



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Transformando un ejercicio de pH en problema

Comprensión conceptual de los alumnos: un diagnóstico.

- Autor: Scandrolí, Norberto Rubén.
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
Facultad de Ciencias Veterinarias
Campus Universitario – Paraje Arroyo Seco – 7000 – Tandil – Argentina
nscan@vet.unicen.edu.ar
- Coautores: Diez, María Luz; Azcue, Magdalena; Pagani, Mercedes; Ferraggine, Mariana.
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
Facultad de Ciencias Veterinarias
Campus Universitario – Paraje Arroyo Seco – 7000 – Tandil – Argentina
marialuzdiez@yahoo.es, magda_azcue@hotmail.com, mmpaganif@hotmail.com,
marianitaferra@yahoo.com.ar

1. RESUMEN:

En este trabajo, de carácter exploratorio, se intentan diagnosticar las dificultades que tienen los alumnos al resolver un ejercicio-tipo de un tema de Química (pH), y qué complicaciones adicionales aparecen cuando ese ejercicio se transforma en un problema más complejo. La muestra estuvo constituida por 250 alumnos (para el ejercicio), y 36 estudiantes (para el problema), de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Tandil, Argentina. Se utiliza un



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

enfoque cualitativo, con observaciones participantes. Se detectan diversos tipos de errores en el ejercicio, y bastantes dificultades en la comprensión conceptual del problema.

2. ABSTRACT:

This exploratory research paper tries to diagnose difficulties students may have solving a typical chemistry exercise, and also what additional complications arise when this exercise is transformed into a complex problem. For the basic exercise the sample was comprised of 250 students. For the complex problem the sample was of 36 students. All the students were from the Faculty of Veterinary Science, Tandil, Argentina. The research method used for this paper was: qualitative approach with participants observations. As a result, different types of errors in the exercise, and several difficulties in the conceptual understanding of the problem were found.

3. PALABRAS CLAVE: Resolución de problemas, enseñanza, Química.

KEYWORDS: problema solving, teaching, Chemistry.

4. ÁREA DE CONOCIMIENTO

- Ciencias Experimentales y de la Salud

5. ÁMBITO TEMÁTICO DEL CONGRESO:

- Innovación en el enseñamiento superior

6. MODALIDAD DE PRESENTACIÓN:

- Comunicación oral

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

7. DESARROLLO:

a) Objetivos

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación sobre las competencias intervinientes en la resolución de problemas de Química en el ámbito universitario. Fundamentalmente el proyecto se centra en el análisis de las habilidades intelectuales que hacen a la comprensión conceptual de la información presente en un problema, y su influencia en la estrategia de razonamiento.

Dicho proyecto fue evaluado y aprobado en noviembre de 2010, por la secretaría de Ciencia, Arte y Tecnología de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina).

Uno de los objetivos del proyecto es, responder a la pregunta : ¿se puede enseñar a "ver" la estrategia de resolución de un problema?

Creemos que es posible poder dar respuesta a esta pregunta, puesto que al analizar las dificultades que presentan los alumnos para resolver situaciones problemáticas relacionadas con la Química, se pueden obtener interesantes datos en cuanto a los obstáculos presentes.

Se podrán además, determinar las competencias fundamentales y básicas para la comprensión conceptual de la información presente en el problema, y su influencia en las estrategias de razonamiento.

Luego, se construirán orientaciones didácticas que formen una propuesta metodológica de enseñanza y aprendizaje de temas de Química, que permita mejorar el desempeño de los alumnos.

Por lo tanto, lo que se intenta es transferir los resultados obtenidos a la labor docente, de manera tal de poder contribuir al mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias.

SECRETARÍA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

En este trabajo presentado, de carácter exploratorio, se intentan analizar las competencias intervinientes en la resolución de un problema de lápiz y papel, en un tema de Química (pH) en el ámbito universitario.

Por lo tanto el objetivo de este trabajo consiste en diagnosticar las dificultades que tienen los alumnos al resolver:

- un ejercicio-tipo de pH,
- un problema más complejo, derivado del ejercicio anterior.

En el primer caso, el ejercicio, que es normalmente utilizado en las evaluaciones del curso universitario, es del siguiente tipo:

Determine el pH de una solución obtenida a partir de n litros de un ácido fuerte de $\text{pH} = x$ y m litros de base fuerte de $\text{pH} = z$.

Luego, este ejercicio-tipo es transformado en el siguiente problema:

A un litro de solución de hidróxido de potasio ($\text{pH} = 10,5$) se le agregan 3 litros de solución de ácido clorhídrico, obteniéndose un $\text{pH} = 4$. Determine el pH de la solución ácida agregada.

b) Descripción del trabajo

La resolución de problemas de lápiz y papel, es una actividad muy utilizada desde hace muchísimos años en la enseñanza de las Ciencias Naturales, y constituye una de las tareas fundamentales para evaluar la adquisición de conocimientos, y por eso se considera que amerita investigar sobre su aprendizaje.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

El rol de los problemas en la actividad docente no es nada nuevo (tanto en las ciencias naturales como en las exactas). Según Stanic y Kilpatrick (1989), la enseñanza de los problemas en Matemática aparecen ya desde la antigüedad, mientras que en la docencia de otras disciplinas (Física y Química), los problemas se vinculan con situaciones de carácter comprobatorio.

Hay numerosas ventajas de hacer uso de la estrategia metodológica referida a resolución de problemas, entre otras: *“integrar los contenidos y disciplinas; evaluar formativamente a los alumnos, tanto en contenidos, competencias como habilidades esperadas; formar integralmente a los alumnos”* (Villarreal Farah, 2005).

En otro artículo, agrega Villarreal Farah (2007): *“En la medida en que los estudiantes van resolviendo problemas, ganan confianza en el uso de los conocimientos, conceptos, lenguajes y habilidades, aumenta su capacidad de comunicación, tiende a aumentar su perseverancia, su control sobre situaciones nuevas y en el caso de trabajar en grupo, aumenta su capacidad de trabajo en equipo y de presentar y discutir sus ideas, entre otros aspectos”*.

En trabajos anteriores, se observó la falta de costumbre de los estudiantes para enfrentar la resolución de problemas creativos (Azcue y otros, 2003), que requieran razonar y demostrar una comprensión conceptual del tema, más que aplicar un mecanismo automático, o reemplazar datos en un algoritmo, sin entender lo que se está haciendo.

Es importante generar problemas donde no sea evidente la estrategia inmediata de resolución, porque si no, los problemas se convierten en meros ejercicios de repetición, donde los alumnos no aprenden los principios generales de las disciplinas (Azcue y otros, 2006; Coronel y otros, 2008), y por consiguiente, se limitando así, una percepción más global e integrada del problema (Ruiz y Zubimendi, 2009).



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Para hablar de problemas es necesario considerar aquellas actividades que requieren reflexión e indagación y donde para responder hay que pensar en las posibles soluciones y estructurar una estrategia de resolución que no determina precisamente, una respuesta rápida e inmediata (Gaudin, 2001).

Un problema, dice Polya (1979), es la búsqueda consciente, con acciones adecuadas, para lograr un objetivo claro pero que no se puede lograr en forma inminente. No obstante, es necesario confiar en que el conocimiento y las habilidades que se poseen son suficientes para enfrentar el problema. Este autor, además considera que para esta actividad de resolver un problema, existen condiciones específicas, que son las que conectan los datos con la incógnita u objetivo.

En el caso particular de este trabajo, con estudiantes de cursos universitarios iniciales, los nuevos procedimientos para resolver un problema, les resultan a los alumnos de gran complejidad, por la dificultad que tienen de asumir y estructurar como algo propio, las nuevas metodologías de resolución e integrarlas en su proceso cognitivo (Ruiz y Zubimendi, 2009).

Lo importante es que el alumno se acostumbre a preguntarse: ¿por qué hago esto?, ¿para qué lo hago?, adquiriendo así las habilidades necesarias que les permitan poder operar con el conocimiento en nuevas situaciones (Azcue y otros, 2006).

Generalmente en la práctica educativa, se confunden los ejercicios con resolución de problemas. Son problemas, aquéllos que intentan presentar desde su redacción, dificultades cognitivas mayores, quedando como ejercicios “*algo más trivial, de cálculo inmediato*” (Coronel y Curotto, 2008). Para otro autor (Jessup, 1998), lo que determina si la situación planteada por el profesor constituye o no un problema, son las etapas que implica su resolución.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Por eso los alumnos prefieren los ejercicios, donde la técnica es de más fácil aprendizaje. *“Parece que prefieren un guión bien estructurado a modo de algoritmo, con intención de seguir la metodología paso a paso con un marcado carácter lineal”* (Ruiz y Zubimendi, 2009).

Si bien las técnicas, como rutinas automatizadas resultantes de la práctica repetitiva, son los pilares básicos para desarrollar competencias a utilizar en la resolución de problemas, se debería dar más preponderancia a las actividades que fomenten y favorezcan la adquisición de estrategias (Viera, 2007).

Además, se debe tener en cuenta que *“el éxito en la resolución de problemas generalmente no es una buena medida de la comprensión conceptual.”* (Leonard y otros, 2002). Por eso se deben relacionar estas dos actividades, e investigar su vinculación.

Otros autores, manifiestan la importancia de esta tarea investigativa, ya que ello permitirá entender *“cómo piensan nuestros alumnos cuando piensan resolviendo sus problemas y aprender, además, de sus desaciertos”*. (Izquierdo, 2005). Un análisis de los errores de los estudiantes puede generar una mirada diferente respecto a la enseñanza, porque permite *“asignar nuevo significado y revalorizar los errores de los estudiantes”* (Buteler y otros, 2008).

Por este motivo, tratando de utilizar dichos errores con ese propósito, se exploran en primer lugar, las dificultades en los razonamientos que utilizan los estudiantes para resolver un ejercicio-tipo de pH (primera parte del objetivo).

En este diagnóstico, la muestra inicial estuvo constituida por 250 estudiantes, cursantes de la asignatura Química Biológica, en primer año de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, en la ciudad de Tandil (Argentina).



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

En esta primera etapa se utilizó un cuestionario de lápiz y papel, para registrar los razonamientos utilizados por los alumnos para la resolución del ejercicio. Este ejercicio formó parte de la evaluación parcial de la materia.

La segunda muestra, para trabajar con la parte “b” del objetivo (diagnosticar las dificultades en un problema más complejo, derivado del ejercicio), estuvo constituida por los estudiantes (36) que promocionaron dicho curso, es decir, que lo aprobaron con nota mayor o igual al 80 %. Aceptaron voluntariamente participar del trabajo y todo ellos sabían que se trataba de una investigación acerca de un problema “difícil” de pH.

Se seleccionaron dichos alumnos, con excelente desempeño en la materia, para asegurar la presencia de conocimientos básicos del tema que son necesarios para abordar el razonamiento. Se los citó un día especial, y la tarea requirió una hora aproximadamente.

Aquí se utiliza un enfoque cualitativo, haciendo un registro de la observación participante realizada.

c) Resultados y/o conclusiones

En la parte “a” del objetivo, los resultados encontrados fueron:

- Existe confusión entre Molaridad y número de moles, en un gran porcentaje de alumnos (25 % aproximadamente).
- Incorrecta utilización de los moles de iones presentes: consideran el valor de $[H^+]$ cuando el pH es alcalino.
- No utilizan el volumen final de la solución obtenida, con lo que calculan el pH final con los moles resultantes de la neutralización, y no la Molaridad.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

- Errores matemáticos diversos (cálculos incorrectos, errores en las transformaciones de unidades de volumen, mal uso de logaritmos y antilogaritmos).

Como conclusión de esta primera parte, donde sólo el 40 % de los estudiantes logra resolver el ejercicio, se observa que existen numerosos conceptos y competencias, considerados prerrequisitos, que no son dominados por el alumnado, y que como recomendación pedagógica, deberían considerarse al planificar las clases del curso.

En la parte “b” del objetivo, los resultados encontrados son:

- Al entregarle el problema a los estudiantes, se observa una reacción del grupo, similar al descrito en un trabajo de Ruiz y Zubimendi (2009), donde se manifiesta: *“desde un punto de vista emocional, se detectó en el grupo cierta expectación inicial ante lo novedoso, seguido de un relativo temor ante la incertidumbre de si iban a ser capaces de enfrentarse adecuadamente ante los problemas”*.

- Muchos alumnos aplican “sin pensar”, de manera mecánica, rutinaria, las técnicas aprendidas en el ejercicio de neutralización de la parte “a”, y por lo tanto restan (incorrectamente) los moles de iones que se dan como datos.

- Pasados varios minutos, ningún alumno manifiesta tener una estrategia de resolución, y ante un desconcierto y desánimo generalizado, se les sugiere hacer un análisis cualitativo de lo que está ocurriendo en el problema.

- A los pocos minutos, un alumno, encuentra la primera etapa del camino correcto (suma de iones H^+ presentes en la solución final con los iones OH^- presentes en la solución alcalina), pero no llega al resultado, porque utiliza mal el volumen dado de ácido clorhídrico. Al hacerle notar ese olvido, logra obtener la solución del problema.



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

- Luego, otros cinco alumnos, llegan al resultado correcto, mientras el resto del grupo, no logra realizar una comprensión conceptual del enunciado del problema.
- Con pequeñas preguntas orientativas, los restantes alumnos, alcanzan el resultado final.
- La mayoría de los alumnos reclama que estos problemas interesantes se den en clase, porque “ayudan a razonar más el tema”.

Como conclusión, se considera que, evidentemente, cuando se explicó en clase el ejercicio-tipo de pH indicado, debe haber existido por parte de los alumnos, una construcción significativa de ese proceso, comprendiendo los razonamientos involucrados en la resolución.

Pero, es muy probable, que los mecanismos de repetición de una técnica, de un cálculo, de una regla rutinaria, de una ecuación o de un esquema de resolución, pueden traer aparejado la disminución o bloqueo de la comprensión conceptual del planteo problemático.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azcue, M.; Diez, M.L.; Lucanera, V.; Scandroli, N. (2003) Analizando dificultades en la resolución de problemas de Química: la comprensión del enunciado. *Revista Iberoamericana de Educación*. Editada por la Organización de Estados Iberoamericanos.

<http://www.rieoei.org/experiencias62.htm>

Azcue, M.; Diez, M.L.; Lucanera, V.; Scandroli, N. (2004) Resolución de un problema “difícil” utilizando las leyes de los gases ideales. *Revista Iberoamericana de Educación*. Editada por la OEI.

<http://www.rieoei.org/experiencias81.htm>

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2





LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Azcue, M.; Diez, M.L.; Lucanera, V.; Scandroli, N. (2006) Resolución de un problema complejo, utilizando un elemento de naturaleza heurística. *Revista Iberoamericana de Educación*. Editada por la OEI.

<http://www.rieoei.org/experiencias111.htm>

Buteler, L.; Coleoni, E.; Gangoso, Z. (2008) ¿Qué información útil arrojan los errores de los estudiantes cuando resuelven problemas de física?: Un aporte desde la perspectiva de recursos cognitivos. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 7 N° 2, pp. 349 – 365.

http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART5_Vol7_N2.pdf

Coronel, M.; Curotto, M. (2008) La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 7 N° 2, pp. 463-479.

http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART11_Vol7_N2.pdf

Gaulin, C. (2001) Tendencias actuales de la resolución de problemas. *Revista Sigma*, N° 19, pp. 51-63. Departamento de Educación, Universidades e Investigación, del Gobierno Vasco.

<http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.net/r43->

[573/es/contenidos/informacion/dia6_sigma/es_sigma/adjuntos/sigma_19/7_Tendencias_Actuales.pdf](http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.net/r43-573/es/contenidos/informacion/dia6_sigma/es_sigma/adjuntos/sigma_19/7_Tendencias_Actuales.pdf)

Izquierdo, M. (2005) (coord.) *Resoldre problemes per aprendre*. Bellaterra: UAB – IDES



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Jessup, M. (1998) Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales. *Revista TEA*. Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional. Colombia. Vol. 3, pp. 41-52.

Leonard, W.; Gerace, W.; Dufresne, R. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 20 N° 3, pp. 387-400.

Parra, B. (1990) Dos concepciones de resolución de problemas. *Revista Educación Matemática*, Vol. 2, N° 3, pp. 22-31. México. Grupo Editorial Iberoamérica.

Polya, G. (1979). *Cómo plantear y resolver problemas*. Mexico: Trilla. (1ª Edición 1957).

Ruiz, M. y Zubimendi, J. (2009). La resolución de problemas de química, para cursos de introducción universitaria, en contexto. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2063-2068.

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2063-2068.pdf>

Sánchez, J. (2009) Los alumnos no piensan. La enseñanza de habilidades intelectuales. *Documentos Pedagógicos*. Universidad Abierta Interamericana. Año 1 N° 1. pp: 19-25.

Stanic, G. y Kilpatrick, J. (1989) Historical perspectives on problem solving in the mathematics curriculum. En R. Charles & Silver (Eds.) *The teaching and assessing of mathematical problem solving* (pp. 1-22). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2





LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Viera, L.; Ramírez, S.; Wainmaier, C. (2007) Análisis de evaluaciones en cursos universitarios de Química. *I Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.289/ev.289.pdf

Villarreal Farah, G. (2005). La Resolución de Problemas en Matemáticas y el uso de las TIC: Resultados de un estudio en Colegios de Chile. *EDUTEC*. N° 19. España.

<http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec19/Villarreal.htm>

Villarreal Farah, G. (2007). Caracterización del uso de TIC en la resolución de problemas en matemática, haciendo uso de un modelo de innovación curricular. *Memorias de EDUTEC 2007*. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.

www.utn.edu.ar/aprobedutec07/docs/193.doc

SECRETARIA TÉCNICA

VII CIDUI

ISBN 978-84-695-4073-2

