

## SECCIÓN: EDUCACIÓN EN QUÍMICA

### DETECCIÓN DE ERRORES CONCEPTUALES A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA RESOLUCIÓN JUSTIFICADA DE PROBLEMAS DE QUÍMICA EN LA FCEIA

Verónica M. Relling; Mabel Santoro; Juliana Huergo; Lucía Imhoff; Cristina Rodríguez;

Área Química. Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. msantoro@fceia.unr.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

La evaluación de justificaciones presentes en la resolución de problemas nos ha permitido detectar ciertos errores conceptuales que creíamos superados y, si bien no logramos que más estudiantes logren la resolución completa y correcta de problemas integrados, consideramos que permite pensar situaciones problemáticas que saquen a la luz estas debilidades y otras que permanecen ocultas cuando solo se procede a dar una conclusión con un mero cálculo algebraico. Cuando el estudiante justifica/argumenta sus resoluciones y conclusiones “hace público su proceso cognitivo” (Jiménez-Aleixandre y Erduran 2008).

Analizamos las justificaciones presentes en un problema integrado resuelto por los estudiantes en una de las evaluaciones de acreditación de la asignatura Química en el año 2015. En la misma, solicitamos la resolución de 5 ejercicios cerrados, cuantitativos y cualitativos integrados y justificados. Para valorar sus producciones escritas, nos basamos en textos de referencia justificativos y argumentativos (Toulmin 1958) y material de estudio (c-virtual).

## OBJETIVO

Mostrar las debilidades conceptuales de los estudiantes en justificaciones presentes en la resolución de un problema integrado en una evaluación de acreditación del año 2015

## METODOLOGÍA

Sesenta (N=60) estudiantes que resolvieron la evaluación de acreditación en 2015

Se analizaron las resoluciones de uno de los ejercicios de los cinco que contenía la evaluación. El siguiente enunciado corresponde al problema analizado:

Se intentan disolver las siguientes sustancias sólidas con solución de HCl: **a)** 10g de AgCl(s); **b)** 15 g de Cu(s); **c)** 20g de CaCO<sub>3</sub>(s).

### Justifique:

**1)** en qué caso/s es posible y en cuál/es no se logra la disolución química.

**2)** el valor del pH final que obtendría si, en tres recipientes abiertos que contienen cada uno 1L de solución de HCl 1M, agregara en cada recipiente y separadamente, la masa indicada de las sustancias.

**A nuestro criterio, justificar significa:**

**Ítem 1**

Expresar el significado de disolución química. Las sustancias **a** y **c** se podrán **disolver** si existe en cada sal un anión básico (anión cuyo valor de  $K_b$  sea superior al valor de la  $K_b$  del agua). La sustancia **b** se podrá **disolver** si existe un agente oxidante en el ácido clorhídrico (forma oxidada de un elemento que pertenece a un par de mayor potencial de reducción que el del par del cobre).

## Ítem 2

Expresar la interpretación de pH. En los casos donde no haya disolución (sustancias **a** y **b**), el pH dependerá del ácido fuerte presente y el valor será el mismo para ambos casos. En el caso que sí se disuelva (sustancia **c**), representar una reacción ácido-base, irreversible (se desprende un gas en recipiente abierto); expresar la necesidad de determinar el reactivo limitante; indicar que el pH dependerá de la concentración del exceso de ácido fuerte, y estimar que  $0 < \text{pH} < 7$ .

Las categorías de análisis fueron:

a) Expresión de justificación.

b) Expresión de justificación correcta en el ítem 1, y justificación y cálculo correctos en ítem 2.

c) Expresión de justificación incorrecta o incompleta con conclusión correcta en ítem 1 y justificación y cálculo correctos en ítem 2

## RESULTADOS

De los 60 estudiantes que respondieron al instrumento, ninguno contestó ambos ítems bien.

La Tabla 1 muestra el porcentaje de estudiantes que justificaron el ítem 1.

	Disolución		
	AgCl	Cu	CaCO <sub>3</sub>
Expresión de justificación	59 %	77 %	100 %

La Tabla 2 muestra el porcentaje y el número de estudiantes que justificaron correctamente el ítem 1, y justificaron y calcularon correctamente el ítem 2.

	Disolución		
	AgCl	Cu	CaCO <sub>3</sub>
Expresión de justificación y resultados correctos	9% 5	43 % 26	15 % 9

Respecto de la expresión de una justificación incorrecta o incompleta con conclusión correcta en ítem 1 y justificación y cálculo correctos en ítem 2:

**Sustancia AgCl:** 30 estudiantes (50%) justificaron incorrectamente que no se disolvería, pensando en una transformación redox ( $\text{Ag}^+(\text{ac}) + \text{H}^+(\text{ac})$ ), utilizando datos extraídos de tabla de potenciales estándar de reducción pero justificaron y calcularon correctamente el pH.

**Sustancia Cu:** 20 estudiantes (34%) contestaron que no se disolvería, justificaron incompletamente por qué y luego explicaron el correcto valor de pH.

**Sustancia CaCO<sub>3</sub>:** 32 estudiantes (53%) justificaron incorrectamente que se disolvería, pensando en una transformación redox ( $\text{Ca}(\text{s}) + \text{HCl}(\text{ac})$ ), utilizando datos extraídos de tabla de potenciales estándar de reducción, explicaron y calcularon

correctamente el pH utilizando la reacción ácido-base ( $\text{CaCO}_3(\text{s})+\text{HCl}(\text{ac})$ ) y datos de tabla de ácido-base. justificaron y calcularon correctamente el pH.

La expresión de una justificación incorrecta con conclusión correcta en ítem 1 y justificación y cálculo incorrecto en ítem 2, se evidenció solamente para la sustancia  $\text{CaCO}_3$ : 19 estudiantes asumieron que la reacción era óxido-reducción ( $\text{Ca}(\text{s})+\text{HCl}(\text{ac})$ ) usando datos extraídos de tabla de potenciales estándar de reducción y calcularon el pH a través del exceso de ácido fuerte de la reacción redox, sin justificar los procedimientos realizados para el cálculo que resultó incorrecto.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una de las debilidades más notables fue la resolución de la disolución de  $\text{CaCO}_3$ . Los estudiantes arribaron al resultado final por un mecanismo incoherente con la justificación planteada. La mayoría de respuestas incorrectas presentaron expresiones como “ $\text{CaCO}_3$  se disuelve porque el catión hidrógeno oxida al calcio”. Luego de esta justificación resolvieron el problema representando la disolución con una reacción ácido-base y, posteriormente, realizaron los procedimientos con justificaciones pertinentes para alcanzar el resultado correcto. Esta resolución incoherente con la justificación es una prueba más del aprendizaje memorístico de problema tipo, señal de que el fenómeno no se ha comprendido conceptualmente. Así mismo, las justificaciones incorrectas como la transcripta y la resolución también incorrecta, planteando una reacción redox entre calcio y catión hidrógeno para luego calcular el pH, resulta una resolución coherente con la justificación; sin embargo, suponemos que tal justificación deviene de errores semánticos que se trasladan a la misma resolución numérica. Esto podría deberse a que no logran construir los significados de elemento, sustancia simple y compuesta y consideran que el término calcio es ubicuo para cualquier situación o piensan, más gravemente aún, que en  $\text{CaCO}_3$  hay calcio metal, es decir una sustancia dentro de otra.

## CONCLUSIÓN

Consideramos que es fundamental la escritura de justificaciones para detectar las inconsistencias provenientes de una débil enseñanza y/o un erróneo aprendizaje. Por lo expuesto, debemos focalizarnos más en la interpretación conceptual de las cuestiones a resolver, insistir con ejemplos y tratamiento de situaciones donde se ponga de manifiesto la importancia de la rigurosidad del lenguaje y solicitar que el estudiante exprese justificación de los procedimientos que utiliza para resolver problemas de química.

## BIBLIOGRAFÍA

Jiménez-Aleixandre, M.P. y Erduran, S. (2008). *Argumentation in Science Education: perspectives from classroom-based research* (p3-27). Springer.

<http://c-virtual.fceia.unr.edu.ar/>

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: University Press, p247.