]

a = 1

s_def_coef = ''
n_l_react_coef = len(l_react_coef)
n_l_prod_coef = len(l_prod_coef)

cad_react_coef = ''
for i in range(1,n_l_react_coef):
    aux = cad_react_coef
    if (aux==''):
        cad_react_coef = l_react_coef[i]
    else:
        cad_react_coef = aux+', '+l_react_coef[i]

cad_prod_coef = ''
for i in range(0,n_l_prod_coef):
    aux = cad_prod_coef
    if (aux==''):
        cad_prod_coef = l_prod_coef[i]
    else:
        cad_prod_coef = aux+', '+l_prod_coef[i]

code_simbols = cad_react_coef+', '+cad_prod_coef+' =
sym.symbols('\'+cad_react_coef+', '+cad_prod_coef+'\')'
exec(code_simbols)

for s, e_i in l_react_exp.items():
    e_d = l_prod_exp[s]
    code_i = s+' = sym.Eq('+e_i+', '+e_d+')'
    exec(code_i)

l_simb = ''
for s, e_i in l_react_exp.items():
    aux = l_simb
    if (aux==''):
        l_simb = s
    else:
        l_simb = aux+', '+s

code_solve = 'print
(sym.solve(['+l_simb+']), ('+cad_react_coef+', '+cad_prod_coef+'))'
print 'a = ',a
exec(code_solve)

```