

Enfoque interdisciplinar desde una clase práctica en la carrera licenciatura en biología

Interdisciplinary approach in a practical class of the bachelor in biology degree

*MSc. Ania M. Cutiño-Jiménez, aniacutino@uo.edu.cu;
Lic. Daniel Carbonell-Yuanis, dancarbc@uo.edu.cu;
MSc. María del Carmen Rodríguez-López, mariac@uo.edu.cu;
MSc. Joaquín Menéndez-Sánchez, jmenendez@uo.edu.cu*

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

El plan de estudios D se caracteriza por la interdisciplinariedad y el empleo de métodos de enseñanza activa. A pesar de su implementación en la carrera Licenciatura en Biología desde el curso 2007-2008, es insuficiente el número de clases y evaluaciones interdisciplinarias que motiven y comprometan el trabajo intelectual de los estudiantes y la necesidad de utilizar diferentes áreas del conocimiento. El presente trabajo se refiere a una clase práctica interdisciplinar, dirigida a estudiantes de quinto año de la carrera, con la integración de las asignaturas Biología evolutiva, Antropología biológica y Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Esta experiencia mejora la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje, a partir de la integración de saberes que se imparten en diferentes asignaturas con la intervención de diferentes docentes, además de que promueve la dedicación y motivación al estudio por parte de los estudiantes.

Palabras clave: Interdisciplinariedad, Biología evolutiva, Antropología biológica, Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología.

Abstract

The plan D of the Bachelor in Biology degree is characterized by the interdisciplinarity and the use of active teaching methods. Although it was implemented in our Department since the academic year 2007-2008, the number of interdisciplinary classes and assessments that motivate and compromise the student intellect by using different knowledge areas is still insufficient. In the present work we analyze an interdisciplinary practical class addressed to students of fifth year integrating the subjects Evolutionary Biology, Biological Anthropology and Social Problems of Science and Technology. According to our experience, this activity improves the quality of the teaching-learning process, based on the integration of different knowledge areas by a team make up of teachers. Moreover, this class promotes the dedication and motivation of the students.

Key words: Interdisciplinarity, Evolutionary Biology, Biological Anthropology, Social Problems of Science and Technology.

Introducción

En la actualidad, la naturaleza cambiante del conocimiento y la complejidad de los problemas a ser resueltos, hacen que el concepto de disciplina con el que se habían estado analizando los mismos, deba ser cambiado y aparezcan otros como interdisciplinariedad, multidisciplinariedad y transdisciplinariedad (Llano Arana *et al.*, 2016, p.322).

El Plan de estudios D tiene como principal transformación la disminución de actividades presenciales y la integración de contenidos intradisciplinarios, interdisciplinarios y multidisciplinarios, con el empleo de métodos de enseñanza activa en la impartición de las asignaturas (MES, 2007a, p.5). Comenzó a aplicarse en nuestra carrera a partir del curso 2007-2008, pero aún es insuficiente el número de actividades y evaluaciones integradoras a nivel de años y disciplinas y algunos controles a clase han demostrado que no se logran los nexos necesarios con los contenidos de otras asignaturas y disciplinas para una mejor comprensión del contenido impartido y las actividades docentes no siempre motivan ni comprometen el trabajo intelectual de los estudiantes y la necesidad de utilizar diferentes áreas del conocimiento.

Al tomar en cuenta esta dificultad, entre las líneas del trabajo metodológico de la Carrera se ha priorizado el fortalecimiento de la gestión didáctica para elevar la calidad en la formación integral del profesional, dirigiendo el trabajo metodológico hacia la interdisciplinariedad y el perfeccionamiento del sistema de evaluación. Este trabajo ha permitido además aportar ideas para el diseño del plan de estudios E, que incluye entre sus bases conceptuales, un mayor nivel de esencialidad en los contenidos de las disciplinas y la necesidad de incluir enfoques intra, inter y transdisciplinarios (MES, 2016, pp.10-11).

Como parte de las actividades se realizó una Clase Metodológica Demostrativa que involucró al colectivo de profesores y estudiantes del quinto año, considerando la experiencia de los docentes en el desarrollo de seminarios y clases prácticas integradoras. La actividad consistió en una clase práctica interdisciplinar entre las asignaturas Biología evolutiva, Antropología biológica y Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología (PSCT).

Desarrollo

La interdisciplinariedad constituye una necesidad en el mundo actual, debido a que el desarrollo científico técnico transita hacia niveles de mayor integración. Los estudiantes universitarios necesitan conocer distintas formas de integración de conocimientos para resolver problemas mediante un abordaje multidimensional que no se logra desde las disciplinas aisladas y con fragmentación del conocimiento. Como lo expresa Álvarez Pérez (2000):

(...) la interdisciplinariedad ha surgido como resultado de dos motivaciones fundamentales: una académica (epistemológica) y otra instrumental. La primera tiene como objetivo la reunificación del saber y el logro de un cuadro conceptual global, mientras que la segunda, pretende investigar multilateralmente la realidad, por el propio carácter variado, multifacético y complejo de la misma y la necesidad de obtener un saber rápidamente aplicable, en consonancia con la creciente interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad (Álvarez, 2000, p.1).

La presente iniciativa tiene su primera experiencia en el curso 2010-2011 a partir de la integración de las asignaturas Biología evolutiva, Antropología biológica y Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología, que se imparten en el quinto año de la carrera de Biología, en el plan de estudio D.

El colectivo de profesores del año decidió realizar el trabajo interdisciplinar desde una clase práctica, tomando en cuenta lo referido en el artículo 109 de la Resolución No. 210/07 del Ministerio de Educación Superior (2007b, p. 221), “la clase práctica es el tipo de clase que tiene como objetivos fundamentales que los estudiantes ejecuten, amplíen, profundicen, integren y generalicen métodos de trabajo característicos de las asignaturas y disciplinas que les permitan desarrollar habilidades para utilizar y aplicar, de modo independiente, los conocimientos.”

Para el diseño de la actividad, previamente se realizó un trabajo metodológico por parte del colectivo de año, con el objetivo de elaborar un marco referencial en el que se integraron, organizaron y articularon los contenidos que han sido considerados de forma fragmentada desde cada una de las asignaturas implicadas, según lo sugerido por Álvarez Pérez (2000). El artículo 36 de la Res. No. 210/07 (MES, 2007b, p. 213), plantea además que “los colectivos interdisciplinarios deben lograr enfoques coherentes en la integración

y sistematización de contenidos de diferentes disciplinas o a partir de otras necesidades que surjan en el desarrollo del proceso de formación”.

Se eligió la clase práctica Datos moleculares para estimar la filogenia de la familia Hominoidea, un tema que se presta para la realización de un trabajo interdisciplinar y para motivar al estudiante, partiendo del principio de integrar asignaturas que aportan a la solución del problema abordado. El objetivo de la clase consistió en determinar las relaciones filogenéticas entre simios y humanos, utilizando como herramienta el programa MEGA5 para el análisis de datos moleculares e integrando conocimientos de asignaturas de la carrera.

Para garantizar la autopreparación de los estudiantes, y aprovechando la plataforma MOODLE, se les facilitó la literatura en formato digital y una guía que incluía los conocimientos que debían dominar para una mejor comprensión del tema. Al tratarse de una actividad interdisciplinar, se vincula además con el idioma Inglés y las orientaciones están declaradas en este idioma. A continuación se muestran las orientaciones de la actividad:

Practical number 3. Guideline

TOPIC NUMBER 4: Phylogeny

TITLE: Introduction to Molecular Phylogeny

CONTENTS: Inferring a Phylogenetic tree for a primates molecular data set by using the software MEGA5 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis).

REFERENCES:

- 1. Chang, A., M. Scheer, A. Grote, I. Schomburg y D. Schomburg. 2008. BRENDA, AMENDA and FRENDA the enzyme information system: new content and tools in 2009. Nucleic Acids Research 37: 588-592.*
- 2. Lehninger, A.L., D.L Nelson y M.M. Cox. 2008. Principles of Biochemistry (5th ed.). New York; New Delhi: W.H. Freeman.*
- 3. Lemey, P., M. Salemi y A.M. Vandamme. 2009. The Phylogenetic Handbook. Cambridge University Press, USA.*
- 4. Lodish, H., A. Berk, et al. 2007. Molecular Cell Biology (6^{ta} ed.). W. H. Freeman and Company, New York.*

5. Tamura K., D. Peterson, N. Peterson, G. Stecher, M. Nei y S. Kumar. 2011. *MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance and Maximum Parsimony methods. Molecular Biology and Evolution* 28: 2731–2739.
6. Wood, B. y B.G. Richmond. 2000. *Human evolution: taxonomy and paleobiology. Journal of Anatomy* 197(1): 19-60.

Previously you must study the following contents:

- *Taxonomy of the Primates order*
- *Phylogenetic tree: concept and elements of a phylogenetic tree*
- *Methods for inferring phylogenetic trees: Neighbor-Joining (a distance-matrix method) and Parsimony method (a character-state method).*
- *Evaluating the reliability of inferred trees: the Bootstrap analysis*
- *Mitochondrial genes used for Phylogenetics studies*
- *Enzymes Cytochrome c oxidase and Cytochrome b: genes that encode these enzymes, function and subcellular location. For this purpose, you have to remember the respiratory electron transport chain of mitochondria, general characteristics, components and function.*

Data:

Gene CoI: This gene encodes the CO I subunit of the enzyme Cytochrome c oxidase or complex IV. This transmembrane protein is involved in the pathway oxidative phosphorylation, which is part of Energy metabolism (www.brenda-enzymes.info).

Gene CytB: This gene encodes the enzyme Cytochrome b, a component of the respiratory chain complex ubiquinol-cytochrome c reductase (complex III or cytochrome b-c1 complex) (www.brenda-enzymes.info).

En la introducción se les explica a los estudiantes que utilizarán las secuencias de genes y proteínas mitocondriales, que fueron obtenidas a partir de bases de datos internacionales en la clase práctica anterior. Se conformaron seis equipos de trabajo integrados cada uno por dos estudiantes y los conjuntos de datos a analizar se distribuyeron de la siguiente manera:

- Gen Co1 (subgrupo 1)

- Gen CytB (subgrupo 2)
- Genes Co1, Co2, Co3 y CytB (subgrupo 3)
- Enzima CO1(subgrupo 4)
- Enzima CytB (subgrupo 5)
- Enzimas CO1, CO2, CO3 y CytB (subgrupo 6)

Durante el desarrollo de la actividad los estudiantes realizaron dos ejercicios utilizando el programa profesional MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (Tamura *et al.*, 2005), instalado en todas las computadoras del laboratorio.

EXERCISE NUMBER 1. Estimate the genetic distance between the following species and discuss the values obtained.

1. *Pan paniscus and Gorilla gorilla*
2. *Pan paniscus and Homo sapiens*
3. *Gorilla gorilla and Homo sapiens*

En este ejercicio los estudiantes deben determinar la distancia genética entre cada par de especies y para ello es necesario que retomen conocimientos teóricos de las asignaturas Matemática y Diseño experimental. El programa genera una matriz de distancia basada en las diferencias entre las secuencias de los genes o proteínas de las especies a comparar (dependiendo del equipo). Esta distancia debe ser corregida utilizando el modelo de corrección de eventos múltiples Jukes y Cantor (Lemey *et al.*, 2009, p.117), el cual puede ser seleccionado en el propio programa MEGA5 y el resultado final es realmente la distancia genética entre las especies (Figura 1).

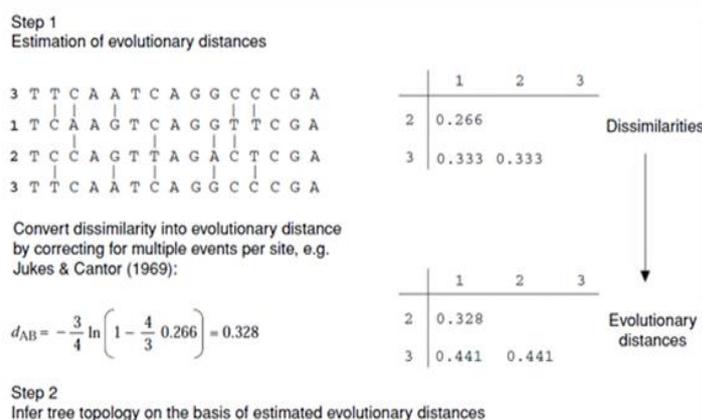


Figura 1. Pasos para el cálculo de la distancia genética mediante el modelo de corrección de eventos múltiples (Tomado del Lemey *et al.*, 2009, p. 117).

Los estudiantes deben comparar los resultados obtenidos por los equipos que trabajaron con genes y los que trabajaron proteínas, y deben analizar por qué las distancias obtenidas con proteínas son menores que las obtenidas con genes. Al finalizar el ejercicio todos coincidieron en que analizando diferentes datos el resultado es el mismo, hombre y chimpancé presentan una menor distancia genética; deben discutir el resultado refiriéndose a lo planteado por la literatura, que ambas especies presentan un porcentaje elevado de similitud de sus genes (Wood y Richmond, 2000).

EXERCISE NUMBER 2. Infer a phylogenetic tree for the primate's data set

En este ejercicio los estudiantes de cada equipo deben determinar la filogenia del Orden Primates y para ello utilizarán el mismo programa MEGA5. Con el objetivo de que comprueben si existen coincidencias entre los resultados obtenidos del análisis de diferentes de datos y utilizando diferentes métodos, uno de los estudiantes del equipo utiliza el método de reconstrucción de filogenia *Agrupamiento de vecinos* y el otro estudiante aplica el método de *Máxima Parsimonia*, que se basan en principios diferentes.

El método de *Agrupamiento de vecinos* se basa en una serie de cálculos matemáticos, que involucran manipulación de una matriz de distancia derivada del alineamiento múltiple de las secuencias analizadas. Mientras que el de *Máxima Parsimonia* es un método basado en estado del carácter, el cual asume que cuando se comparan varias secuencias, cada posición del alineamiento es un carácter, y los nucleótidos o aminoácidos en esa posición son los diferentes estados de ese carácter (Lemey *et al.*, 2009, p.23-24).

Una vez obtenido el árbol filogenético el estudiante debe analizar el resultado, valiéndose de la guía facilitada en el siguiente punto: *Visualize the tree topology obtained for each data set and answer:*

- a) *Are the two suborders included in the Primates order clearly distinguished?*
- b) *Analyze the Hominoidea clade and discuss which of the following hypothesis is congruent with the result obtained:*
 - *Hypothesis 1: Chimpanzee and Gorilla are more closely related*
 - *Hypothesis 2: Man and Chimpanzee are more closely related*

El desarrollo de este último ejercicio permite en primer lugar, que el estudiante profundice en la taxonomía del Orden Primates a partir del resultado obtenido con sus propias manos. Para comprobar si son capaces de integrar conocimientos de las asignaturas Biología

evolutiva y Antropología biológica, los profesores realizamos preguntas relacionadas con los dos subórdenes incluidos en el Orden Primates, los que pudieron distinguirse claramente en dos grandes ramas en el árbol obtenido: Suborden Haplorrhini y Suborden Strepsirrhini. Este ejercicio permitió además que los estudiantes analizaran cuáles de las dos teorías para la taxonomía del orden Primates coincidía con el resultado obtenido.

Existen dos teorías que son contrapuestas entre sí y que son estudiadas en Antropología biológica: la basada en la clasificación taxonómica tradicional premoleculare en la que el hombre está incluido en la familia Hominidae y el chimpancé en la familia Pongidae junto al gorila y el orangután, y la clasificación actual basada en datos moleculares de Wood y Richmond (2000, p.50), en la que ambas especies forman parte de la subfamilia Homininae, que incluye a la tribu Panini con las dos especies de chimpancé (*Pan panicus* y *P. troglodytes*) y la tribu Hominini con la especie *Homo sapiens* (Figura 2).

A	B
Superfamilia Hominoidea	Superfamilia Hominoidea
Familia Hylobatidae	Familia Hylobatidae
<i>Hylobates</i>	<i>Hylobates</i>
<i>Symphalangus</i>	<i>Symphalangus</i>
Familia Pongidae	Familia Pongidae
<i>Pongo</i>	<i>Pongo pygmaeus</i>
<i>Pan</i>	Familia Hominidae
<i>Gorilla</i>	Subfamilia Gorillinae
Familia Hominidae	<i>Gorilla gorilla</i>
<i>Homo</i>	Subfamilia Homininae
	Tribu Panini
	<i>Pan troglodytes</i>
	<i>P. panicus</i>
	Tribu Hominini
	<i>Homo</i>

Figura 2. Revisión taxonómica de la familia Hominoidea. En A: clasificación tradicional premoleculare y en B: clasificación basada en datos moleculares.

Este tipo de estrategia basado en la resolución de problemas sitúa al estudiante ante situaciones similares a las que se enfrentará en el futuro en su ejercicio profesional y permite la utilización de métodos docentes que promueven el aprendizaje por investigación. Con el enfoque interdisciplinar el estudiante aborda perspectivas disciplinarias conflictivas, que combinado con un análisis crítico son esenciales para que ellos problematicen la noción del conocimiento absoluto, según lo referido por Quintá, M.C. (2014, p.17).

Pueden comprobar cómo el avance de las tecnologías, mediante un profundo abordaje molecular, posibilita un mayor rigor en la concepción de los procesos biológicos y la resolución de problemas complejos y polémicos como es la filogenia del orden Primates

y la proximidad entre el hombre y el chimpancé. El sociólogo Wallerstein acertadamente considera que *“la misma complejidad del “sistema-mundo” requiere una comprensión que se sitúa en la intersección de diversas disciplinas o de diversas formas de entender esta complejidad”* (Wallerstein, 2013, p. 11).

De manera que constituye una actividad docente que contribuye a la formación de una concepción científica del mundo en el estudiante, al desarrollar en ellos un pensamiento humanista y científico y por demás creador, que les permita adaptarse a los cambios de contexto y abordar problemas de interés social desde la óptica de varias disciplinas y que les posibilite por ende asumir actitudes críticas y responsables ante las políticas sociales, científicas y tecnológicas que los afecten, tal como lo plantea Álvarez Pérez (2000, p.2).

El tema escogido influye de manera positiva en la motivación del estudiante y promueve el aprendizaje autónomo, crítico y creativo al enfrentarlo a varias soluciones posibles y con la aplicación de conocimientos de diferentes disciplinas. Incentiva al estudiante a que planeen sus propias estrategias para resolver el problema, recolectar y analizar los datos, comprobar hipótesis, comparar los resultados obtenidos a partir de datos diferentes y utilizando diferentes metodologías. Según Lavega y colaboradores (2013), *“el profesor, al plantear un problema motiva y compromete al estudiante al autoestudio ante la necesidad de resolver la problemática planteada.”* Al respecto Spelt y colaboradores (2009) refieren que:

(...) Algunos asuntos y temas a nivel de pregrado universitario son simplemente demasiado complejos como para ser investigados de forma adecuada desde una disciplina tradicional (...) Estas relaciones podrían fomentar el diálogo crítico entre las disciplinas en temas complejos que están más allá de los recursos de las disciplinas individuales por sí solas” (Spelt *et al*, 2009, p. 370).

Por otro lado, con el desarrollo de esta clase práctica se aprovechan los conocimientos previos relacionados con la Bioquímica y la Genética molecular, ya que analizarán secuencias de genes y proteínas, y es necesario que conozcan la estructura primaria de las proteínas, la función de estas enzimas que utilizan, la estructura de los genes y los tipos de mutaciones. De la asignatura Biología celular deben recordar la localización subcelular de los genes y enzimas analizados, del porqué se utilizan genes mitocondriales en vez de

nucleares, e integran además con Genética clásica. Del mismo modo, se desarrollan importantes habilidades prácticas y competencias profesionales en el estudiante:

Habilidad para sintetizar e integrar los conocimientos y métodos de distintas disciplinas a la solución de un problema específico, tal como lo analiza Quintá (2014, p. 20).

- Búsqueda de bibliografía y compilación de datos: Acceden a bases de datos internacionales disponibles en Internet para la búsqueda de literatura, así como de secuencias de genes y proteínas y conforman los conjuntos que serán analizados. Este tipo de actividad permite la participación activa de los estudiantes en la búsqueda de información para analizarla y a partir de ésta aprender a gestionar sus propios procesos de aprendizaje. Como lo analizan Prudencia Gutiérrez y colaboradores (2011, p.180) “*Una de las competencias a adquirir en el alumnado universitario, es la competencia digital, que implica aprender a gestionar la información que recibe, así como a gestionar el conocimiento que ésta genera.*”
- Procesamiento de datos: El estudiante utiliza programas profesionales como el MEGA5 para procesar los datos, mediante la comparación de las secuencias de genes y proteínas de diferentes especies pertenecientes al Orden Primates.
- Capacidad de análisis: Analiza y reflexiona utilizando el método comparativo, ya que deben comparar los resultados obtenidos a partir del análisis de diferentes datos y utilizando diferentes métodos de reconstrucción filogenética. Utiliza datos moleculares, obtiene sus propios árboles y comprueba las hipótesis planteadas en el ejercicio 2. Al final todos los equipos coinciden en que la hipótesis de la proximidad evolutiva entre el hombre y el chimpancé es la demostrada. Como parte del análisis concluyen que, a pesar de las polémicas en torno a este tema, estamos emparentados con los simios, siendo el chimpancé nuestro pariente más cercano y que la teoría que se acepta es la de Wood y Richmond (2000).
- Trabajo en equipo: Las clases prácticas interdisciplinarias permiten el aprendizaje cooperativo y fomentan este tipo de competencia. La dimensión colaborativa ayuda a producir conexiones cognitivas y sociales, los estudiantes trabajan juntos para maximizar el aprendizaje de todos, se plantean hipótesis y confrontan sus puntos de vistas. (Llano Arada *et al.*, 2016, p.324).

Conclusiones

- 1. Con esta experiencia se logra una mayor coherencia en el enfoque interdisciplinar, ya que favorece un proceso de enseñanza-aprendizaje holístico al superar la fragmentación del conocimiento de diferentes asignaturas. Además de que se fomenta una cultura más cooperativa y colaborativa en los profesores del quinto año de la carrera. El trabajo en equipo docente exigió una mayor preparación y creatividad del profesorado, lo cual ha resultado útil en la gestión de la enseñanza, dotándola de las bases necesarias para incrementar la calidad del proceso docente. Por otro lado, se ha podido enriquecer y actualizar el fondo bibliográfico de las asignaturas y perfeccionar los medios y métodos de enseñanza, así como las formas organizativas del proceso docente, con el fin de lograr de forma eficiente el cumplimiento de los objetivos previstos en el plan de estudio.*
- 2. La presente iniciativa permite sistematizar las estrategias curriculares de la Carrera, entre las habilidades que se desarrollan en el estudiante está la lectura y expresión oral en idioma Inglés y Español, así como la utilización de las Tecnología de la Información y la Comunicación para la búsqueda y procesamiento de los datos.*
- 3. Una de las herramientas que utiliza el estudiante es la Bioinformática, disciplina científica que estudia los aspectos relacionados con la adquisición, almacenamiento, procesamiento, distribución, análisis e interpretación de información biológica, mediante la aplicación de técnicas y herramientas de la Matemática, la Biología y la Informática, con el propósito de comprender el significado biológico de una gran variedad de datos.*

Referencias bibliográficas

1. Álvarez P., M. (2000). *Acercamientos a la interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. La Habana: Ministerio de Educación.
2. Hourrutinier S., P. (2007). El proceso de formación. Sus características. *Revista Pedagogía Universitaria*, 7(4), pp. 5-8.
3. Lavega, P.; Sáez de Orcáriz, U.; Lasierra, G.; Salas, C. (2013). Intradisciplinariedad e Interdisciplinariedad en la adquisición de competencias: estudio de una experiencia de aprendizaje cooperativo. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 16(1), pp. 133-145.
4. Lemey, P.; Salemi, M.; Vandamme, A. M. (2009). *The Phylogenetic Handbook*. USA: Cambridge University Press.

5. Llano A., L.; Gutiérrez E., M.; Stable R., A.; Núñez M., M.; Masó R., R.; Rojas R., B. (2016). La interdisciplinariedad: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *MediSur*, 14(3), pp. 320-327.
6. Ministerio de Educación Superior. (2007a). *Plan de estudios "D". Carrera de Biología*. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
7. Ministerio de Educación Superior. (2007b). *Resolución No. 210/07. Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la educación superior. Gaceta oficial de la República de Cuba*. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
8. Ministerio de Educación Superior. (2016). *Documento base para el diseño de los planes de estudio "E" (Proyecto)*. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
9. Pereira A., Y.; Díaz C., R. A.; Pérez L., G. (2016). El enfoque profesional interdisciplinar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad Biología-Química. *Didasc@lia* 7(2), pp. 37-56.
10. Prudencia G., E.; Yuste T., R.; Cubo D., S.; Lucero F., M. (2011). Buenas prácticas en el desarrollo de trabajo colaborativo en materias TIC aplicadas en la educación. *Profesorado*, 15(1), pp. 179-194.
11. Spelt, E.; Harm, J. A.; Biemans, H. T.; Luning, P. A.; Mulder, M. (2009). Teaching and learning in interdisciplinary higher education: A systematic review. *Educational Psychology Review* 21(4), pp. 365-378.
12. Tamura, K.; Peterson, D.; Peterson, N.; Stecher, G.; Nei, M.; Kumar, S. (2011). MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance and Maximum Parsimony methods. *Mol Biol Evol*, 28, pp. 2731-2739.
13. Wallerstein, I. (2013). La sociología como vocación: El científico social histórico. *Diálogo Global*. 3(5), pp. 10-11.
14. Wood, B.; Richmond, B. G. (2000). Human evolution: taxonomy and paleobiology. *Journal of Anatomy*, 197(1), pp. 9-60.