

El desarrollo de la competencia profesional elaboración de problemas químicos con cálculos en la Educación de Adultos

The development of the professional competition elaboration of chemical problems with calculation in Adult Education

Luís Manuel Bucheró Portuondo^{1*} ORCID: 0000-0003-1949-8390

René Planche Jardines¹

¹Universidad de Guantánamo. Guantánamo. Cuba.

*Autor por correspondencia: yiyanen@cug.co.cu

Resumen: La resolución de problemas químicos con cálculo es un objetivo básico de la Química y una problemática en la Educación de Jóvenes y Adultos. Con el presente artículo se contribuirá al desarrollo de la competencia profesional resolución de estos problemas, y elevar la preparación didáctica metodológica de los profesores de Química de esta enseñanza. A través de conferencias, talleres y secciones de entrenamiento donde se modelaron actividades prácticas para desarrollar dicha competencia se contribuyó a elevar el desempeño profesional de los docentes y el nivel de desarrollo de las habilidades de los estudiantes para resolver este tipo de problemas.

Palabras clave: Problemas químico; Cálculo químico; Competencia profesional; Razonamiento científico

Abstract: Chemical calculation problems constitute one basic objective of Chemistry and a problematic in Adult and Youth Education. Throughout this research it is a purpose to contribute to the development of the methodology for chemical calculation problem solving exercises and its professional competence in Chemistry teachers of adult level as well as to raise in quality its didactic and methodological preparation. In that sense, conference, workshops and performance of problem-solving activities were developed. As a final result it was raised in quality the professional performance of teachers, and correspondingly a higher level of chemical calculation solving skills in students.

Keywords: Chemical problems; Chemical calculation; Professional competence and scientific reasoning

Recibido: 22/09/2019

Aceptado: 25/04/2020

Introducción

La elevación de la calidad de la enseñanza y la educación constituye la tarea principal de profesores, en la Educación de Jóvenes y Adultos, la cual tributa al logro del objetivo fundamental: la formación integral y armónica de la personalidad y preparación para la vida.

En nuestro país el currículo de pregrado en todos los subsistemas de educación se encuentra diseñado por habilidades, pero en los tiempos modernos muchos son las investigaciones realizadas sobre el diseño curricular basado en competencias, toda vez que estas últimas son más abarcadoras que las habilidades.

La formación de currículos por competencias se ha convertido hoy en una de las opciones modernas más utilizadas por los sistemas de educación y cultura de muchos países. En nuestro país muchas investigaciones realizadas promueven los diseños curriculares basados en competencias, teniendo en cuenta que la competencia es más integral y abarcadora que la habilidad y que hasta puede incluir varias de las segundas en una sola de las primeras.

Existen múltiples definiciones de competencias. En su mayoría se conciben como unidades de actuación que expresan lo que una persona debe saber y saber hacer para tener un buen desempeño. Incluye aspectos cognitivos, metacognitivos, conductuales y de experiencia.

En la enseñanza de la Química, una de las competencias que contribuye al desarrollo intelectual y del pensamiento lógico de los estudiantes es la resolución de problemas químicos con cálculos, de ahí que los autores consideren como una necesidad su perfeccionamiento.

Los cálculos químicos que se estudian en el nivel medio incluyen: las relaciones entre las masas, cantidad de sustancia, volumen y número de partículas entre las sustancias y durante las reacciones químicas. Otros son relacionados con la concentración de las disoluciones, determinación de calores de reacción y con la parte electroquímica. En todos los casos es necesario conocer las unidades en que se expresan esas magnitudes.

Muchas investigaciones realizadas confirman limitaciones en el desempeño de los profesores de Química de la Educación de Jóvenes y Adultos al impartir este contenido y en los estudiantes durante la resolución de estos tipos de problemas químicos con cálculos, sus propuestas hacen énfasis en la necesidad de su perfeccionamiento, para lo cual consideramos necesario no sólo dominar el algoritmo matemático, sino el ejercicio de la habilidad de comprensión de textos e involucrar el tránsito por las operaciones del

pensamiento, para que se alcance además de la educación desde la instrucción el desarrollo en el estudiante, así como su relación con datos que muestren la realidad del desarrollo local que connoten la significatividad del contenido químico y su vinculación con la vida.

La constatación empírica realizada por los autores para conocer el estado de desarrollo de la competencia Resolución de Problemas Químicos de Cálculo, en estudiantes de la Educación de Jóvenes y Adultos, permitió encontrar algunas limitaciones, entre las que se encuentran:

- 1.-Carencias en la preparación didáctica y metodológica de los docentes que limitan el desarrollo de la competencia profesional resolución de los problemas químicos con cálculo en los estudiantes.
- 2.-Insuficiente ejercitación a la comprensión de textos y uso de conocimientos químicos antecedentes necesarios para la resolución de problemas.
- 3.-Pobre dominio del sistema de acciones y operaciones para la resolución de problemas químicos con cálculos por los estudiantes.

A partir de las insuficiencias encontradas y para hacer una contribución didáctica a esa problemática, es objetivo de los autores de este trabajo: Elaborar recomendaciones prácticas, didácticas y metodológicas para el desarrollo de la competencia profesional elaboración de problemas químicos con cálculos en la Educación de Jóvenes y Adultos.

Desarrollo

En la década de 1960 se introduce el término competencia como parte de la evaluación objetiva de los aprendizajes (British Columbia University). Dicho enfoque consiste en que el diseño, desarrollo y evaluación curricular se oriente a la probabilidad de movilizar un conjunto de recursos (saber, saber hacer y saber ser), para resolver una situación - problema.

El término competencia es más que conocimientos y habilidades, implica comprender el problema y accionar racional y éticamente para resolverlo. Este enfoque surge como una de las respuestas a un conjunto de insuficiencias existentes en los estudiantes al graduarse en diferentes niveles o profesiones, que muchas veces lo limitan para actuar en la solución a problemáticas de la realidad en sus diferentes contextos.

Uno de los sentidos de competencia se entiende como la capacidad de movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situación. Contiene cuatro aspectos:

1. Las competencias no son en sí mismas conocimientos, habilidades o actitudes, de forma aislada, pero sí movilizan e integran tales recursos.

2. Dicha movilización solo resulta pertinente en situación, y cada situación es única, aunque se le pueda tratar por analogía con otras ya conocidas.
3. El ejercicio de la competencia pasa por operaciones mentales complejas, sostenidas por esquemas de pensamiento, los cuales permiten determinar y realizar una acción relativamente adaptada a la situación.
4. Las competencias profesionales se crean, en formación, también a merced de la navegación cotidiana del practicante, de una situación de trabajo a otra.

La competencia: da sentido a los aprendizajes; al basarse en la resolución de problemas, hace a los estudiantes más eficaces, al garantizar una mejor permanencia de los logros, distinción de lo esencial y establecimiento de nexos entre nociones; fundamenta aprendizajes ulteriores, favorece el uso de estrategias por los estudiantes para gestionar nuevos aprendizajes y propicia el autoaprendizaje, guiando al estudiante a la autogestión de su propio conocimiento.

Según la Resolución 21/99 del Ministerio del Trabajo y Seguridad Social en el capítulo 1, artículo 3, inciso c, define la competencia como:

...conjunto de conocimientos teóricos, habilidades, destrezas y aptitudes que son aplicados por el trabajador en el desempeño de su ocupación o cargo, en correspondencia con los requerimientos técnicos, productivos y de servicios, así como los de calidad, que se le exigen para el adecuado desenvolvimiento de sus funciones. (p.1)

Spencer y Spencer (1993) define la competencia como "...una característica subyacente de un individuo que está causalmente relacionada con un rendimiento efectivo o superior en una situación o trabajo definido en términos de criterios". (p.65)

Desde el punto de vista psicológico, González (1999) cita a Rodríguez y Feliu (1996), quienes definen la competencia profesional como: "conjunto de características de una persona relacionadas directamente con una ejecución exitosa en una determinada tarea o puesto de trabajo". (p.2)

De esa forma dicha González (1999) destaca las competencias como características permanentes de las personas, que tienen una relación causal con el rendimiento laboral, es decir, no están asociadas con el éxito, sino que realmente lo causan, pueden ser generalizadas a más de una actividad y combinan lo cognoscitivo, lo metacognitivo y lo conductual. (p.2)

Tales puntos de vistas llevan a los autores del presente artículo a la reflexión y análisis sobre el desarrollo de la competencia elaboración de problemas químicos con cálculos en la enseñanza de la Química en la Educación de Jóvenes y Adultos. En esta enseñanza se pretende desarrollar la convicción de la relación del conocimiento químico con la vida, pero sin alejarnos del término habilidad, a quien se adiciona el papel de la metacognición y el carácter afectivo motivacional en el proceso.

Generalmente cuando se habla de problemas químicos, estos se vinculan al llamado "cálculo químico" o lo que es lo mismo, se reduce el concepto a un tipo de problemas que son los que en la Metodología de la enseñanza de la Química se conocen como problemas químicos cuantitativos.

Relacionado con los problemas químicos de cálculo, Zuieva (1978), refiere "...en la actualidad en distintos manuales aparecen problemas para la solución de los cuales, los

alumnos utilizan solamente los conocimientos matemáticos... pero la parte química, es decir, la esencia de los fenómenos y los conceptos no se dilucida”, citado en Rojas.et.al. (p.70).

Es importante tener en cuenta que los problemas cuantitativos para su solución no solo requieren la aplicación de conocimientos matemáticos, sino también de conocimientos químicos, donde pueda utilizarse el método científico durante su análisis y solución, pues, de sobrevalorarse el aspecto matemático, se minimizaría el enfoque pedagógico del problema y el razonamiento científico de los estudiantes.

Siendo así, el conocimiento matemático sustenta las operaciones para resolver el problema, mientras que los conocimientos químicos representan la esencia de dicho problema. De ahí que, los problemas químicos cuantitativos deben ser químicos por su esencia y aritméticos por su forma.

En los problemas aritméticos todos los datos se ofrecen en su enunciado, mientras que en los problemas químicos cuantitativos, muchos de los datos deben inferirse de determinados conceptos, leyes o principios que el alumno debe dominar para poder resolverlo, no obstante, es criterio de los autores que durante la elaboración de los mismos, se debe tener en cuenta el método científico, que conlleve al alumno al planteamiento, constatación y reformulación de hipótesis que tributa a su razonamiento científico.

A nivel nacional e internacional han sido varios los autores que en el campo de la Química han realizado propuestas para potenciar la formación y desarrollo del razonamiento científico como operación superior del pensamiento científico, entre ellos citamos a Huffman, D. (1997), Quintanilla, M. (2012); Y.J. Hedesa, (2013): estos reconocen las vías curriculares para el desarrollo del razonamiento científico.

El razonamiento, es un proceso mental mediante la cual se obtienen nuevos juicios a partir de otros ya conocidos que, aunque no puede ser directamente observado, hay manifestaciones observables de ese pensamiento, que permiten inferir algunos procesos característicos de actividad del individuo y, en particular, del modo de actuar antes situaciones problémicas.

En base a lo antes señalado, el razonamiento científico en la Química, entendido como proceso mental, no puede ser directamente observado. Sin embargo, a partir de manifestaciones observables de ese pensamiento podemos inferir algunos procesos característicos de actividad del químico y, en particular, del modo de actuar del químico antes situaciones que involucran en su solución a la Química.

De forma general, estos autores destacan algunos aspectos, vinculados al razonamiento manifiesto en la labor de los científicos e investigadores de la Química, aunque haremos referencia a aquellos que a juicio de los autores de este trabajo se manifiestan con sistematicidad.

- Procuran conocer la esencia del fenómeno, a partir del método científico;
- Realizan un proceso de abstracción y de generalización del fenómeno químico en estudio;
- Se formulan preguntas, las investiga para su demostración o refutación;
- Utilizan la experimentación como fuente principal de conocimiento del fenómeno en estudio;

- Procuran reconocer la aplicabilidad del fenómeno y desde ella orientar su actividad cognoscitiva;

Pasos básicos para potenciar el razonamiento científico de los estudiantes a partir de un problema en función del desarrollo de la competencia elaboración de problemas químicos con cálculo.

1) Planteamiento del problema (problema químico con cálculo): constituye el primer paso, puede ser planteada o traída por el profesor o por los alumnos, en esta se debe garantizar que la situación de aprendizaje contenida en el problema sea contextualizada, potencie los conocimientos químicos y tengan un enfoque problémico.

2) Interpretación del problema: esta etapa comprende un análisis pormenorizado de la tarea, partiendo de la determinación del objeto de estudio, aquí se realiza la modelación del sistema y se determina los datos esenciales, no esenciales e incógnita. Requiere un estudio teórico del contenido de la situación planteada.

3) Planteamiento de la hipótesis: consiste en la predicción de los resultados esperados, lo que se realiza a partir de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos y cálculos previos, si es necesario.

4) Elaboración del plan de solución: es el esquema lógico de la solución de la tarea, la secuencia de las operaciones que se deben realizar, planteado por los estudiantes.

5) Ejecución del plan de solución: es la realización de las diferentes acciones de carácter teórico – experimental y las correspondientes interpretaciones y explicaciones de los fenómenos observados.

6) Conclusiones: a ellas se arriban al finalizar la actividad, donde se valora la correspondencia o no con los resultados esperados, las posibles fuentes de errores y las explicaciones correspondientes. Se debe orientar la concepción de nuevos problemas.

Una de las mayores dificultades en el enunciado de estos problemas radica en la jerarquización de habilidades aritméticas por encima del razonamiento químico que deben realizar los estudiantes y la carencia de enfoque educativo en dicho enunciado, el cual muy pocas veces involucra datos relacionados con el desarrollo local, productivo o alguna problemática comunitaria.

En cuanto al lugar que ocupa el estudio de los problemas químicos con cálculos, podemos decir que estos se abordan a lo largo de todo el estudio de la Química. Desde los primeros conceptos y leyes que se estudian en el nivel medio básico, surge la necesidad de aplicar el cálculo matemático a los conocimientos químicos. Así, por ejemplo, al estudiar los conceptos de masa atómica relativa, masa molar, símbolos, fórmulas, reacciones y ecuaciones químicas, la ley de conservación de la masa y el principio de Avogadro, existen las condiciones necesarias para resolver problemas de tipo: masa – masa; masa – volumen y volumen – volumen.

Los problemas químicos con cálculos se estudian en la enseñanza media como vía para la adquisición, consolidación y comprobación de los conocimientos químicos, pero deben abordarse de forma sistemática para lograr el desarrollo de la habilidad hasta alcanzar la competencia y lograr el desarrollo del pensamiento tanto lógico como científico y potencie los conocimientos químicos en los estudiantes. Estos problemas se irán haciendo

más complejos en la medida en que se vayan estudiando nuevos contenidos. Así, si se trata de sustancias gaseosas y los alumnos ya han estudiado el volumen molar, se podrá realizar cálculo combinado donde conociendo el volumen determinen la masa y viceversa.

La formulación adecuada de los problemas químicos de cálculo, garantizan la formación politécnica laboral de los estudiantes, la vinculación del contenido químico con la vida, la orientación profesional, y cumplen con la labor educativa desde la instrucción, como vía para lograr la independencia cognoscitiva en los estudiantes jóvenes y adultos.

Los problemas químicos de cálculo deben resolverse de forma independiente por los estudiantes bajo la dirección del profesor, quien deberá tener siempre presente el seguimiento al diagnóstico y el aprovechamiento de las potencialidades y capacidades de sus estudiantes, de ahí, que los mismos deben tener carácter diferenciado.

En el tránsito de una a otra etapa debe incluirse las recomendaciones para la formación de habilidades que sugeridas Chernovielskaya (1982), en su libro sobre Metodología de la Enseñanza de la Química son avaladas por el Rojas (1990. p. 73), al plantear los puntos de vista que deben tenerse en cuenta por el profesor como objetivos recomendables para potenciar el pensamiento lógico y el conocimiento químico durante la elaboración de los problemas químicos con cálculo:

- 1.- ¿Cuáles conceptos, leyes, teorías y hechos deben ser consolidados en el proceso de resolución? ¿Cuáles de las propiedades de las sustancias estudiadas y qué reacciones químicas deben tenerse en cuenta en el proceso de resolución?
- 2.- ¿Cuáles son los procedimientos de resolución del problema que deben formarse?
- 3.- ¿Cómo analizar y comprender el texto del problema para su resolución?
- 4.- ¿Qué funciones didácticas cumple la resolución del problema dado, repaso, generalización, consolidación del nuevo material, comprobación de conocimientos, ejercitación, etc.

Al respecto los autores consideran tenerse en cuenta un quinto y sexto objetivo, que relacione ¿en qué medida se educa desde la instrucción en la orientación y resolución del problema químico con cálculo y cómo se refleja la problemática agroindustrial, productivo o ambiental local? ¿Cómo la situación problémica estimula el razonamiento científico del estudiante?

En el nivel medio los problemas químicos con cálculo se desarrollan sobre la base de fórmulas de las sustancias, de ecuaciones de reacciones químicas, de la concentración de disoluciones, del calor involucrado en las reacciones químicas, donde se analiza el comportamiento de magnitudes como: la masa, la cantidad de sustancia, el volumen y el número de partículas, entre otras. Para efectuar los cálculos sobre la base de una reacción química, además de tener la ecuación de la reacción química en cuestión ajustada, es necesario disponer de los datos necesarios para su resolución.

En la concepción y resolución correcta de los problemas químicos con cálculos que se estudian en el nivel medio, lo más importante, es que cumplan con la esencia química en la interpretación y aplicación de leyes, principios y teorías, y además tener dominio de

las habilidades de cálculo matemático necesarias para el caso en cuestión, de ahí que se debe concientizar al estudiante sobre la importancia del desarrollo de habilidades en la resolución de este tipo de problema y su aplicación en la vida cotidiana.

Reiterando la diferencia entre ejercicio y problema a grandes rasgos puede decirse, que tal distinción está dada por la subdivisión del nivel aplicativo, en reproductivo y productivo (Bermúdez y Rodríguez (1999). Durante la resolución de ejercicios, prima la reproducción de los conocimientos e instrumentaciones, durante la resolución de problemas, prevalece la aplicación.

En la medida en que se vaya avanzando en el curso de Química en el nivel medio los cálculos químicos irán alcanzando una mayor complejidad para su contribución al desarrollo del pensamiento lógico de los estudiantes y de la competencia profesional para su resolución. De esa forma podrán desarrollarse ejercicios integradores que involucren acciones de cálculo químico, como la que mostraremos a continuación.

Teniendo en cuenta la composición de los ácidos y las bases, prediga las propiedades ácido – base de la disolución de amoníaco (NH_3). ¿Qué masa de dinitrógeno (N_2) reaccionará con suficiente hidrógeno (H_2) para obtener 51g de amoníaco (NH_3)? ¿qué volumen ocupará el gas obtenido?

Datos: $M(\text{N}_2) = 28 \text{g.mol}^{-1}$ $M(\text{NH}_3) = 17 \text{g.mol}^{-1}$

Como podrá observarse en la actividad que se propone, se crea una situación problemática o contradictoria al nivel alcanzado por los estudiantes, la solución de la misma requiere de la aplicación de los pasos propuestos por Chernovielskaya (1982), acompañados de la aplicación de conocimientos previos de los estudiantes, que sirven de base para la solución de la situación problemática antes creada.

En un primer momento se consolidará las propiedades ácido – base de las disoluciones siguiendo el siguiente procedimiento:

Una vez que el profesor analice algunos ejemplos de ácidos y bases enfatizando en la clasificación de cada una de esas sustancias, sobre la base de su composición, colocando dos columnas con cada tipo de sustancia previamente clasificada, puede replantear a los estudiantes, la primera parte de la actividad de carácter teórico – práctico orientada:

Prediga las propiedades ácido – base de la disolución acuosa de amoníaco, NH_3 .

Si se tiene en cuenta su composición química, los estudiantes la clasificarían como un ácido, teniendo en cuenta la presencia de átomos de Hidrógeno, H, en su composición, (NH_3) Se comprobará en la práctica el carácter ácido – base de la disolución mediante el siguiente procedimiento:

1.- El profesor orientará a los estudiantes, proceder a la identificación de las propiedades ácido – base de la disolución haciendo uso de los indicadores.

Al identificarla experimentalmente mediante indicadores se comprueba su comportamiento como una base, esto produce una situación contradictoria o problemática en los estudiantes respecto a sus conocimientos previos, teniendo en cuenta la composición de la sustancia anhidra representada, (NH_3).

Para solucionar la contradicción creada el profesor orientará la realización de una secuencia de pasos o procedimientos problémicos de búsqueda parcial:

a). - Análisis de la estructura electrónica del átomo de Nitrógeno, sobre la base de la teoría de Lewis.

b). - Determinación de la estructura de Lewis para la molécula de amoníaco, NH_3 , hacer énfasis en el par de electrones no compartidos del átomo de nitrógeno capaz de aceptar un protón.

c). - Análisis de la estructura de la molécula de agua, tener en cuenta la presencia de los enlaces por puente de hidrógeno y la posibilidad de autoionizarse, propiciando la formación del ión amonio y la generación de grupos hidroxilos.

d). - Análisis de la formación, composición y estructura de la molécula de Hidróxido de Amonio, como producto de la unión de las moléculas de las sustancias anteriores. $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{NH}_4\text{OH}(\text{ac})$. El ion OH^- presente en la disolución, es el causante de la coloración roja y el comportamiento básico de la disolución acuosa del amoniaco.

De esta forma se resuelve la situación problémica creada, con la participación activa de los estudiantes y se ampliarán los conceptos de ácido y base hasta este momento tratados a un nivel empírico – analítico. A partir de este momento estos conceptos se definirán a la luz de una nueva teoría.

e). - Ampliación de los conceptos de ácido y base según la teoría de Brönsted – Lowry. Ácido: Cualquier sustancia química o ión portadora de protones.

Base: Cualquier sustancia química iónica o molecular capaz de aceptar un protón.

Luego de resolver esta primera parte del ejercicio; es decir, su esencia química, de por sí, muy estimulante para los estudiantes por su naturaleza teórico – experimental, completaremos la solución aritmética del resto del ejercicio.

Conclusiones

La resolución de problemas químicos con cálculos constituye uno de los objetivos del programa de Química en la Educación de Jóvenes y Adultos, su realización correcta permite el desarrollo del pensamiento lógico y de habilidades intelectuales en los estudiantes, además permite vincular la química con la vida en un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador.

Los problemas químicos con cálculos requieren del análisis de la esencia del fenómeno desde el punto de vista químico, así como de las habilidades aritméticas para su resolución.

El desarrollo de la competencia profesional resolución de problemas químicos con cálculo, requiere del entrenamiento a los estudiantes basado en el uso de determinados procedimientos metodológicos y de su actividad independiente bajo la dirección del profesor, el cual debe tener muy presente el diagnóstico de cada uno de sus estudiantes y su atención sistemática para el tránsito a un nivel de aprendizaje cualitativamente superior.

El profesor de Química debe aprovechar las potencialidades y experiencia de los estudiantes para vincular la resolución de problemas de cálculos químicos cuantitativos con la vida y el contexto, consolidando la relación estructura - propiedades -aplicaciones de las sustancias.

Los cálculos químicos deben elaborarse sobre la base de problemáticas reales en procesos productivos, industriales o comunitarios evidenciando la relación de la química con la vida.

Como resultado de la aplicación de los procedimientos y pasos metodológicos orientados en el trabajo, se contribuyó al desarrollo de la competencia profesional: resolución de problemas químicos de cálculo, lo que propició un mejoramiento del desempeño profesional pedagógico de los profesores de Química en la Educación de Jóvenes y Adultos.

Referencias bibliográficas

- Bermúdez y Rodríguez, (1999). *Teoría y Metodología del aprendizaje*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Chernovielskaya, (1982): *Metodología de la enseñanza de la química*. Editorial Moscú.
- González, V. (2002): *La orientación profesional en la Educación Superior: una alternativa teórico - metodológica para la formación de profesionales competentes*. Ponencia en III Convención Internacional de Educación Superior. La Habana. Cuba.
- Hedesa, Y.J. (2013). *Didáctica de la Química*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Huffman, D. (1997). Effect of Explicit Problem-Solving Instruction on High School Students' Problem-solving Performance and Conceptual Understanding of Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 34, n. 6, 551-570.
- Ministerio del trabajo y seguridad social. (1999) *Resolución No. 21/ 99*. La Habana.
- Quintanilla, M. (2012). La investigación en evaluación de Competencias de Pensamiento Científico desde la formación continua del profesorado. Algunas directrices epistemológicas. En M. Quintanilla (Comp.), *Las competencias de pensamiento científico desde 'las voces' del aula* (pp. 1546). Chile: Bellaterra

Rojas (1990). *Metodología de la enseñanza de la Química*. La Habana: Pueblo y Educación.

Spencer LM, Spencer LM. (1993): *Competence and work*. New York: Wiley and Sons.

Woodruffe, (1993): What is meant by a Competency? *Development Journal*.

.