

Las Leyes ponderales de la Química y la resolución de problemas

Adriana C. Escobar B.

**Universidad de Los Andes
Departamento de Medición y Evaluación
adric.escobar@gmail.com**

RESUMEN

Las leyes ponderales de la Estequiometría son importantes para la comprensión de ciertos contenidos de química en cuarto año de Educación Media. Esta investigación buscó describir la relación entre la habilidad para resolver problemas y la comprensión de las leyes de la Estequiometría. Consistió en un estudio de casos con 16 estudiantes de cuarto año de Educación Media quienes fueron observados y entrevistados durante las sesiones de clase y se les aplicó cuestionarios con problemas. De la triangulación de los datos se concluye que: 1) la resolución de problemas cualitativos está vinculada a la comprensión de los contenidos teóricos mientras que 2) la de los problemas cuantitativos depende de contenidos matemáticos, sugiriéndose el uso de experiencias prácticas que contribuyan a lograr una mejor comprensión de los contenidos teóricos.

Palabras clave: Estequiometría, resolución de problemas, aprendizaje de la Química.

The weight laws of the Stoichiometry are important to understand chemistry contents in secondary school. This research describes the relationship between problem-solving skills and the ability of understanding the laws of Stoichiometry. It is a case study that involved 21 students in Secondary Education, they were observed and interviewed during class sessions and answered questionnaires with problems. Triangulation of data concluded that: 1) the resolution of quality problems are related to the understanding of the theoretical content while 2) the quantitative problems depends on mathematical contents, suggesting the use of practical experiences that contribute to a better understanding of the theory.

Keywords: Stoichiometry, problem solving, Chemistry learning.

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

La comprensión teórica y experimental de los procesos químicos está vinculado al conocimiento de las proporciones de masa en que se combinan las sustancias intervinientes (Chang, 2002). Estas proporciones de combinación son descritas por la Estequiometría, área de la Química especializada en el estudio de la relación cuantitativa entre los reactivos y productos de una reacción química. Dichas relaciones entre reactivos y productos están basadas en las tres leyes ponderales de la Química postuladas entre los siglos XVII y XVIII por Antoine Lavoisier, Jhon Dalton y Joseph Proust: 1) ley de la conservación de la masa, que establece que la masa total de las sustancias producidas es exactamente igual a la masa de las sustancias reaccionantes; 2) ley de las proporciones definidas la cual describe por qué muestras distintas de un mismo compuestos contienen siempre los mismos elementos y en las mismas proporciones de masa; y 3) ley de las proporciones múltiples basada en que en los distintos compuestos que pueden formar dos elementos, uno de ellos siempre mantendrá una relación de números enteros pequeños entre un compuesto y otro (Chang, 2002 y Seba y Roca, 1997).

Tomando en cuenta la importancia de estas leyes, en Venezuela los contenidos conceptuales que las fundamentan son desarrollados durante tercer y cuarto año de Educación Media, siendo estos responsables de la alfabetización científica que comienza en los estudiantes en dicha etapa y que se prolongará en cursos superiores (Pozo, s/f). De allí que en el programa de articulación del Ministerio de Educación

(1991a) se señala que el aprendizaje y comprensión de los contenidos desarrollados en estos niveles de enseñanza, ha de ser uno de los objetivos principales para la asignatura de Química, para que los alumnos puedan comprender los fenómenos que ocurren a su alrededor, identificar sus componentes y valorar la importancia de su contribución para su bienestar personal y social (Comisión de Educación ANQUE, 2005; Martínez, 1997, citado en Cabral, s/f).

Para la comprensión de la estructura de la materia que rodea al estudiante, el Ministerio de Educación (1991b) plantea que el aprendizaje de la Química debe estar fundamentado en la resolución de problemas de manera que a través de esta estrategia, dicha área se vea involucrada con los factores que intervienen en la sociedad en la que se desenvuelve el estudiante. Autores como Pozo, Postigo y Gómez (1995), Garret (1995) y Larralde y Hernández (1999), definen un problema como una situación parcialmente desconocida situada dentro de las estructuras cognitivas de la persona que lo desafía, en cuya solución juegan un papel importante los procesos mentales y el uso de habilidades de razonamiento. Estos problemas, según Pozo y Gómez (1998), pueden ser de tipo cualitativo, cuantitativo o investigaciones dentro del aula, en los que se utilice el razonamiento teórico y/o numérico y su relación con aplicaciones prácticas, para llegar a una exitosa solución (Escobar, 2007). Por tanto, es importante lo señalado por García (2000) y Carretero (2000) acerca de que, resolver problemas implica eficiencia por parte del estudiante en la habilidad de razonamiento así como también su familiarización con cierto lenguaje científico y comprensión de determinados contenidos conceptuales.

La dificultad en la comprensión de contenidos conceptuales, como los involucrados en las leyes ponderales de la Química, interviene en una parte importante de su aplicación cuantitativa (Gómez, 1996; Azcue, Diez, Lucanera y Scandrolí, 2003). Este hecho está claramente definido en los estudiantes de cuarto

año de Educación Media, quienes reportan un bajo rendimiento académico (Escobar, 2007). Al entrevistar de manera informal a varios docentes del área de Química de diferentes instituciones educativas públicas y privadas, sobre las posibles causas del bajo rendimiento de sus estudiantes, éstos resaltaron que se debe a la poca comprensión e interpretación de los contenidos conceptuales trabajados en el aula de clases así como la inadecuada aplicación de estrategias para resolver problemas estequiométricos, contenido fundamental cuarto año de Educación Media. Así, surgen interrogantes como ¿la resolución de problemas en Estequiometría estará relacionada con la comprensión de las leyes ponderales de la Química? o, ¿el estudiante relacionará el planteamiento que propone para solucionar un problema con el resultado obtenido? Partiendo de estas inquietudes, esta investigación tuvo como propósito describir la influencia que podría tener la habilidad para resolver problemas con la comprensión de las Leyes ponderales de la Química en estudiantes de cuarto año de Educación Media. Las leyes ponderales con las que se estudiará la relación para resolver problemas estequiométricos son la Ley de la conservación de la masa, de las proporciones definidas y la Ley de las proporciones múltiples.

En lo que refiere a la resolución de problemas, Pozo, Postigo y Gómez (1995) señalan que en el aula de clase, ésta es uno de los recursos didácticos más usual para la promoción del conocimiento científico. Aunado a esto, se encuentra lo aportado por Pozo (citado en Azcue y otros, 2003), quien señala que resolver problemas es una forma de aprender a aprender. De allí que se pretenda estudiar la efectividad de esta estrategia en la comprensión de las leyes ponderales de la Química. Autores como Casen y Drewes (s/f) y Hernández y Palacín (1995) estudiaron la resolución de problemas y el modelo de aprendizaje por investigación en el tema Estequiometría. Concluyeron que ambas estrategias pueden ser utilizadas para un mejor aprendizaje

de los contenidos conceptuales en Química siempre y cuando sea por un período de inmersión extenso a fin de que los contenidos puedan ser asimilados significativamente. Adicionalmente, señalaron Drewes (s/f) y Hernández y Palacín (1995) que se debe enfatizar en distintos tipos de problemas y en el razonamiento matemático, el cual interviene en las dificultades de comprensión de ciertos contenidos.

Por su parte, García y Dell’Oro (2001) y Azcue, Diez, Lucanera y Scandroli (2003) indagaron la relación entre los conocimientos previos en Matemáticas para la resolución de problemas. En sus investigaciones encontraron que, el dominio de determinados contenidos conceptuales matemáticos y los datos presentes en el enunciado del problema influyen en su correcta solución, concluyendo que es importante enfrentar más a menudo al estudiante con la resolución de problemas. De igual manera, señalan en la relevancia de enfatizar en las deficiencias conceptuales que puedan tener los estudiantes en otras áreas determinantes para la comprensión de los problemas a resolver.

MÉTODO

Esta investigación tuvo un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, con un diseño de campo. La duración de la misma fue aproximadamente de cuatro meses en los cuales se seleccionaron a 16 estudiantes cursantes de cuarto año de Educación Media de una institución privada del Estado Mérida, Venezuela. A dicho grupo se le aplicó un diagnóstico y posteriormente se observó su desempeño en cada sesión de clases referente al tema de las leyes ponderales de la Química. Al finalizar las

sesiones correspondientes para cada Ley, se les aplicó cuestionarios para evaluar la comprensión y la habilidad en la resolución de problemas para cada Ley. Los ítems fueron extraídos y adaptados de Rodríguez (2006) y de Hernández y Palacín (1995). El cuestionario para la Ley de la conservación de la masa y la Ley de las proporciones definidas estaba constituido por cuatro preguntas mientras que cinco ítems conformaron el cuestionario correspondiente a la Ley de las proporciones definidas. En los tres instrumentos, dos preguntas evaluaban el razonamiento teórico y el resto (dos en las dos primeras Leyes y tres en la Ley de proporciones definidas, respectivamente), evaluaban la resolución de problemas de tipo cuali-cuantitativo.

En cuanto a la codificación de los ítems, para evaluar la comprensión de la teoría se empleó una escala de estimación con cinco indicadores: “excelente”, “bien”, “medianamente bien”, “mal” y “no respondió”. Para los ítems con problemas cualitativos se utilizó una lista de cotejo que describía si la respuesta asignada era correcta, incorrecta o no fue respondida. Por su parte, en los problemas cuantitativos se utilizó una escala de estimación para el planteamiento de la solución del problema, la cual incluía los mismos indicadores empleados en la comprensión de la teoría adicionados a una lista de cotejo para verificar la respuesta numérica a través de los indicadores “correcto”, “incorrecto” y “no respondió”.

Una vez finalizadas las sesiones de clases, se efectuó de manera escrita e individual una entrevista para conocer la opinión de cada estudiante con respecto a su comprensión en los contenidos teóricos desarrollados para las tres Leyes, su habilidad para resolver problemas, la relación que considera existe entre estos dos aspectos, y cuáles fueron las preguntas de los cuestionarios que les fueron más difíciles responder. Con la información obtenida de las observaciones, los cuestionarios y las entrevistas realizadas a los estudiantes, posterior al desarrollo de cada Ley, se efectuó un análisis

cualitativo basado en una triangulación, la cual permitió verificar la relación entre la comprensión sobre el tema y la habilidad de cada estudiante para resolver problemas de Estequiometría.

Los resultados de las pruebas aplicadas fueron triangulados con las observaciones efectuadas durante las clases orientadas para las Leyes y mientras se respondía la evaluación de las mismas. De igual manera, se tomó en cuenta para el análisis de la información, la entrevista efectuada a los estudiantes luego de evaluar los contenidos trabajados sobre las tres Leyes en sus respectivas sesiones de clases.

RESULTADOS

Ley de la conservación de la masa

De las cuatro preguntas que conformaron el cuestionario, dos de ellas evaluaban el razonamiento teórico. En las respuestas obtenidas, el 68,75% de los estudiantes, equivalente a once estudiantes, respondieron “bien” (incluye las categorías excelente, bien y medianamente bien) las respectivas preguntas. En la entrevista realizada, afirmaron que la teoría orientada en la clase les ayudó a resolver exitosamente los problemas presentados. Sumado a esto está la observación efectuada durante el desarrollo de la clase y en la resolución del cuestionario en los cuales los estudiantes mostraron una actitud positiva y de comprensión al tema en desarrollo. Esto quiere decir que la mayoría de los estudiantes aplicó el fundamento teórico de la Ley de la conservación de la masa en el análisis de los problemas cualitativos presentados en estos ítems,

demostrando comprensión, dominio en la ley trabajada y buen uso del aporte que da el contenido teórico a la resolución de problemas.

En cuanto a los problemas cuantitativos presentes en el cuestionario, estos correspondían a dos ítems. De los 16 estudiantes a los que se les presentó el cuestionario, diez respondieron las preguntas. Este grupo, en la entrevista realizada, afirmó ser bueno en la resolución de problemas. Esta información fue corroborada durante la observación efectuada en la sesión de clase, en la cual mostraron que pueden explicar los problemas presentados desde la perspectiva científica. En la aplicación del cuestionario, el 37,5% (seis estudiantes) plantearon el problema de manera “excelente”, dando una solución correcta al problema y razonando la respuesta obtenida desde el punto de vista químico. Por tanto, con la aplicación del cuestionario se demostró que la mayoría de los estudiantes son capaces de solucionar problemas ayudándose con el cálculo matemático e identificando a qué sustancia (reactivo o producto) pertenece la cantidad obtenida, las unidades de medida correspondientes y relacionando el contenido conceptual involucrado con la información numérica obtenida.

De esta manera, al analizar las variables comprensión de la teoría y resolución de problemas, se tiene que el 50% de los estudiantes (8 de los 16 que respondieron el cuestionario), son capaces de resolver problemas tanto cualitativos como cuantitativos, aplicando un adecuado razonamiento teórico fundamentado en la Ley de la conservación de la masa para el planteamiento de su solución y adicional, en el caso de los problemas cuantitativos, explicando desde el punto de vista químico, el dato numérico obtenido. Esta información se corroboró a través de las actividades formativas desarrolladas en clase, en las que dichos estudiantes resolvían ejercicios rápidamente y explicaban verbalmente el significado químico del resultado cuantitativo obtenido, mostrando así comprensión de la ley desarrollada en la clase.

Ley de las proporciones definidas

El cuestionario diseñado para evaluar la ley de las proporciones definidas constó de tres ítems para evaluar el razonamiento teórico. De las respuestas obtenidas, 37,5% de los estudiantes (correspondiente a seis de los 16 participantes) involucraron los contenidos conceptuales para explicar de manera excelente el problema. Este resultado indica que gran parte del grupo de estudio no aplicó el conocimiento teórico en el planteamiento de la solución del problema presentado. Durante el desarrollo de la sesión de clase se observó que, conceptos previos como proporción másica y proporción atómica, no estaban claros en los estudiantes ya que muchos señalaron de manera incorrecta que la masa de los elementos varía de acuerdo a su proporción atómica dentro de una molécula. En contraposición, dichos estudiantes manifestaron en la entrevista que comprendieron satisfactoriamente el significado de la ley de las proporciones definidas.

En lo referente a los problemas cuantitativos contemplados en el cuestionario, diez estudiantes (62,5% del total de los participantes) los resolvieron exitosamente proponiendo un planteamiento correcto y completo para la solución, además que analizaron desde el punto de vista químico la respuesta obtenida. Es importante resaltar el hecho de que más de la mitad de los estudiantes resolvieran correctamente el problema, teniendo en cuenta que, para las sesiones de clases, no se trabajaron ejercicios formativos, por lo que los estudiantes no tuvieron un algoritmo a seguir para resolver los problemas de este tipo planteados en el cuestionario. Esto significa que, las habilidades de razonamiento matemático que poseen fueron aplicadas en el planteamiento de la solución del problema propuesto interpretando además, el resultado obtenido desde el punto de vista conceptual.

Al analizar los resultados obtenidos en los ítems correspondientes a los problemas cualitativos y cuantitativos, en ambos tipos de problemas siete estudiantes (43,8%) de los 16 que respondieron el instrumento, mostraron comprender el significado de la ley de las proporciones definidas ya que su contenido fue adaptado en los razonamientos realizados en el planteamiento de la solución. Con respecto al restante 56,25%, es posible que no haya quedado claro el significado de dicha ley en vista de que durante la observación realizada en la sesión de clases, no se evidenció que estuvieran distraídos o sin comprender el contenido facilitado. Otra posible explicación pudiera ser que los problemas implicaran alto nivel de análisis y, en vista de que parecen no tener claro conceptos como proporción másica y proporción atómica, plantear la solución les resultó complejo, proporcionando respuestas confusas como lo observado en los ítems.

Ley de las proporciones múltiples.

El cuestionario para evaluar la comprensión de la Ley de las proporciones múltiples constaba de tres ítems con problemas cualitativos. Para estos ítems dos estudiantes (12,5%) respondieron de manera excelente los tres problemas propuestos. Estos mismos estudiantes afirmaron en la entrevista que consideran que la teoría que sustenta dicha ley está relacionada con la resolución de problemas. Además, mostraron a lo largo de las clases orientadas para las tres leyes (y en otras temáticas de la asignatura) comprender efectivamente los contenidos facilitados.

Con respecto a la mayoría del grupo de estudio (87,5%) que no pudo resolver los problemas cualitativos presentados, esto se debe posiblemente a que no comprendieron exitosamente el significado de la ley de las proporciones múltiples, aspecto que se vio claramente reflejado en uno de los ítems

en el que debían ejemplificar sustancias que se unen entre ellas en distintas proporciones para lo cual trabajaron los diferentes estados de oxidación de cada elemento. Llama la atención este resultado puesto que se presentaba el enunciado de la ley en las instrucciones de la evaluación, lo cual significa que los estudiantes no utilizaron su razonamiento teórico para adaptarlo a la solución del problema. Sin embargo, cuando se les presentaron moléculas ya estructuradas (como el caso de otros de los ítems), identificaron claramente las proporciones fijas y variables de cada elemento respectivamente. Esto podría indicar que el enunciado fue memorizado y que a la hora de aplicarlo, como en el caso ya mencionado, hubo confusión y no se establecieron criterios para demostrarlo.

Por su parte, dos ítems del cuestionario correspondían a los problemas de tipo cuantitativo. En ambos problemas, tres estudiantes (18,75% de los participantes) los respondieron correctamente. Estos problemas eran de mayor complejidad que los presentados en las otras dos leyes, lo cual podría explicar por qué se obtuvo tan bajo porcentaje de aciertos en las soluciones presentadas. De igual manera, cabe la posibilidad de que las situaciones planteadas les hayan resultado confusas con respecto a la idea construida en la clase.

Así, analizando los resultados obtenidos en los problemas cualitativos y cuantitativos, se obtuvo que solamente un estudiante (6,25%) aplicó el contenido teórico trabajado para la ley de las proporciones múltiples en los problemas cuantitativos presentados, dando a entender que, en este caso la resolución de problemas tiene poca influencia en la comprensión de los contenidos conceptuales referentes al tema.

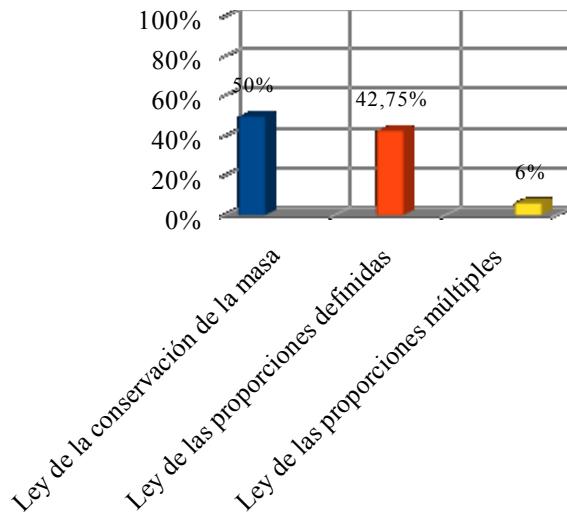


Figura 1. Comparación entre comprensión de la teoría y habilidad para resolver problemas

La Figura 1 recopila los datos referentes a la comparación entre la comprensión de la teoría y la habilidad para la resolución de problemas para las tres Leyes estudiadas. Como se observa, a medida que se avanzaba en cada Ley, la capacidad de relacionar la teoría con la resolución de problemas fue disminuyendo en los estudiantes. Esto probablemente debido a que la ley de la conservación de la masa es menos compleja que la Ley de las proporciones múltiples, cuya concepción y comprensión es más abstracta. Tomando en cuenta la complejidad de cada Ley y, en concordancia con la figura, un bajo índice de estudiantes son capaces de aplicar y relacionar los contenidos conceptuales con los distintos tipos de problemas que se les presentan, aun cuando hayan mostrado en clase estar comprendiendo los contenidos que se estaban facilitando y sus índices académicos sean relativamente altos.

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los objetivos propuestos en esta investigación, los resultados obtenidos y su respectiva triangulación, puede concluirse que la complejidad del contenido conceptual y el algoritmo planteado para la solución influye en la exitosa resolución de problemas. Tal como se observa en la primera Ley trabajada, de la conservación de la masa, en la que la mitad de los estudiantes que comprendieron sus contenidos conceptuales y resolvieron ejercicios formativos durante la sesión de clases, resolvieron los problemas presentados en el cuestionario. Por su parte, la Ley de las proporciones definidas requiere de mayor comprensión, de allí que menos de la mitad la aplicaran en el planteamiento de la solución a los problemas propuestos. Finalmente, en la Ley de las proporciones múltiples cuyo nivel de cognición es mayor que en las otras dos, se observó que pocos estudiantes aplicaron sus contenidos conceptuales para resolver exitosamente los problemas. Además, en estas dos últimas Leyes, proporciones definidas y proporciones múltiples, no hubo resolución de ejercicios formativos en las respectivas sesiones teóricas, lo cual podría estar directamente vinculado al planteamiento de la solución que hayan realizado y, por ende, han sido pocos quienes resolvieron exitosamente los problemas.

En cuanto a la estrategia de resolución de problemas como herramienta para ayudar a comprender los contenidos conceptuales que abarcan las leyes de la Estequiometría, se recomienda presentar los problemas de tipo cualitativo como instrumento de evaluación sumativa además de formativa, ya que estos implican que el estudiante involucrará la teoría en el planteamiento de la

solución, propiciando así el desarrollo de habilidades cognitivas y aprendizajes significativos. Por su parte, debe evitarse el uso de problemas cuantitativos como técnica de evaluación sumativa de los contenidos conceptuales, ya que para los estudiantes es más importante el valor numérico obtenido que el significado químico que se le asigna a dicha información, aun cuando esté erróneo.

Por tanto, se recomienda utilizar los problemas cuantitativos durante el desarrollo de la clase, como evaluación formativa en la que se enfatice la explicación mediante el empleo de los contenidos teóricos. Adicional, y para lograr una mejor comprensión teórica y práctica de las leyes ponderales de la Química, podrían utilizarse las denominadas “pequeñas investigaciones”, experiencias prácticas con materiales de uso casero (y de laboratorio) en las cuales los estudiantes ejemplifiquen el significado de la teoría involucrada en las tres leyes, así como también comprueben, por medio de los datos arrojados en la experiencia, el significado del nombre que cada una lleva. Además de las actividades prácticas, pueden utilizarse para la evaluación formativa, actividades como mapas mentales, esquemas, V de Gowin, entre otros, a fin de que involucren los contenidos conceptuales y prácticos de las leyes. Una vez que el docente corrobore que la teoría ha sido comprendida, puede utilizar problemas cuantitativos para así evaluar la influencia de la comprensión de los conceptos en la habilidad para resolverlos.

Todos estos resultados permiten enfatizar la importancia de la investigación cualitativa en el aula de clases, ya que técnicas como la observación, entrevista y cuestionario, aportan información de primera mano que permiten obtener resultados más confiables a la hora de estudiar los procesos educativos de los que somos protagonistas junto con nuestros estudiantes. La observación durante las tres clases permitió conocer de cada estudiante el interés que muestra por

la temática en estudio, e incluso por la asignatura, así como sus actitudes y aptitudes para con esta. Éstas últimas fueron corroboradas por cada uno de ellos en la entrevista, ofreciéndoles un espacio para sincerarse y de autoconocimiento de su personalidad. Ambos instrumentos aportaron información especial para poder clasificar a cada estudiante en la categoría en la que fue considerado, aun cuando el resultado del cuestionario arrojara otro dato. De este modo, el enriquecimiento de los resultados obtenidos mediante los tres instrumentos llevó a que la triangulación efectuada permitiera analizar de manera muy puntual la relación de los aspectos en estudio: comprensión de la teoría y habilidad para resolver problemas.

REFERENCIAS

- Azcue, M., Diez, M., Lucanera, V. y Scandoli, N. (2003). *Resolución de problemas de química: analizando dificultades en la comprensión de un enunciado*. Recuperado de: <http://www.campus-oei.org/revista/experiencias62.html>
- Cabral, I. (s/f). *Alfabetismo científico y educación*. Recuperado de: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Cabral.PDF>
- Casen, J. y Drewes, A. (s/f). *Resolución de problemas escritos en química: Efecto de la estructura de enunciados sobre el aprendizaje*. Recuperado de: <http://www.ctera.org.ar/emv/investigacion/red/tercerencuentro/pdf/52.pdf>
- Chang, R. (2002). *Química*: Caracas: McGraw-Hill Interamericana.
- Comisión de Educación ANQUE (Asociación Nacional de Químicos Españoles). (2005). La enseñanza de la Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 101-106. Recuperado de: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_1/Manifiesto-ANQUE.pdf
- Escobar, A. (2007). *La resolución de problemas y las leyes de la estequiometría*. Un estudio con alumnos de 1er año de ciencias del ciclo diversificado. Mérida: Trabajo de Grado para optar por el título de Licenciada en Educación mención Ciencias Físico Naturales, de la Universidad de Los Andes.
- García, J. (2000). *Resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- García, M. y Dell'Oro, G. (2001). *La resolución de problemas en física y la necesidad de herramientas matemáticas*. Recuperado de: <http://www.campus-oei.org/revista/experiencias13.html>
- Garret, R. (1995, Julio). *Resolver problemas en la enseñanza de las Ciencias*. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 5, 6-15.
- Gómez, M. (1996, Enero). *Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química*. *Alambique*. *Didáctica de las ciencias experimentales*. Las ideas del alumnado en ciencias, 7, 37-44.
- Hernández, J. y Palacín, L. (1995). *Enseñanza de las leyes ponderales a partir del modelo de aprendizaje por investigación*. *Alambique*. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 4, 91-97.
- Larralde, O. y Hernández, L. (1999). *Estrategias efectivas de Enseñanza y Aprendizaje de la Química*. En CENAMEC y Pequiven (Eds.), *Soluciones Químicas- Manual del Docente*, 33 -36. Caracas: Sociedad Fondo Editorial CENAMEC.
- Ministerio de Educación. (1991a). *Programa de Estudio. Educación Básica*. Asignatura Química; Noveno grado. Caracas: Ministerio de Educación.

Ministerio de Educación. (1991b). Programa de Estudio. Educación Media Diversificada y Profesional. Asignatura Química; Primer año. Caracas: Ministerio de Educación.

Pozo, J. (s/f). La psicología cognitiva y la educación científica. Recuperado de: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>

Pozo, J. y Gómez M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.

Pozo, J., Postigo, Y. y Gómez, M. (1995, Julio). *Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias*. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. La resolución de problemas, 5, 16-26.

Rodríguez, M. (2006). *Química 9*. Caracas: Fundación Editorial Salesiana.

Seba, E. y Roca, A. (1997). *Atlas temático*. Prácticas Física y Química. Barcelona, España: Idea Books.