

Original

Comprensión sistémica de Química General mediante ejercicios integradores intradisciplinarios en la carrera Licenciatura Química.

Systemic understanding of General Chemistry by means integrative intradisciplinary exercises in Chemical Degree career

M. Sc. Juan Leonides Bataille Vedey, Universidad de Oriente, Cuba, leonides@uo.edu.cu

M. Sc. Isabel Almenares Verdecia, Universidad de Oriente, Cuba, veralis@uo.edu.cu

Recibido; 22/02/2019 Aceptado: 29/09/2019

Resumen

El artículo demuestra la comprensión sistémica de la Química General por los estudiantes de la carrera Licenciatura en Química en la universidad de Oriente, Santiago de Cuba, utilizando ejercicios integradores intradisciplinarios. La propuesta incluye 20 ejercicios, la concepción metodológica para su elaboración y la metodología para la implementación en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura. El empleo de métodos teóricos permitió tener en consideración investigaciones realizadas por autores nacionales e internacionales que abordan el tema. Los resultados alcanzados con la aplicación de métodos empíricos demostraron la comprensión de los contenidos como un sistema.

Palabras clave: comprensión sistémica; ejercicios integradores intradisciplinarios; química general

Abstract

The article demonstrates the systemic understanding of the General Chemistry for the students of the career Chemical Degree at East University, Cuba, using integrative intradisciplinary exercises. The proposal includes 20 exercises, the methodological conception for its elaboration and the methodology for the implementation in the teaching-learning process of the subject. The use of theoretic methods allowed to take into consideration investigations carry out by national and international authors on the topic. The results achieved with the application of empiric methods demonstrated the understanding of the contents as a system.

Keywords: systemic understanding; integrative intradisciplinary exercises; General Chemistry

Introducción

Para la resolución de actividades en Química, se pueden encontrar varios niveles de integración según los contenidos. El autor Arteaga, (2010, p. 12), los resume en dos; “el nivel de integración intradisciplinar y el multidisciplinar y sostiene que la intransdisciplinariedad

como el primero, pues se produce cuando el estudiante ve la necesidad de integrar conocimientos y habilidades de una misma disciplina o asignatura”. De aquí se infiere lo elemental de éste nivel.

La experiencia de los autores del presente trabajo lleva considerar, que es insuficiente el tratamiento intencionado a las acciones encaminadas a darles salida a la intradisciplinariedad a través de los entrenamientos a los estudiantes. Todo parece indicar que lo consideran como un asunto sencillo. Por tanto, estudiantes como docentes, deben dominar los procedimientos. Así lo demuestra el hecho de que, al hablar de tarea integradora inmediatamente se piensa en vínculo entre diferentes asignaturas, o sea, un nivel más alto. Sin embargo, la intradisciplinariedad constituye la clave para la comprensión de una asignatura o disciplina del currículo escolar para luego abordar los niveles superiores de integración. De ahí la importancia que tiene, desde esta perspectiva la divulgación de trabajos con esta temática.

Este punto de vista es compartido por los autores Delfino, F. A. y Lovaina, A. X, (2014, p. 5) cuando expresan “la necesidad de fortalecer el nivel interdisciplinar para un profundo dominio de la asignatura y los nexos que en ella se establecen, con el objetivo de poder articularlos y relacionarlos posteriormente con otras asignaturas del currículo”. Desde un análisis similar, el investigador Vélez-Cardona, W, (2013, p. 8-9) ve como “un error cometido en la universidad, asumir que la integración de conocimientos la trabaja el estudiante por su cuenta, sin que sea necesario hacer nada deliberado para propiciarlos”. Dicho autor presta gran importancia al trabajo docente con este enfoque, y por ello lo encara “como aquella operación por medio de la cual se construyen elementos interdependientes y solidarios que estaban disociados al inicio, propiciando el que pueda funcionar de manera articulada. (p. 5) Todo lo anterior confirma que la integración intradisciplinar no se logra deliberadamente, es necesario crear las condiciones de aprendizaje. De hecho, la estructura clásica de las disciplinas académicas prevén este momento integrador como parte del ciclo de su aprendizaje (Agustín, V. T, 2009). Este autor advierte que la no observancia de esta idea provoca serias dificultades en el aprendizaje por parte de los estudiantes. Tal situación se evidencia en el artículo presentado por las autoras Galagovsky, L.; Giudice, J. (2015 p. 86-87), donde citan a los investigadores Nurrenbern y Pickering (1987) por los resultados de una investigación. En el análisis de los resultados las autoras plantean que “los estudiantes del primer nivel universitario estarían aprendiendo a resolver problemas de estequiometría mediante cálculos y procedimientos algorítmicos para los cuales se los entrena durante las clases. Sin embargo, no estarían imaginándose qué significan las reacciones a nivel atómico-molecular.” Se demuestra aquí que los estudiantes no estaban preparados para un

análisis integrar de los contenidos vinculados al cálculo estequiométrico con el nivel atómico-molecular de las reacciones químicas. Es decir, no se les entrenó para verlos en forma de sistema, integrado. Eso demuestra que el estudiante no está en condiciones de integrar los contenidos si no se les entrena para ello.

Un entrenamiento fragmentado en la disciplina conlleva a un aprendizaje, igualmente, fragmentado. Del análisis de las investigadoras se deja entre dicho el valor didáctico de la integración intradisciplinar y la necesidad del entrenamiento de los estudiantes para la comprensión sistémica de la Química general.

Las valoraciones de los autores anteriores se corresponden con las conclusiones presentadas por Hanson y Wolfskill (1998), citados por Raviola A., Gennari F. y Bamboa Andrade J. (1999 p. 5), los cuales, al referirse a la enseñanza de la Química General, expresan que los métodos tradicionales de enseñanza utilizados en instituciones universitarias no cubren las necesidades educativas de los estudiantes: ellos presentan dificultades en la comprensión.

En la integración intradisciplinar se plantean nuevas relaciones en busca de una comprensión más completa de la asignatura o disciplina, organizada en su totalidad, en la que coinciden múltiples procesos de interrelaciones para que el todo funcione como un sistema. La intradisciplinariedad se puede concebir a partir de los nodos cognitivos que se manifiestan en la asignatura. A partir de esta idea, en los entrenamientos que se realicen, al elaborar las preguntas en un ejercicio integrador intradisciplinar, las respuestas esperadas deben estar dirigidas a nodos cognitivos, los cuales son considerados como nodo de integración.

En los ejercicios integradores para encontrar los nodos integradores se requiere la realización de operaciones o acciones para encontrar otros nodos cognitivos que también tienen la función integradora dentro del ejercicio integrador para llegar a la respuesta más generalizadora. Esa integración en los ejercicios garantiza un aprendizaje significativo, pues posibilita que el alumno relacione de manera no arbitraria y sustancial la nueva información con los conocimientos y experiencias previas y familiares que ya posee en su estructura de conocimientos o cognitiva. (Díaz-Barriga, F. y Hernández-Roja, G., (s/f), p. 29)

La elaboración de ejercicios integradores intradisciplinarios por el profesor y su uso en los entrenamientos de los estudiantes constituye una importante herramienta para un aprendizaje sólido.

En la presente investigación se alcanzan resultados positivos en la comprensión del programa de Química en la carrera Licenciatura Química para reafirmar el decisivo papel que juega la asignatura, a través de este enfoque en la formación de la base cultural

química, lo que debe garantizar el aprendizaje en otras disciplinas de esta ciencia en correspondencia con el plan de estudio en el proceso de formación profesional.

El presente trabajo se propone demostrar la comprensión sistémica de los contenidos del programa de Química General por los estudiantes a través de entrenamientos con ejercicios integradores intradisciplinarios en la carrera licenciatura Química.

Población y muestra

Sirvieron de fundamentos en la metodología para la elaboración de los ejercicios integradores los rasgos distintivos que deben tener las tareas integradoras propuestas por Perara (2000), citado por García G., López V., González B. (2015). También se asume las consideraciones para la elaboración, desarrollo y solución exitosa de tareas docentes integradoras que sugiere el autor García G. (2015). En los ejercicios intradisciplinarios el eje de integración fue el nodo intradisciplinar. En particular los contenidos del programa Química General seleccionados para el entrenamiento.

Además de esto presupuestos, también, se pensó en la necesidad considerar los objetivos y las habilidades de los temas del programa de Química General; en la existencia de una o más preguntas como parte de la estructura de los ejercicios integradores, y para arribar a la respuesta fuera preciso integrar contenidos del sistema conceptual del tema escogido para dicho ejercicio o de otros temas del programa; de la misma forma se consideró la utilización de métodos desarrolladores para la resolución de los ejercicios en vínculo con un aprendizaje significativo a partir de las ideas planteadas por Díaz-Barriga F. y Hernández-Roja G., (s/f); también se tuvo en cuenta que el estudiante fuera adquiriendo una visión sistémica de los contenidos del programa en la medida que resuelva los ejercicios integradores, al necesitar de la aplicación habilidades y conocimientos de diferentes temáticas.

En general se puede decir que estructuralmente los ejercicios están formados por interrogantes. Algunas pueden no estar declaradas abiertamente en el ejercicio; pero su solución es esencial en el proceso de solución de la respuesta general que demanda el ejercicio integrador. Estas interrogantes entrelazadas por nodos cognitivos en búsqueda de una respuesta, forman los ejercicios integradores intradisciplinarios de la propuesta.

La propuesta se llevó a cabo en el programa de Química General con estudiantes del primer año de la carrera Licenciatura en Química de la Universidad de Oriente, Cuba, en el primer semestre. En la investigación fueron tomados en cuenta dos cursos escolares. En ambos cursos se seleccionó una muestra intencional de 14 estudiantes.

En uno de los cursos, los ejercicios de las clases prácticas fueron elaborados para su

aplicación de la forma tradicional, es decir, de forma fragmentada, y no era necesario apoyarse en contenidos de otros temas. Solo en algunos casos se integraban los contenidos, pero sin que predominara esa intención. Al finalizar el semestre se aplicó el examen generalizador, con el propósito de evaluar el nivel de comprensión del programa. Con tal fin, se aplicaron preguntas integradoras intradisciplinarias, similares a las que aparecen en los ejemplos.

En el siguiente curso escolar se utilizó la variante de llevar a todas las clases prácticas ejercicios integradores intradisciplinarios.

En las clases prácticas el desempeño de los estudiantes fue controlado a través de observaciones, las evaluaciones sistemáticas y entrevistas. La constatación del nivel de comprensión del programa se realizó a través del examen final que se aplicó.

Los ejercicios integradores intradisciplinarios fueron elaborados para las clases prácticas de los temas # 2, Cálculo estequiométrico y disoluciones y del tema # 3 Las reacciones químicas.

Análisis de los Resultados

Los ejercicios integradores intradisciplinarios para las clases prácticas fueron elaborados según la metodología analizada, y como resultado se resume que:

- Responden a los objetivos del programa. Llevan implícito las habilidades que deben dominar los estudiantes para poder accionar de forma correcta con el sistema conceptual que contiene del programa.
- En la concepción de cada uno de ellos aparecen una o más preguntas como nodo de integración, pues para responderlas es necesario responder interrogantes que aunque no son explícitas en la pregunta, el conocimiento de su respuesta necesario para dar una solución correcta al ejercicio. De esa forma se requiere integrar el sistema conceptual y de habilidades del programa donde lo requiera.
- Se elaboraron teniendo en cuenta la necesidad de sistematizar los contenidos donde los estudiantes han manifestado las mayores dificultades.
- Para su solución se requiere de un pensamiento investigativo, donde son necesarios métodos tales como el análisis y la síntesis, la inducción, la deducción, etc.
- Conducen al aprendizaje significativo por cuanto el estudiante aprende de forma intrínseca durante el proceso de búsqueda e integración de los contenidos y aprende a aprender; propiciando su desarrollo.
- A partir de ellos se pueden elaborar otros ejemplos con el propósito de ejercitar con enfoque integrador intradisciplinario.

Ejemplos de ejercicios para los temas escogidos

Tema, Cálculo estequiométrico y disoluciones

Estequiometría

1. Determine el contenido de nitrógeno en el nitrato de amonio y de sulfato de cobre en el sulfato de cobre (II) pentahidratado.
2. Calcule la masa de óxido de calcio que se puede obtener por calentamiento de 200 g de piedra caliza que contiene un 95% de carbonato de calcio.
3. Calcule la masa de sulfato de sodio que se forma por reacción completa de 10 g de ácido sulfúrico con la masa necesaria de hidróxido de sodio.
4. La aspirina ($C_9H_8O_4$) se produce haciendo reaccionar ácido salicílico ($C_7H_6O_3$) con anhídrido acético ($C_4H_6O_3$), en donde además se produce ácido acético ($C_2H_4O_2$). Si se mezclan 100 g de cada uno de los reactivos, ¿Cuál será la masa de aspirina que se obtendrá?
5. Una moneda de plata pesó 5,82 g y se disolvió en ácido nítrico. Toda la plata contenida en la disolución fue precipitada como cloruro de plata el cual se secó y pesó 7,20 g. Determine el porcentaje de plata en la moneda.
6. Uno de los métodos para determinar la masa molar de las proteínas se basa en el análisis químico. En el análisis de una muestra de hemoglobina se encontró 0,335 % de hierro. ¿Cuál es la masa molar de la hemoglobina, si cada molécula de esta sustancia tiene un átomo de hierro?
7. Se ha determinado que en la bahía de Santiago de Cuba hay 50 000 millones de átomos de oro en cada gota de agua de mar. Si 30 gotas de agua de mar tienen una masa de 1 g, determine la masa de oro que hay en una tonelada de agua de mar. En base al valor obtenido, diga si considera adecuado analizar un proyecto para extraer oro de la bahía.

Disoluciones

8. El ron Paticruzado que se fabrica en la ciudad de Santiago de Cuba tiene un 38% en masa de alcohol. Se ha determinado que al ingerir este ron, el 15% de alcohol que este contiene pasa a la sangre, la cual tiene en la persona adulta un volumen total de 7 litros.
 - a. Determine la concentración en g/L de alcohol en sangre de un individuo que ha bebido dos tragos dobles de Paticruzado (640 g de masa total).
 - b. Diga si el individuo está intoxicado o no, considerando que una concentración molar de alcohol en sangre de 8 g/L es el índice de intoxicación en un adulto normal según las normas policia.
9. Determine el volumen de ácido sulfúrico concentrado, de densidad 1,836 g/ml al 98 % en masa que debe contener 40 g del mismo.
10. Qué volumen de ácido nítrico concentrado al 70% en masa y densidad 1,42 g/ml, se necesita para disolver 500 g de cobre metálico según la siguiente ecuación de reacción:



11. Se tiene una mezcla de polvo de cobre y cinc que contiene 35% de cobre, siendo la masa total de la mezcla de 8 g. La mezcla se trató con ácido clorhídrico para separar el cinc del cobre. Calcule el volumen de disolución de ácido clorhídrico necesario para la reacción, si este está al 36% en masa y tiene una densidad de 1,18 g/ml

12. En la reacción de 30 g de cinc con 200 ml de ácido clorhídrico al 36 % en masa y densidad de 1,18 g/ml, para producir cloruro de cinc y dihidrógeno. Determine la concentración del cloruro de cinc formado si este está contenido en un volumen de 250 ml de disolución.

Tema, Las reacciones Químicas

1. El cloruro de amonio se obtiene en el laboratorio por reacción de 50 ml de amoníaco de densidad 1,20 g/ml al 25 % en masa y 40 ml de ácido clorhídrico de densidad 1,18 g/ml al 37 % en masa. ¿Cuál será el % de hidrólisis de la sal? y ¿qué color tomarán 200 ml de la misma frente al indicador bromotimol azul?

$$K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

2. Calcule la masa de precipitado que se forma (si es que se forma) al mezclar 25 ml de nitrato de estroncio 0,05 mol/L con 10 ml de sulfato de sodio 0,15 mol/L

3. Para obtener ácido cianhídrico se parte de 2 mol de cianuro de sodio y 15 ml de ácido clorhídrico de densidad 1,32 g/ml, que se encuentra al 35% en masa, obteniéndose además, cloruro de sodio. ¿Qué color tomará la disolución ácido cianhídrico en presencia del indicador rojo de metilo, si el volumen total del ácido cianhídrico es de 1L?

4. Para obtener fluoruro de sodio se parte de 150 ml de disolución de ácido fluorhídrico de densidad 1,05 g/ml que se encuentra al 15% en masa, y de 100 g de hidróxido de sodio. Determine el pH de la disolución resultante (fluoruro de sodio) si la misma está contenida en 150 ml de disolución. ¿Qué color tomará dicha disolución en presencia del indicador fenolftaleína?

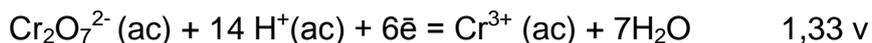
5. Para obtener acetato de sodio se parte de 15 ml de ácido acético de densidad 1,026 g/ml, que se encuentra al 20 % en masa y de 10 g de hidróxido de sodio. Determine el pH de 100 ml de disolución de dicha sal y diga ¿qué color tomará la misma en presencia de la fenolftaleína?

6. El cinc reacciona con el ácido nítrico para formar nitrato de cinc, nitrato de amonio y agua. Si se ponen a reaccionar 2 mol de cinc con 10 ml de ácido nítrico de densidad 1,56 g/ml al 71 % en masa. Determine:

a. El pH de la misma si esta disolución está contenida en un volumen de 1L

b. El color que la misma tomará frente al indicador tornasol

7. Se tienen los siguientes pares redox:



a) Determine el potencial de la celda formada cuando el pH del medio es igual a 1. ¿Será espontánea esta reacción bajo las nuevas condiciones?

La reacción que se produce en la celda anterior se representa por la ecuación:



b) Si se dispone de una disolución de ácido sulfúrico de densidad 1,10 g/ml al 15%, calcule el volumen que se necesita del mismo para obtener 500 g de sulfato de plata.

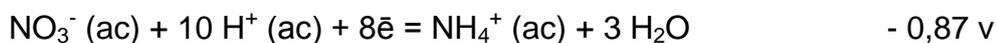
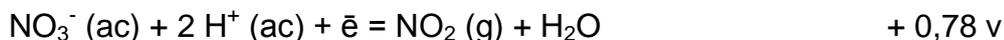
8. ¿Qué volumen de ácido nítrico 0,1 mol/L es necesario poner a reaccionar con cinc metálico para obtener 12 g de nitrato de amonio? Producto de esa reacción se obtiene, además, nitrato de cinc y agua.

a. Determine el pH de la disolución de nitrato de amonio, cuando esta sal está contenida en medio litro de disolución.

b. Demuestre la espontaneidad de esta reacción bajo condiciones estándar, a partir de los valores de potenciales normales de reducción.

Datos:

$$K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$$



En el curso escolar donde los estudiantes resolvieron ejercicios fragmentados en las clases prácticas, se observó un desempeño positivo de los estudiantes. Este resultado pudiera indicar un aprendizaje efectivo del programa. Ese punto de vista era sostenido por los estudiantes y quedó reflejado al ser entrevistados para conocer su opinión acerca de la complejidad, o no, de los ejercicios. La gran mayoría manifestó que estaban “fáciles” y que comprendían la Química General. Sin embargo, en el examen de fin de semestre, era preciso integrar contenidos para responder las preguntas. Los objetivos y habilidades habían sido ejercitados por los estudiantes; los resultados mostraron un aprendizaje contrario a lo esperado. La cifra de aprobados solo alcanzó el 42,85%.

Estos resultados indican que la ejercitación de los contenidos de manera fragmentados no garantiza un aprendizaje efectivo de la Química general, por cuanto, como se observa, más del 50% de los estudiantes no fue capaz de integrar los contenidos.

En las observaciones al desempeño de los estudiantes, realizadas en las clases prácticas, del curso escolar donde se utilizó la propuesta de ejercicios intradisciplinarios, se evidenció

un pobre desarrollo en las primeras actividades planteadas. Para revertir la situación, fue necesario la intervención del profesor con un determinado nivel de ayuda, de esa forma inculcar en los estudiantes confianza en sus posibilidades y de una estrategia de trabajo similar a como se resuelven los problemas en la ciencia, que les permitiera enfrentar la solución de los ejercicios intradisciplinarios.

A medida que transcurría el tiempo, los estudiantes fueron ganando en seguridad hasta que poco a poco se involucraron en la resolución de la tarea planteada de forma activamente. De esa forma elevaron la motivación por la actividad que realizaban. Dicha motivación e interés se reflejó por el entusiasmo y el deseo de realizar nuevos ejercicios. De igual forma se observó un crecimiento paulatino de la independencia de los estudiantes en las clases prácticas; en la misma medida, las habilidades para integrar los contenidos del programa fueron desarrollándose. Tal situación se comprobó en las observaciones personalizadas realizadas por el profesor. Como era de esperar, al realizar la entrevista, los estudiantes manifestaron que al principio les resultó muy difícil resolver los ejercicios integradores; algunos llegaron a revelar la preocupación que tenían al considerar, que la Química General podría ser la asignatura que provocaría, una decepción en la carrera.

En relación con el aprendizaje, todos coincidieron en que estaban aprendiendo. Al aplicar el examen de fin de semestre con preguntas integradoras intradisciplinarias, se logró el 78,57% de promoción.

Los resultados de promoción de los estudiantes entrenados con ejercicios integradores intradisciplinarios, en el curso escolar, para luego realizar el examen al finalizar el semestre, demuestran las ventajas de este proceder.

Lo anteriormente analizado permite afirmar lo siguiente:

- La ejercitación de los contenidos de forma fragmentada no garantiza un aprendizaje integrar del programa de Química General. Este resultado coincide con el presentado en el artículo de los autores Galagovsky Lydia y Giudice Jimena.
- Los resultados del aprendizaje de los estudiantes entrenados con ejercicios integradores intradisciplinarios son superiores a los que obtienen los entrenados con ejercicios fraccionados o tradicionales.
- Las evaluaciones finales con preguntas integradoras intradisciplinarias permite hacer una valoración del nivel comprensión del programa de Química General por los estudiantes.

Conclusiones

1. Los fundamentos teóricos analizados han permitido demostrar la necesidad de la elaboración de ejercicios intradisciplinar, y su utilización en el entrenamiento de los estudiantes para favorecer el aprendizaje.

2. La elaboración de los ejercicios integradores intradisciplinarios, sobre la base de los puntos de vista de los autores aludidos, pueden conducir al aprendizaje significativo y desarrollador.
3. El entrenamiento con la utilización de ejercicios integradores intradisciplinarios propician resultados positivos en las evaluaciones finales de los estudiantes, lo que permite hacer una valoración objetiva del nivel de comprensión sistémica del programa de Química General. Lo cual se confirmó con la aplicación de los métodos empíricos utilizados.

Referencias bibliográficas

- Agustín Vicedo, T. (2009). La integración de conocimientos en la educación médica. *Educación Médica Superior*, 23(4), 226-237. Recuperado en 23 de junio de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086421412009000400008&lng=es&tlng=es.
- Arteaga Valdés, E. (2010). *Las tareas integradoras: un recurso didáctico para la materialización del enfoque interdisciplinario del proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias exactas*. Ponencia presentada en el Congreso Iberoamericano de Educación METAS 2021, Buenos Aires, Argentina. Obtenido en 10 de mayo de 2018 de http://www.adeepra.org.ar/congresos/Congreso%20IBEROAMERICANO/COMPETENCIASBASICAS/R0854_Arteaga.pdf
- Delfino, F. A. y Lovaina, A., X. (2014). La intradisciplinariedad en las Ciencias Naturales: vías para su implementación en la Secundaria Básica. *EduSol* [en línea], 14 (Enero-Marzo) Recuperado en 3 de abril 2018 de <http://www.redalyc.org/www.redalyc.org/articulo.oa?id=475747187001> ISSN .
- Díaz-Barriga, F. y Hernández-Rojas, G. (s/f) Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista. 2ª edición. Editores Mc Graw Hill. Capítulo 2 Constructivismo y Aprendizaje Significativo. Visión panorámica del capítulo. Recuperada en agosto 14 de 2018 en http://estilosdeaprendizaje.yolasite.com/resources/frida_gerardo.pdf
- Galagovsky, L., y Giudice, J. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos. *Ciência&Educação (Bauru)*, 21(1), 85-99. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010006>.
- García, G. A., López, V. V., González, B. M. (2015). Tareas docentes integradoras en la física escolar. *Atenas*, 2 (30), 1-13. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=478047206001>.

- Ortiz-Cárdenas, T., y Travieso-Valdés, D. (2017). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): opción pedagógica en el proceso de formación universitaria. *Congreso Universidad*, 6(6). Recuperado de <http://www.congresouniversidad.cu/revista/index.php/rcu/article/view/977>
- Raviola A., Gennari F., y Andrade J. (1999). Integración conceptual en cursos de Química General. *Educación Química*, 1(0). Recuperado de www.educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf565.pdf1
- Travieso-Valdés, D., y Ortiz-Cárdenas, T. (2018). Aprendizaje basado en problemas y enseñanza por proyectos: alternativas diferentes para enseñar. *Revista Cubana de Educación Superior*, 37(1), 124-133. Recuperado en 26 de noviembre de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142018000100009&lng=es&tlng=es.
- Vélez-Cardona, W. (2013). La integración del conocimiento como fundamento de los estudios generales. *Ciencia y Sociedad*, 38(4), 643-657. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87029731002>.