

## Estrategia mediada por la metacognición en la resolución de situaciones estequiométricas

María Alejandra Ramírez, Marco Antonio Feria

Universidad Externado de Colombia, Institución Educativa Distrital Campestre Monte Verde

Foro EMAD 2019  
Investigación e innovación en Educación Matemática  
4 de octubre de 2019

## Planteamiento del problema de investigación

Relación Matemáticas - Química

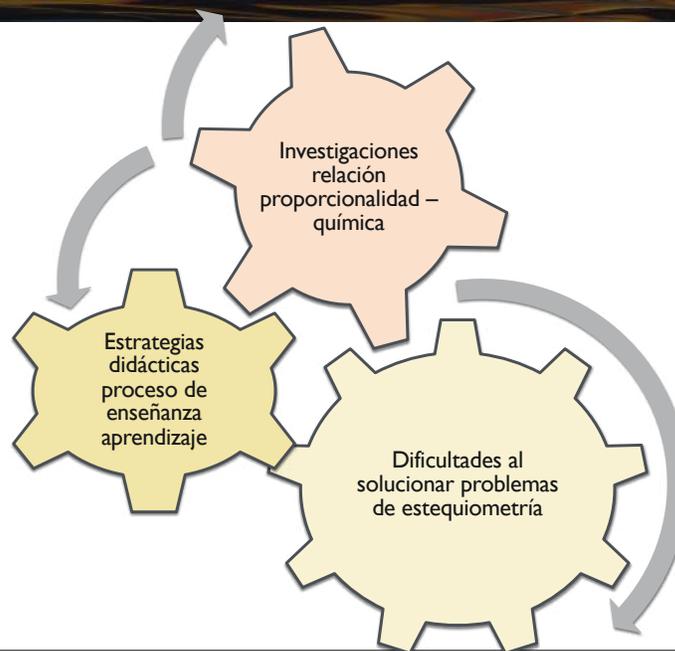
## ¿Por qué surge la investigación?

La complejidad en el estudio de la estequiometría está ligado a factores como:

- El empleo de conceptos abstractos (mol, átomos)
- La falta de asociación en los conceptos previos
- La dificultad en la comprensión de los enunciados de problemas
- La dificultad en manejo del razonamiento proporcional
- La mecanización regla de tres como estrategia de solución de un problema

3

## Antecedentes



4

## Justificación

La dificultad para desarrollar problemas de estequiometría se evidencia en:

- La carencia de competencias en cuanto a razonamiento proporcional
- La falta de asociación de los conocimientos previos matemáticos con los conceptos químicos

¿Cómo el uso de una estrategia didáctica mediada por la metacognición incide en la solución y comprensión de problemas de estequiometría en estudiantes del ciclo V Colegio Campestre Monteverde IED?

## Objetivo General

- ▶ Evaluar como incide la aplicación de una estrategia didáctica medida por la metacognición en la solución y comprensión de problemas de estequiometría en estudiantes del ciclo V Colegio Campeste Monteverde IED

## Objetivos Específicos

- Identificar dificultades

- Plantear actividades

Resolución de problemas

Metacognición

Conceptos de razón proporcionalidad

Incidencia en la solución de problemas

- Comprobar el grado de apropiación

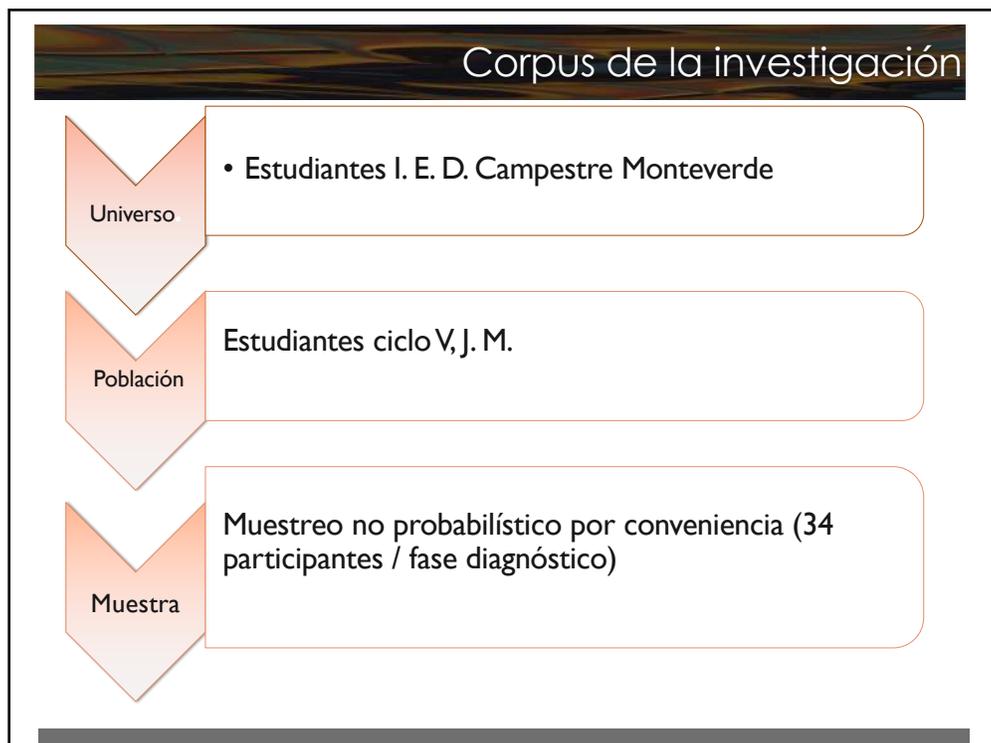
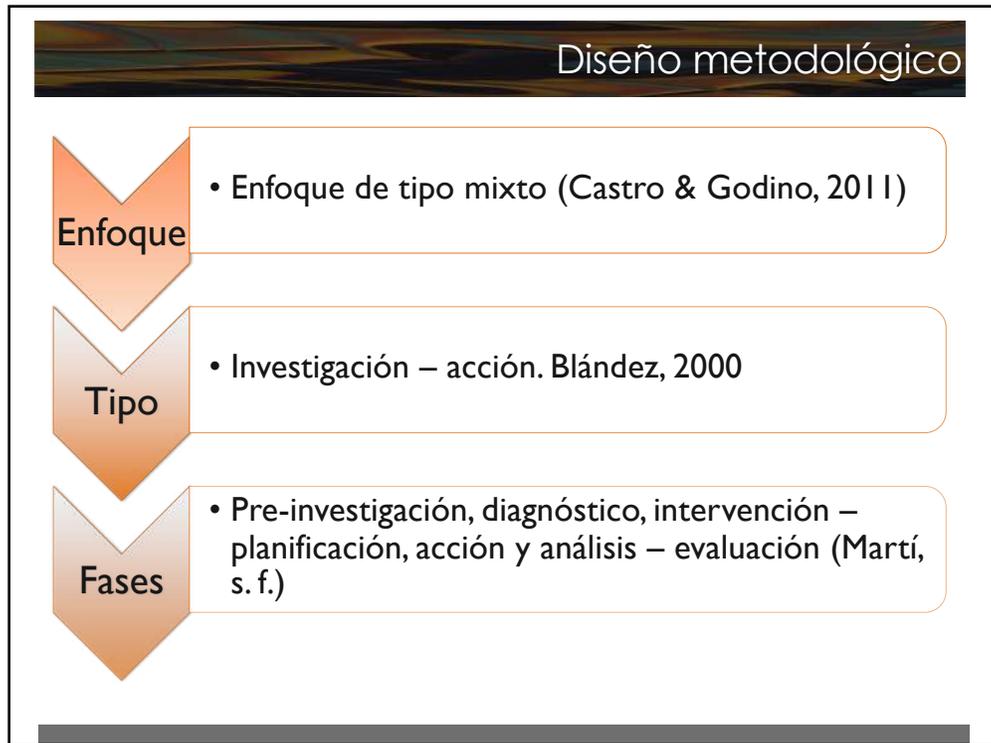
- Contrastar estrategia

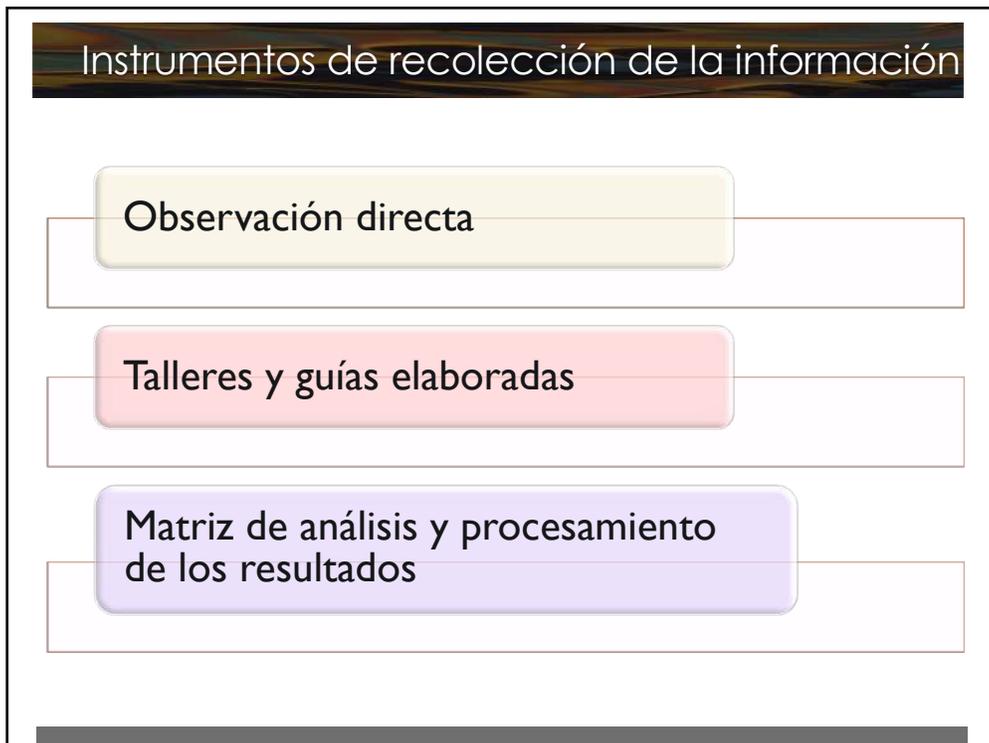
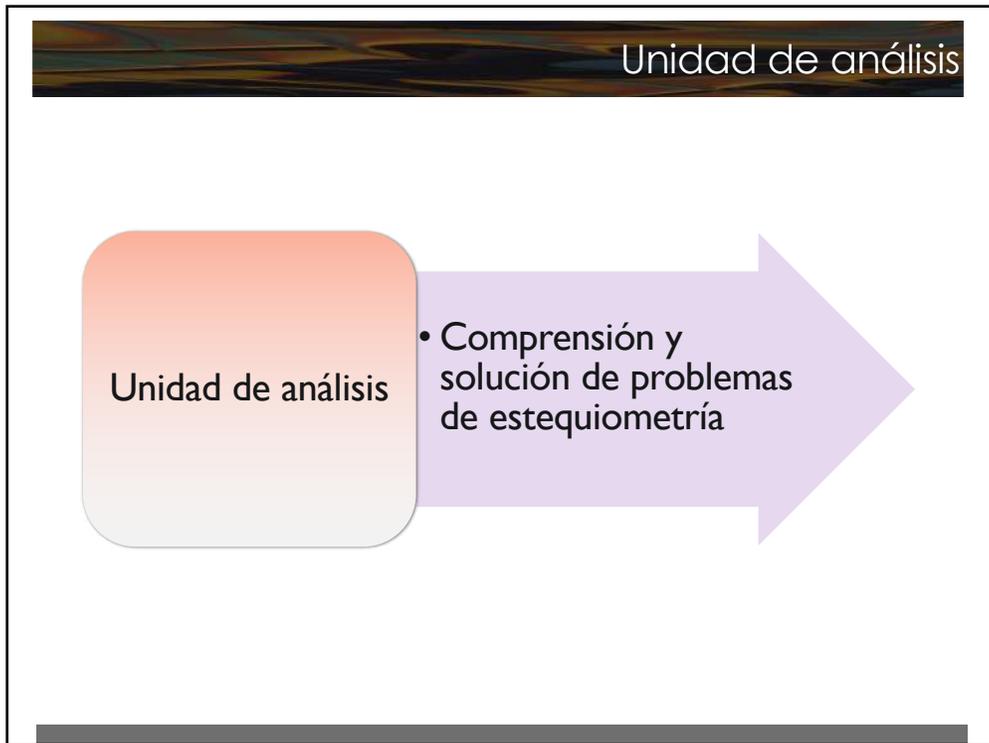
## Referentes teóricos

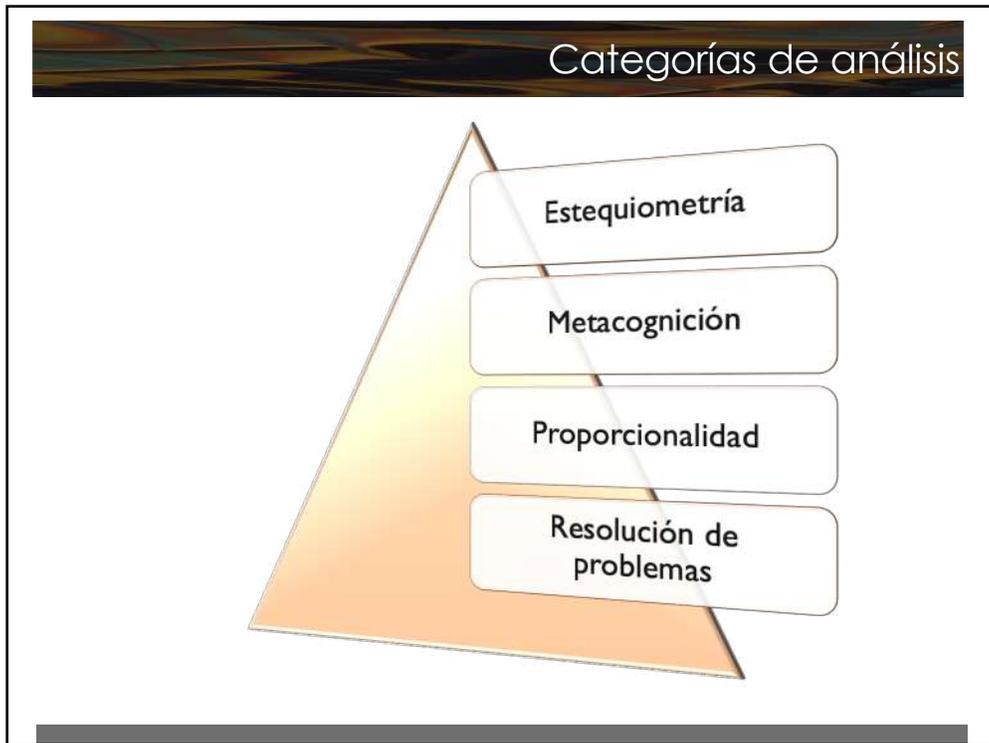
- ▶ Propuesta de Mason, Burton y Stacey (1982): Estrategia para la resolución de problemas.
- ▶ Osses y Jaramillo (2008): Metacognición en la resolución de problemas
- ▶ Godino & Batanero (2002): Clases de proporcionalidad.
- ▶ Obando, Vasco & Arboleda, 2014: Aplicaciones de la proporcionalidad en el campo de la química.

## Referentes teóricos

- ▶ Furió & Padilla, 2003; Romero (2014): Establecimiento de razones y proporciones con cantidades estequiométricas.
- ▶ Ramful & Narod, 2014: Establecimiento de criterios de proporcionalidad. Manejo de procesos matemáticos dentro del contexto químico.



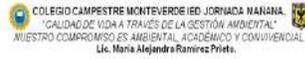




## Trabajo de campo: resultados por fases

### Fase de pre – investigación

- Se diseñó un instrumento que involucra la parte matemática con la química
- Se aplica el instrumento
- Se evidencia la dificultad que presentan los estudiantes con relación al análisis proporcional



CICLO 5

ASIGNATURA: QUÍMICA

TEMA: RAZONAMIENTO PROPORCIONAL

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Apreciado estudiante, revisa los siguientes ejercicios y desarróllalos indicando de forma clara el procedimiento a utilizar para llegar a la respuesta.

1. En un salón de clase de cierto colegio, por cada 12 mujeres hay 20 hombres. Si en el colegio hay 168 hombres, ¿cuántas mujeres vamos a encontrar?

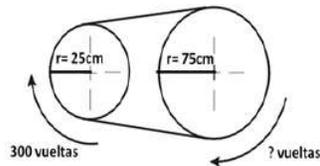


Antes de resolver la situación anterior, conteste las siguientes preguntas:

- ¿Existe una relación numérica entre la cantidad de mujeres y la cantidad de hombres? \_\_\_\_\_
- ¿Cómo se podría expresar esa relación? \_\_\_\_\_
- ¿Qué operaciones utilizarías para desarrollar el ejercicio? \_\_\_\_\_

En este espacio realiza todos los cálculos necesarios para llegar a la respuesta:

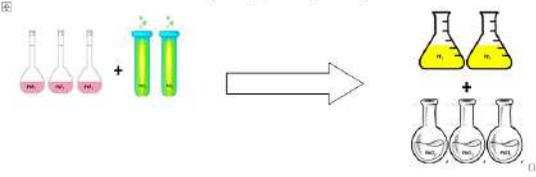
2. Dos ruedas están unidas por una correa transmisora. La primera tiene un radio de 25 cm y la segunda de 75 cm. Cuando la primera ha dado 300 vueltas, ¿cuántas vueltas habrá dado la segunda?



Antes de resolver la situación anterior, conteste las siguientes preguntas:

- Con los datos que proporciona el ejercicio, ¿se puede llegar a la respuesta? ¿por qué? \_\_\_\_\_
- ¿Existe una relación numérica entre el radio de cada rueda y la cantidad de vueltas? \_\_\_\_\_
- ¿Cómo se podría expresar esa relación? \_\_\_\_\_
- ¿Qué operaciones utilizarías para desarrollar el ejercicio? \_\_\_\_\_

Ahora que tuviste la oportunidad de resolver situaciones matemáticas, te invito a analizar la siguiente ecuación química, y a partir de ella resolver los problemas indicados.

$$3 \text{PbF}_2 + 2 \text{PbCl}_2 \longrightarrow 2 \text{PbF}_3 + 3 \text{PbCl}_2$$


La información que da la ecuación anterior, es la siguiente:

**“3 cantidades de PbF<sub>2</sub> reaccionan con 2 cantidades de PbCl<sub>2</sub> para producir 2 cantidades de PbF<sub>3</sub> y 3 cantidades de PbCl<sub>2</sub>”**

Entonces:

- Si 3 cantidades de PbF<sub>2</sub> producen 3 cantidades de PbCl<sub>2</sub>, ¿cuántas cantidades de PbCl<sub>2</sub> se producirán a partir de 8 cantidades de PbF<sub>2</sub>?
- ¿Existe una relación numérica entre las cantidades que hay en la ecuación química? \_\_\_\_\_
- ¿Cómo se podría expresar esa relación? \_\_\_\_\_

### RESULTADOS

El 100% de los estudiantes no realizan relaciones proporcionales para desarrollar los problemas planteados.

### RESULTADOS

Los estudiantes emplean algoritmos diferentes a la multiplicación, para encontrar las respuestas a los problemas planteados.

## Fase de diagnóstico

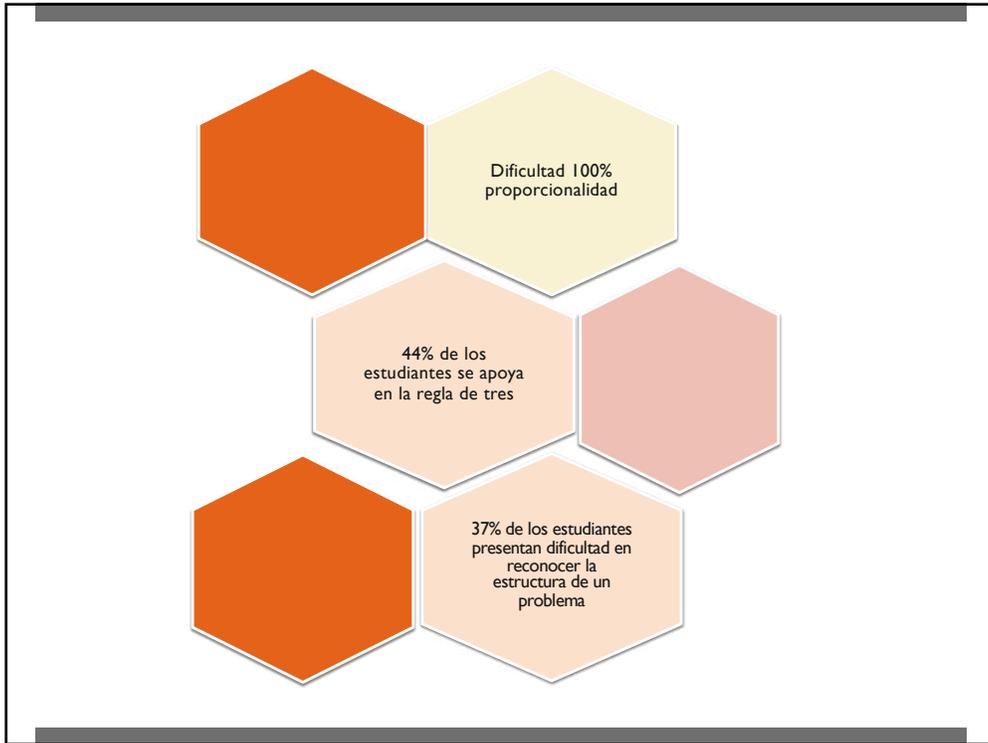
- ▶ La propuesta de una práctica de laboratorio como forma de establecer un diagnóstico inicial
  - ▶ no fue solo llamativa
  - ▶ además permitió focalizar las deficiencias que los estudiantes presentan al establecer relaciones de proporcionalidad en cantidades estequiométricas



Práctica de laboratorio. Recolección datos. Primera sesión

## Fase de diagnóstico

- ✓ Se obtienen resultados de la práctica de laboratorio
- ✓ A partir de los resultados, se diseña una matriz para analizarlos y definirlos según los criterios establecidos por categoría
- ✓ Se hace el respectivo análisis con ayuda de la matriz



**SELECCIÓN ALTERNATIVA QUÍMICA**  
**FORMA LABORATORIO ESTIOQUIMETRIA**  
**PRÁCTICA DE LABORATORIO ESTIOQUIMETRIA**

**Objetivo:** Observar una reacción química y a partir de ella realizar cálculos estequiométricos para determinar la estructura del producto.

**Descripción:** Explicar las reacciones que se dan entre los gases observados durante la reacción.

Procedimiento	Dibujos	Observaciones
En una matraz erlenmeyer poner 20ml de HCl 2M. Cerrar las bombas y pesarlo. Anotar los pesos de cada uno de ellas.		Aquí como un proyecto que está en la parte del procedimiento $X = 0,01 \cdot 1$ $- 24,5$ $Y = 4,1 \cdot 10^{-4}$ $X = 0,03 \cdot 1$ $- 24,5$ $Y = 1,2 \cdot 10^{-3}$ $X = 0,02 \cdot 1$ $- 24,5$ $Y = 8,2 \cdot 10^{-4}$
En las tres bombas diferentes colocar 2g de Mg, 3g de Mg y 1,5g de Mg. Las mismas bombas equivalen a los mismos de bombas? Justificar su respuesta.		(cantidad de magnesio) (cantidad de magnesio) (cantidad de magnesio)
Insertar las bombas en la boca de cada matraz erlenmeyer cuando los docentes se retiren. Anotar las bombas de la línea que a cada de magnesio sea dentro del recipiente, para las observaciones de la reacción ¿qué sucede con la luz de magnesio? ¿cuál es el color que se desprende? ¿por qué?		(cantidad de magnesio) (cantidad de magnesio) (cantidad de magnesio)
Con cuidado y precaución por las bombas y galletas matraz, hacerles un ruido fuerte. Rotar el peso de la línea línea, con el peso de la línea línea. ¿Cuántos gramos de H <sub>2</sub> se obtuvieron? ¿cuál es el color que se desprende?		(cantidad de magnesio) (cantidad de magnesio) (cantidad de magnesio)

**Análisis de resultados:**  
 Para la ecuación de la reacción química observada  
 ¿reacción cumple con la ley de la conservación de la materia? ¿por qué?  
 ¿qué creen que se infla las bombas? ¿A que se debe?  
 ¿Bombas se inflan de la misma manera? ¿por qué?  
 ¿La presión se incrementa la cantidad de ácido clorhídrico? ¿qué pasaría si se aumentara 10 veces más de magnesio?  
 ¿es una reacción?  
 ¿cómo la reacción y determine los pesos de cada reactivo de acuerdo con la información suministrada por la docente?  
 ¿cómo se le proporcional en la práctica de laboratorio? Escríbalos con su correspondiente unidad.  
 ¿cómo una tabla donde coloque los datos que le proporcionan en la práctica de laboratorio más los datos que determine el porcentaje?  
 ¿cómo las reacciones que se balancean de la reacción, organice los datos de tal forma que que las reacciones se puedan establecer entre ellos.  
 ¿cómo las reacciones que se balancean con los datos que se suministran?

**Repeticiones**  
 (a)  $Mg + HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$

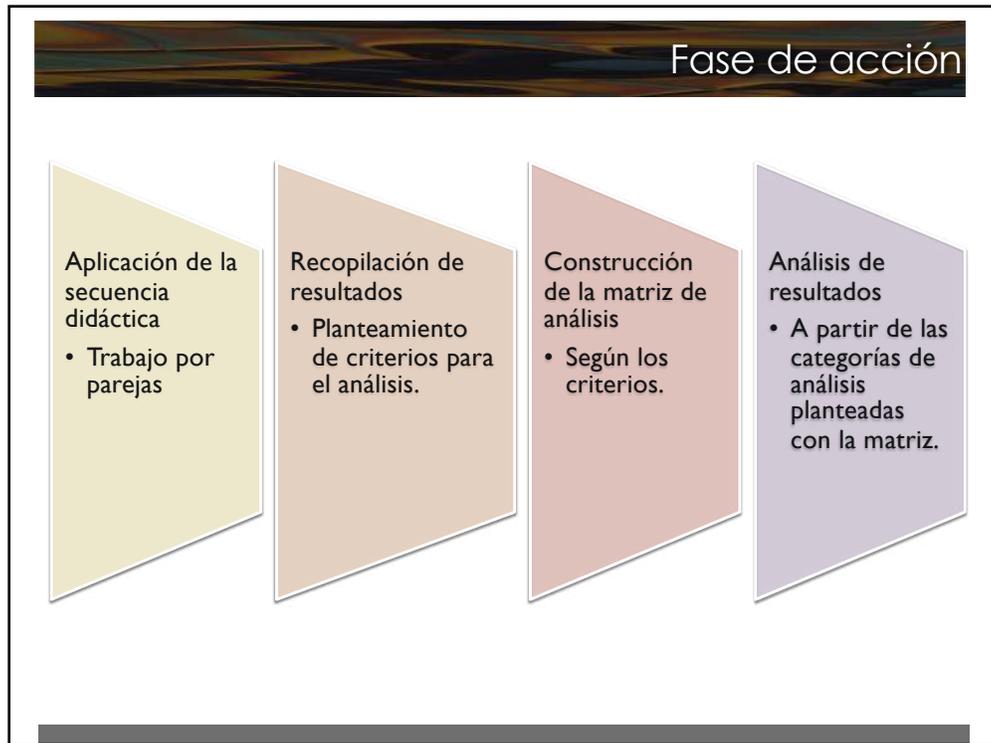
(b) Se necesitan balancear las ecuaciones  
 $Mg + HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$  por  
 balancear si cumple la ley de conservación de la materia, o simplemente  
 balancear la ecuación.

## Fase de intervención, proposición o planificación

- ✓ Se diseña una estrategia mediada por la metacognición
- ✓ La estrategia consta de una secuencia didáctica con 6 actividades
- ✓ En las actividades se involucran los procesos matemáticos y los procesos químicos
- ✓ Se aplican las actividades de la secuencia

## Secuencia didáctica

ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2	ACTIVIDAD 3
Comprensión lectora <b>Comprensión</b>	Practica de laboratorio. <b>Atención, elaboración, verificación</b>	Problemas aplicación práctica de lab. <b>Comprensión, verificación, evaluación</b>
ACTIVIDAD 4	ACTIVIDAD 5	ACTIVIDAD 6
Problemas de estequiometría. <b>Comprensión, verificación, evaluación</b>	Conceptos teóricos estequiometría. <b>Comprensión, memorización, recuperación</b>	Evaluación. <b>Comprensión, verificación, evaluación</b>

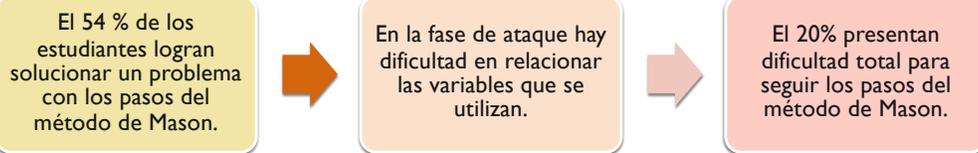


Universidad de los Andes  
Colombia

Facultad de Educación

## Resultados por categoría

# Resolución de problemas



Elaboro un listado de los compuestos implicados en la reacción de formación del ácido sulfúrico a partir del bórax y el ácido sulfúrico. Para esto, ten en cuenta la cantidad de moles y los pesos de cada compuesto.  $H_2SO_4 + Na_2B_4O_7 \rightarrow H_2SO_4 \cdot Na_2B_4O_7$  y moles de  $H_2SO_4$  y moles de  $Na_2B_4O_7$  que se necesitan para producir 1 mol de  $H_2SO_4 \cdot Na_2B_4O_7$ .

A partir del punto anterior determine cuál es la relación que hay entre moles empleadas de ácido sulfúrico y las moles producidas de ácido bórico.  $H_2SO_4 + Na_2B_4O_7 \rightarrow H_2SO_4 \cdot Na_2B_4O_7$

Convierta a moles los 100g de ácido bórico empleadas en la práctica. ¿Cuántos moles de  $H_2SO_4$  se necesitan?

Para los dos problemas que se presentan a continuación, contesta las siguientes preguntas:

FASES PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA N° 5	PROBLEMA N° 6
<b>Primera fase:</b> ¿Qué está pidiendo el problema? ¿Qué datos están dando?	¿Cuántos moles de $H_2SO_4$ se necesitan para producir 1 mol de $H_2SO_4 \cdot Na_2B_4O_7$ ? Los moles del bórax.	Los gramos de $H_2SO_4$ .
¿Con qué datos se puede dar solución al problema? ¿por qué?	Con los que hay en la cantidad de bórax.	Con los que hay en la cantidad de $H_2SO_4$ .
¿Cómo se puede resolver el problema?	despejando el $H_2SO_4$ en la ecuación.	despejando el $H_2SO_4$ en la ecuación.
<b>Segunda fase:</b> ¿Qué datos se necesitan para resolver el problema?	la cantidad de gramos de bórax.	los moles de $H_2SO_4$ que se necesitan para producir 1 mol de $H_2SO_4 \cdot Na_2B_4O_7$ .
¿Es posible relacionar una cantidad como las moles con los gramos? ¿Cómo sería esa relación?	si se tiene el peso molar del $H_2SO_4$ se puede relacionar los moles con los gramos.	si se tiene el peso molar del $H_2SO_4$ se puede relacionar los moles con los gramos.
<b>Tercera fase:</b> ¿Qué proceso dificultó la resolución del problema?	relacionar los moles con los gramos.	relacionar los moles con los gramos.

Completa la tabla anterior, trabajando los problemas 5 y 6 que se muestran a continuación.  
 5. ¿Cuántos moles de ácido sulfúrico se producen a partir de 3 moles de bórax?  
 6. ¿Cuántos moles de  $H_2SO_4$  se necesitan para producir 1 mol de  $H_2SO_4 \cdot Na_2B_4O_7$ ?

Handwritten student work showing calculations for the reaction of boric acid and sulfuric acid.

$H = 4 \times 16 = 64$   
 $S = 32 \times 1 = 32$   
 $O = 16 \times 8 = 128$   
 $\text{Total} = 224$

$H = 2 \times 16 = 32$   
 $O = 16 \times 5 = 80$   
 $\text{Total} = 112$

$36 \times 2 = 72$   
 $112 \times 3 = 336$   
 $336 - 72 = 264$

$H = 2 \times 16 = 32$   
 $O = 16 \times 5 = 80$   
 $\text{Total} = 112$

$3 \times 112 = 336$   
 $336 - 336 = 0$

$R = 11$  moles de  $H_2SO_4$

$R = 11$  moles de  $H_2SO_4$

$R = 11$  moles de  $H_2SO_4$

¿Cuál es la relación que hay entre moles de ácido sulfúrico empleado y moles de su anión producido?  
 La relación es que entre una molécula de  $H_2SO_4$  y su anión  $SO_4^{2-}$  hay una molécula de  $SO_4^{2-}$  ( $n=1$ )

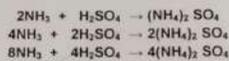
## Razonamiento proporcional

El 60% identifica las relaciones proporcionales en los problemas de estequiometría después de realizar la secuencia didáctica.

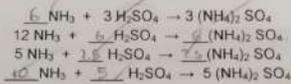


Un 30% aprox. No tiene claridad con respecto a lo que es una proporción directa o como se expresa matemáticamente.

2. Observa cómo se dan las relaciones entre las moles de los reactivos y los productos en la reacción:



3. Teniendo en cuenta lo anterior, completa las siguientes reacciones.

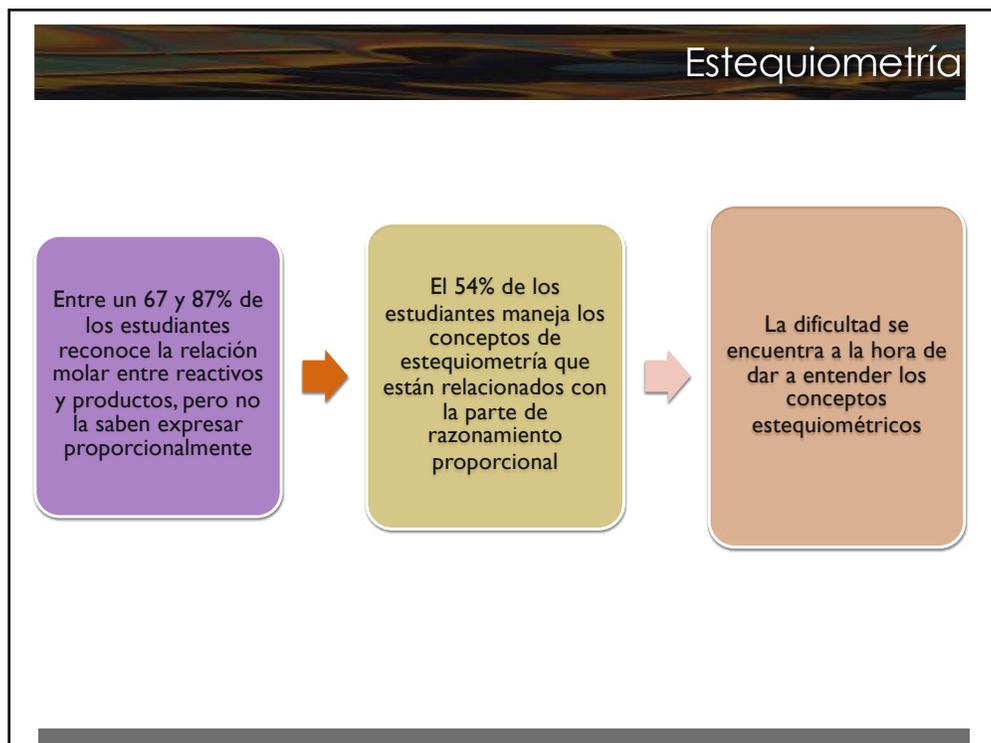
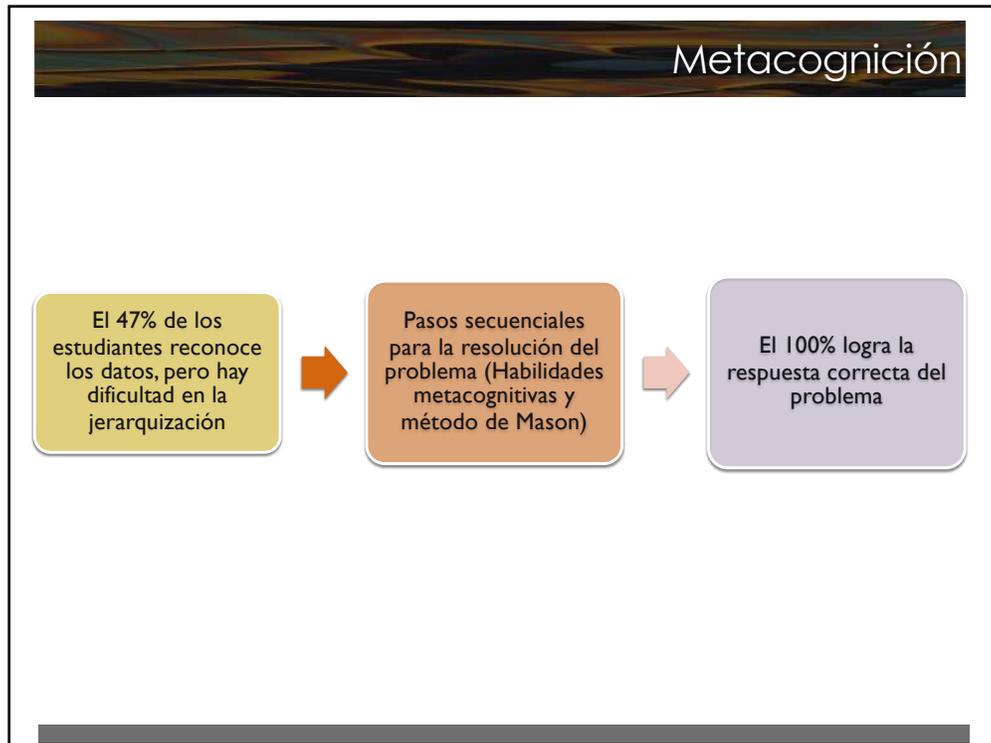


4. Si se quieren obtener 7 moles de sulfato de amonio, ¿cuántas moles de ácido sulfúrico se requieren?

$$\frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ mol (NH}_4)_2\text{SO}_4} \times 7 \text{ moles (NH}_4)_2\text{SO}_4 = 7 \text{ moles H}_2\text{SO}_4$$

5. ¿Cuál es la relación que hay entre moles de ácido sulfúrico empleado y moles de sulfato de amonio producido?

Por cada mol de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hay un mol de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$



## ACTIVIDAD 5.

## APROPIACIÓN DE CONCEPTOS ESTEQUIOMÉTRICOS.

Teniendo en cuenta la reacción de formación de los compuestos empleados en la producción de los fertilizantes y en la producción del slime conteste las siguientes preguntas:

1. En una reacción química, ¿cómo se determina que se cumple la ley de la conservación de la materia? porque la masa en la fórmula inicial es igual a la fórmula final, que la misma cantidad que entra tiene que salir.
2. En estequiometría, ¿por qué es necesario que una ecuación se encuentre balanceada? porque cumple la ley de la conservación de la materia y es más fácil realizar problemas de Estequiometría.
3. ¿Qué es una mol? Es una unidad expresada para decir la cantidad de alguna sustancia.
4. ¿Qué relación hay entre una mol y el peso molecular de un compuesto? que los moles ayudan a obtener el valor del peso molecular.

Fases de evaluación  
Elaborada a partir de una matriz DOFA

## Debilidades

- ✓ Los estudiantes carecen de las bases matemáticas básicas en cuanto a proporcionalidad, que les permita trabajar en ejercicios de estequiometría de forma efectiva
- ✓ Está aún muy arraigada en los estudiantes la estrategia de regla de 3 para resolver problemas que implican proporcionalidad
- ✓ El tiempo empleado para la aplicación de la secuencia didáctica debe ser ajustado con relación a las actividades propuestas, ya que para todas no se cumplen los mismos tiempos

## Oportunidades

- ✓ Se pueden realizar convenios con instituciones externas para fortalecer las actividades de la secuencia didáctica
- ✓ Participar en eventos de otras instituciones educativas donde se compartan las experiencias del proyecto y se haga un dialogo de saberes entre docentes de matemáticas y ciencias
- ✓ Reestructurar la estrategia con el fin de que se pueda aplicar para otras áreas del conocimiento y para otros temas que relacionen química y matemáticas

## Fortalezas

- ✓ Se logró diseñar una secuencia didáctica con varias actividades que permite que los estudiantes aprovechen diferentes estrategias para apropiarse de un concepto
- ✓ Se logró estructurar un paso a paso con el método de Mason de resolución de problemas para trabajar problemas en química
- ✓ Se logró fortalecer procesos no solo en química sino en matemáticas con respecto al concepto de razonamiento proporcional

## Amenazas

- ✓ Reestructuración de los estándares por parte del MEN, que implique disminuir la intensidad de los contenidos de química y matemáticas con relación a los temas de estequiometría y proporcionalidad
- ✓ La no inclusión en los programas de matemáticas del concepto de razonamiento proporcional
- ✓ Que en los programas académicos se de más relevancia al manejo de la regla de tres que al razonamiento proporcional para ejercicios tanto de química como de matemáticas

## Hallazgos

- ▶ El seguimiento de pasos secuenciales y organizados lleva a la eficaz resolución de problemas
- ▶ Existe poco manejo del concepto de proporcionalidad
- ▶ Las relaciones estequiométricas más fáciles se hacen con cantidades molares
- ▶ La comprensión de lectura es una herramienta clave dentro del desarrollo de las habilidades metacognitivas y la resolución de problemas

## Conclusiones

- ▶ La estrategia planteada mediada por la metacognición, facilitó los procesos de enseñanza aprendizaje de la estequiometría
- ▶ Se identificaron las dificultades que presentan los estudiantes para resolver problemas de estequiometría
- ▶ El método de Mason, enfocado hacia la resolución de problemas de estequiometría, los permite resolver de forma más sencilla

## Conclusiones

- ▶ A los estudiantes se les dificulta expresar matemáticamente las relaciones proporcionales
- ▶ Es importante ajustar los planes de estudio de las asignaturas de química y matemáticas, con el fin de asociar los conceptos que permitan la resolución de problemas en química

## Recomendaciones

- ▶ Ajustar actividades
- ▶ Proponer lecturas según interés de los estudiantes
- ▶ Tener en cuenta los tiempos de aplicación de las actividades de la secuencia didáctica
- ▶ Prácticas de laboratorio que permitan realizar cálculos estequiométricos más fáciles y rápidos



# Preguntas