

La enseñanza de la Biología como ciencia experimental

The Teaching of Biology as an Experimental Science

Bárbara Yarey Echemendía-Guerrero

barbaraeg@spc.ma.ca.rimed.cu

Centro Mixto Doña Emilia González, Majagua, Cuba.

Luis Arza-Pascual

luisap@unica.cu

Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba.

Mario Borroto-Pérez

mariobp@dpe.ca.rimed.cu

Dirección Provincial de Educación de Ciego de Ávila, Cuba.

Resumen

El artículo expone el resultado de los análisis teóricos realizados sobre la concepción para la enseñanza de la Biología como ciencia experimental. En particular se presentan reflexiones sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia y se ofrece una propuesta didáctica para contribuir al cumplimiento de su carácter experimental. Se emplearon como métodos investigativos el analítico-sintético, el inductivo-deductivo, el histórico-lógico, la modelación y la observación participante. La propuesta fue aplicada en dos grupos de las carreras del área de Ciencias Naturales constatando transformaciones en el saber, el saber hacer, el saber ser y el saber convivir y destaca el valor de la observación como habilidad de partida para la comprensión de los objetos, procesos, fenómenos biológicos.

Palabras clave: actividad experimental, Biología, ciencia experimental, enseñanza-aprendizaje, didáctica

Abstract

The article presents the result of the theoretical analysis on the conception for the teaching of Biology as an experimental science. In particular, reflections on the teaching-learning process of this science are presented and a didactic proposal is offered to contribute to the fulfillment of its experimental character. Analytical-synthetic, inductive-deductive, historical-logical, modeling and participant observation were used as investigative methods. The proposal was applied in two groups majoring in the area of Natural Sciences with transformations in knowledge, in actions, in

living and being oneself, and it emphasizes the value of observation as a starting ability for understanding objects, processes and biological phenomena.

Key words: experimental activity, Biology, experimental science, teaching of Biology, observation, didactic

Introducción

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología declara dentro de sus propósitos la contribución a la formación científica del educando, a partir del estudio de los objetos, procesos y fenómenos asociados a los organismos y sus interacciones con el medio ambiente. Para el logro de este propósito cuenta con las potencialidades que ofrece el contenido de los diferentes programas de asignatura y la realización de las actividades experimentales, de vital importancia para motivar por el estudio de las ciencias naturales y de manera particular la Biología, promover el desarrollo de hábitos y habilidades que favorezcan el aprendizaje y el desempeño eficiente en la solución de los problemas docentes a los cuales se enfrentan.

Es incuestionable que la ejecución de actividades experimentales contribuye al entrenamiento de los estudiantes en un pensamiento científico, en el tránsito de lo externo a lo interno, del fenómeno a la esencia, y es punto de partida del conocimiento, vía para consolidarlo y criterio de veracidad. Así, tributa directamente al desarrollo de hábitos, habilidades, valores y a la fijación del conocimiento.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología, es imprescindible el uso de la observación en el desarrollo de las actividades práctico-experimentales, como punto de partida para la descripción, explicación y la argumentación, que se emplean esencialmente en el estudio de la relación estructura-función manifestada en la diversidad de organismos vivos.

De acuerdo con los criterios de Banasco, et. al. (2013), estudios exploratorios realizados evidencian que la enseñanza de la Biología se encuentra permeada por los efectos de tendencias tradicionalistas, esto repercute negativamente en su carácter experimental, lo que limita el vínculo de la teoría con la práctica, la interacción del estudiantes con el material biológico, su representación o el contexto natural y la comprensión integral de la relación entre los organismos y el medio ambiente.

El artículo es resultado de la sistematización de presupuestos teóricos asociados a la Didáctica de las Ciencias Naturales y la Biología en relación con el carácter experimental de esta ciencia desde la realización de las actividades prácticas y experimentales, a partir del empleo conjugado de diferentes métodos de investigación. El objetivo del presente artículo se orienta a exponer una propuesta didáctica para la materialización del carácter experimental en la enseñanza de la Biología.

La población estuvo conformada por los 18 estudiantes que integran los dos grupos existentes para las carreras Biología-Geografía y Biología-Química; para validar los resultados de la implementación de la propuesta se empleó la observación participante y el análisis del producto de la actividad del estudiante.

Desarrollo

En la búsqueda de los referentes teóricos relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología, se observa coincidencia en los criterios de la comunidad científica al destacar la necesidad de dirigirlo de manera tal que se potencie la formación integral de la personalidad del educando, el desarrollo del pensamiento lógico y el dominio del contenido objeto de estudio. Con respecto a este último componente, se destaca la importancia del vínculo de la teoría con la práctica y por ende del desarrollo de la actividad experimental.

La Biología, cumple un papel fundamental al contribuir a la formación de una concepción científica del mundo en las nuevas generaciones, a partir del estudio de los organismos en su interacción con el medio ambiente, los prepara en los contenidos relacionados con los objetos, procesos y fenómenos asociados a los reinos que agrupan a los seres vivos, lo que propicia la comprensión de su lugar en el mundo y dar respuestas a la vida, la búsqueda constante de los nuevos descubrimientos y aplicaciones del conocimiento biológico a sus contextos de actuación.

Las competencias a las que tributa la enseñanza de la Biología y sus objetivos, están en correspondencia con las funciones y aspiraciones de cada nivel educacional. Esto implica que se impartan clases de alta calidad donde se diseñen acciones para lograr el mejoramiento continuo de dicho proceso, en lo relacionado con la adquisición de conocimientos, el desarrollo de habilidades que permitan dominar el contenido biológico y aplicarlo a situaciones concretas.

La evolución de la Biología como ciencia ha permitido el establecimiento y asunción de diferentes sistemas de clasificación, que de una forma u otra condicionan la manera en la que se

selecciona el contenido de los programas de estudio en los diferentes niveles educacionales y países. En tales sistemas se aumenta o disminuye el número de reinos en dependencia de los criterios de clasificación asumidos; el estudio de cada reino requiere del cumplimiento de premisas esenciales como son: el establecimiento de la relación *estructura-función-medio ambiente*, el enfoque evolutivo en el estudio de las diferentes categorías taxonómicas y el vínculo del estudiante con el material biológico y el contexto natural.

El proceso de aprendizaje de la Biología posee tanto un carácter intelectual como emocional e implica al estudiante como un todo. En él se establece el vínculo de la teoría con la práctica, se desarrollan las habilidades y la inteligencia, pero de manera inseparable. Este proceso es fuente del enriquecimiento afectivo, en él se forman sentimientos, valores, donde emerge la propia persona y sus orientaciones ante la vida. Aunque el centro y principal instrumento del aprender es el propio estudiante que aprende, aprender es un proceso de participación, colaboración y de interacción.

La dinámica que tiene lugar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología debe contribuir a fomentar en los estudiantes el amor, la necesidad del cuidado y la protección del medio ambiente, estimular la capacidad de percibir y comprender lo bello de la naturaleza, de la vida social y la formación de una concepción científica del mundo.

Para lograr los propósitos mencionados es preciso que el docente a través de la actividad práctico experimental estimule la comprensión integral del objeto, proceso o fenómeno a estudiar, propicie la motivación por la indagación, por la búsqueda de solución a los problemas que encuentra, se forme como un ciudadano responsable y sea portador de un sistema de saberes, que le permita ser un sujeto social activo en la construcción de un modelo de desarrollo sostenible, compatible con la continuidad de la vida, propósito necesario de acuerdo con las aspiraciones de planes y programas de estudio.

La Biología puede contribuir notablemente a la independencia cognoscitiva de los estudiantes dada su fortaleza en el vínculo directo con la vida en la explicación de los hechos, procesos y fenómenos de la realidad, además posibilita en toda la extensión de sus contenidos el entrenamiento sistemático de los estudiantes en el acceso al conocimiento científico.

El desarrollo de la independencia cognoscitiva de los estudiantes puede ser afectado por la forma en que se conduce el aprendizaje, es indispensable que el contenido no se enseñe de manera

abstracta, sino que sea significativo, se use de manera sistemática y eficiente la observación y la experimentación, se elimine la distancia existente entre lo que se enseña, los resultados de la ciencia, la técnica y su repercusión en la sociedad.

La actividad práctica, y como caso particular de ella el experimento, resulta esencial en la comprensión de los fenómenos, procesos y hechos que explican la vida. En la literatura especializada de didáctica de las Ciencias Naturales son variadas las definiciones que se asumen sobre actividad práctica, dentro de ellas se encuentran las siguientes:

Conjunto de acciones de los alumnos con el material biológico natural o sus representaciones utilizando instrumentos y utensilios de la especialidad, bajo la orientación y dirección del profesor. Son formas de organización de la enseñanza y pueden desarrollarse en el aula-laboratorio o fuera de ella, dados los objetivos y las tareas que se plantean, así como de acuerdo con las condiciones materiales del centro. (Hernández, Díaz, Fumero & Campuzano, 1990, p. 24)

Conjunto de tareas relacionadas con los objetos naturales o sus representaciones, mediante la utilización de diversas técnicas e instrumentos que garanticen la observación, la experimentación y el control de los resultados. (Salcedo, Hernández, Del Llano, Mc Pherson & Daudinot, 1992, p. 70)

Ambas conceptualizaciones destacan la necesaria interacción de los estudiantes con los materiales biológicos naturales o sus representaciones a partir de la realización de tareas que conduzcan a la manipulación, observación y experimentación como vías fundamentales para corroborar en la práctica los aspectos teóricos estudiados.

La práctica es punto de partida para la adquisición de los conceptos, leyes y teorías con los que el hombre opera, es fin del conocimiento, pues el ser humano adquiere estos conocimientos para resolver los problemas que se le presentan en su quehacer diario y es criterio de verdad ya que es un tipo de práctica que permite determinar si algo es verdadero o no. (Pérez & Hedesá, 2010, p. 102)

La actividad experimental por su naturaleza es práctica, pero no toda actividad práctica es experimental, lo que supone diferencias entre ellas. De esta manera la actividad experimental se considera punto de partida del conocimiento, vía para consolidarlo y criterio de veracidad.

Otro punto de vista sobre la actividad experimental es la que concibe el experimento como “tipo de actividad práctica realizada mediante mecanismos e instrumentos especiales en condiciones fijadas y sometidas a control, para obtener el conocimiento científico y descubrir las leyes objetivas que influyen en el objeto de investigación” (Caballero & Vidal, 2014, p. 7).

Lo hasta aquí revelado resalta la importancia de una concepción diferente de la enseñanza de la Biología como una de las ciencias experimentales, que acerque a los estudiantes a la realidad objetiva para enfrentar con éxito los desafíos y las situaciones que la vida les presenta en su contexto, de manera que sus contenidos deben contribuir a: la adquisición de los saberes que le permitan conocer, aprender e interpretar los hechos y fenómenos de la naturaleza en su interacción con la sociedad, su uso racional y sostenible; estimular el espíritu de indagación frente a problemas de la vida diaria; desarrollar habilidades para la vida que permitan manejar el cambio adoptando actitudes críticas y de respeto ante la diversidad de criterios.

En la literatura científica asociada a la didáctica de la Biología un número significativo de autores reconoce las relaciones entre las habilidades, al hacer alusión al fenómeno de transferencia que se manifiesta como una mayor facilidad para formar algunas habilidades cuando antes se han desarrollado otras, la observación es un tipo de habilidad que constituye una garantía en la formación de otras de vital importancia para garantizar el carácter experimental en la enseñanza de esta ciencia.

Existen puntos de contacto entre los criterios expresados por Salcedo, Hernández, Del Llano, Mc Pherson & Daudinot. (2002); Pérez, Banasco, Recio & Ribot (2004); Zilberstein (2004) y Banasco, et. al., (2013) al afirmar que la habilidad *observar* ocupa un lugar primordial para el estudio de los objetos, fenómenos y procesos naturales; al ser considerada una forma activa del conocimiento de la realidad que se percibe mediante los sentidos y conlleva a que los estudiantes aprendan a dirigir su atención en un orden lógico, a que distingan las cualidades más significativas de estas y sus detalles, dado que “la observación es la percepción voluntaria, premeditada, planificada, de los objetos o los fenómenos del mundo circundante. Es una forma activa del conocimiento de la realidad, que se percibe mediante los sentidos y que se denomina con la palabra” (Banasco, et. al., 2013, p.102).

También estos autores al contextualizar esta habilidad general a las ciencias naturales refieren que al observar las características o rasgos de los objetos físicos, químicos se favorece la

apropiación de categorías fundamentales (todo-parte y general, particular-esencia), lo que ofrece una visión más precisa del significado de la habilidad observar (Banasco, et. al., 2013). Estos autores, sistematizan elementos aportados por otras fuentes y asumen la observación como proceso que permite al estudiante apropiarse del contenido, distinga los rasgos que tipifican al objeto y convierta la información en un acto comunicativo.

La observación de los objetos, fenómenos y procesos naturales se realiza de forma directa e indirecta, mediante la representación de estos a través de medios de enseñanza como láminas, maquetas, esquemas, gráficos, colecciones, fotografías, películas, televisión, vídeo, la computación, visitas a industrias, centros biotecnológicos, áreas de cultivo y centros de salud, entre otros.

Se deberá organizar la enseñanza en función de promover que la observación se convierta en una actividad consciente para lograr el tránsito de lo intersubjetivo a lo intrasubjetivo, de modo tal que el alumno pueda percibir lo interno, los nexos, las relaciones, y aplicar el conocimiento a diferentes situaciones de aprendizaje.

La observación del objeto, fenómeno o proceso a estudiar se debe realizar considerándolo como un todo y el análisis de sus partes, aspectos necesarios para realizar la observación, registrar y determinar las propiedades externas de lo observado, revelar propiedades internas y el establecimiento de nexos causales. Dentro de los principales objetos de observación en la enseñanza de la Biología como ciencia experimental se encuentran: procesos industriales, actividad agrícola y de salud, procesos de contaminación ambiental; células, tejidos, órganos y sistemas de órganos; organismos conservados o en su medio natural y las interacciones entre los componentes de un ecosistema.

La habilidad observar ha sido operacionalizada por diferentes autores, una generalización para la enseñanza de la Biología permite proponer las siguientes operaciones como premisa para contribuir al carácter experimental de esta ciencia y a su desarrollo; estas operaciones son las siguientes:

1. Determinar el objeto o los objetos de observación o su representación.
2. Determinar el objetivo de la observación.
3. Registrar la información obtenida.

4. Describir oral y gráficamente las características del objeto de observación.
5. Distinguir los rasgos esenciales que tipifican el objeto de observación.
6. Comunicar de forma oral y escrita sus juicios conclusivos.

Por la naturaleza de los contenidos de la enseñanza de la Biología y los fines que con ella se persiguen, muestran potencialidades para el desarrollo de la actividad experimental, al aprovechar de manera natural el vínculo teoría-práctica que permite el tránsito de lo externo a lo interno, en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Atendiendo a los criterios expuestos por Yera (2015) con respecto al valor de la actividad práctico experimental en la formación integral del estudiante se precisa que, asumir las reflexiones antes planteadas con respecto a la enseñanza de la Biología, implica promover la manifestación de características que denoten la adquisición de los saberes aportados por esta ciencia experimental, entre estas se pueden encontrar:

- El reconocimiento de la necesidad y utilidad del contenido biológico para su adecuada interacción con el medio.
- La conformación de un cuadro epistemológico del mundo acorde con los contextos en los que actúa el estudiante.
- El desarrollo de habilidades para explicar la integridad biológica de los organismos en su interacción con el medio ambiente y su comprobación por la vía experimental.
- La gestión de la información científica actualizada respecto a los procesos, fenómenos y objetos biológicos que se estudian.
- Las formulación de conclusiones dirigida a los resultados obtenidos en el establecimiento del vínculo entre la teoría con la práctica.
- El desarrollo de procesos metacognitivos que impliquen la identificación de sus logros y limitaciones en la comprensión y dominio del contenido biológico.

A partir de la sistematización de los presupuestos teóricos aportados por un colectivo de autores, encabezados por Castillo, et. al. (2014), Yera (2015) y Prado, Castillo y Almaguer (2017), se elaboró la propuesta didáctica, que incluye procedimientos cuya lógica garantiza el carácter de

ciencia experimental de la Biología. Esta propuesta transita por las etapas de planificación, ejecución, control y evaluación, en las que se produce la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje.

La propuesta constituye una fuente de orientación a los docentes de las distintas disciplinas, al ofrecerle las bases metodológicas para la concepción de las actividades prácticas y experimentales, de manera que se produzca el adecuado vínculo de la teoría con la práctica en la explicación de los objetos, procesos y fenómenos biológicos. A continuación se presenta dicha propuesta didáctica:

- Determinación de las potencialidades del contenido y el contexto para el desarrollo de actividades experimentales.
- Orientación de la preparación previa del estudiante para la actividad experimental.
- Comprobación de la preparación del estudiante para la ejecución de la actividad.
- Ejecución de la alternativa experimental seleccionada para la comprobación de la teoría estudiada, con énfasis en el vínculo entre el objeto de estudio y su utilidad en la vida.
- Comunicación de los resultados obtenidos de forma oral o escrita.
- Evaluación y socialización de los resultados de la actividad a partir de indicadores.

Seguidamente se explicitan los procedimientos que forman parte de la propuesta didáctica:

La puesta en práctica de la propuesta didáctica implica, que la determinación de las potencialidades del contenido para el desarrollo de actividades experimentales, se realiza a partir del análisis del sistema de conocimientos y los objetivos de cada uno de los temas objeto de estudio, para precisar en qué medida posibilita la explicación de hechos, procesos y fenómenos biológicos; por lo que exige el estudio del contexto para la interacción directa del estudiante con las condiciones físico-geográficas de la localidad, el desarrollo alcanzado en las habilidades, especialmente la observación del objeto de estudio.

La orientación de la preparación previa del estudiante debe partir del diseño de la actividad experimental, de la precisión del o los objetivos a lograr, de manera tal que se determine: la habilidad a desarrollar y las acciones y operaciones a considerar para lograrlo; el sistema de conocimientos que permite comprender y explicar de manera integradora los hechos, procesos y fenómenos biológicos que se manifiestan en la realidad; la forma en la que se contribuirá al

fortalecimiento de valores; los indicadores a utilizar en la evaluación, en correspondencia con la habilidad declarada; las principales fuentes de consulta y las acciones de orientación.

De igual manera, durante el diseño se debe determinar y preparar el espacio físico en el que se desarrollará la actividad experimental, lo que es fundamental para el cumplimiento de los propósitos planteados, así como los recursos humanos y materiales necesarios. Estos aspectos dependen de la naturaleza del objeto de estudio, su carácter micro o macroscópico, su ubicación espacial y la disponibilidad de este en el medio. Por lo que se pueden desarrollar en el aula laboratorio, en las instalaciones del centro escolar, instituciones de la localidad u otro espacio físico-geográfico pertinente; lo que implica la realización de una visita previa a estos, y la preparación de los recursos humanos implicados.

El docente utilizará diferentes alternativas para comprobar la preparación previa del estudiante (oral o escrita), centrando su atención en el dominio de los fundamentos teóricos de la actividad, los materiales, útiles e instrumentos a utilizar, la lógica a seguir en su realización y las operaciones de la habilidad a desarrollar.

Durante la ejecución es necesario considerar la organización espacial, la distribución de las tareas, la creación de condiciones psicológicas y materiales para el aprendizaje; así como la comprobación del cumplimiento de las actividades, la estimulación de los logros y la orientación de correcciones frente a los errores cometidos, la atención diferenciada a los estudiantes y la identificación de relaciones entre el contenido objeto de estudio y del resto de las asignaturas del área en función de la comprensión del hecho, proceso o fenómeno estudiado en su vínculo con la vida.

Además es necesario que para la comunicación de los resultados se encauce a los estudiantes hacia lo esencial, para formular conclusiones que trasciendan los análisis teóricos realizados hasta la lógica seguida para aprender y ejecutar las actividades orientadas, lo que permitirá socializar los principales resultados obtenidos, así como los logros y dificultades, sobre las cuales se ofrecen las recomendaciones pertinentes con vista a la realización de otras actividades.

El control y evaluación de la actividad experimental debe realizarse a partir de la utilización de diversas formas, de los indicadores determinados previamente, identificar las potencialidades y limitaciones en su desempeño, tanto en el plano teórico como práctico, su comportamiento en el

cumplimiento de las tareas encomendadas y las actitudes que asume en su interacción con el medio natural y socioeconómico.

La aplicación de la propuesta didáctica se realizó en los cursos escolares 2013-2014 y 2015-2016, en las carreras de Biología-Geografía y Biología-Química de la Facultad de Ciencias Pedagógicas en la Universidad de Ciego de Ávila. En la constatación de las transformaciones presentadas se utilizaron: la observación participante, dirigida a comprobar la implicación mostrada en la realización de las actividades prácticas y experimentales, el desarrollo de habilidades intelectuales y específicas; el análisis del producto de la actividad del estudiante, para constatar el dominio de las operaciones de la habilidad observar, la calidad de las tareas ejecutadas, así como de los informes emanados como conclusiones de la actividad realizada. Las principales transformaciones reveladas en los estudiantes se concretan en que:

- Existe mayor interés por el estudio de la Biología y la aplicación de sus contenidos, para explicar integralmente los contenidos.
- Se aprecian mayores niveles de independencia en la ejecución de las actividades prácticas y experimentales.
- Manifiestan dominio de los fundamentos teóricos de las ciencias y desarrollo de habilidades para la realización de la actividad experimental.
- Sistematizan y aplican a diferentes situaciones de aprendizaje las operaciones de la habilidad observar.
- Valoran los logros alcanzados y las limitaciones con sistematicidad.
- Se implican de forma consciente en la solución de problemas por la vía experimental.

Conclusiones

La propuesta didáctica presentada contribuye al cumplimiento del carácter experimental de la enseñanza de la Biología, asume la observación como habilidad de partida para la comprensión de los objetos, procesos, fenómenos biológicos y en ella se manifiestan las etapas de planificación, ejecución control y evaluación de la dirección de la actividad práctico experimental en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Biología.

La aplicación de la propuesta didáctica evidenció el carácter experimental de la enseñanza de la Biología, y permitió asumir una concepción renovadora para la apropiación del contenido de esta ciencia, que condujo al estudiante a identificar problemas, diseñar alternativas para enfrentarlos y encontrar soluciones, en correspondencia con el desarrollo científico-tecnológico presente y futuro, así como una actitud responsable ante la naturaleza y la vida.

Referencias bibliográficas

- Banasco, J., Pérez, C., Pérez, M., Hernández, J. L., Caballero, C., Cuétara, R., ... Enrique, A. (2013). *Una didáctica para su enseñanza aprendizaje*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Caballero, C. & Vidal, R. (2014). La actividad práctica experimental de la química y el empleo de los software educativos como modo de actuación en la formación docente. En Lima, S. (Ed.). *VIII Congreso Didácticas de las Ciencias* (pp. 93-114). La Habana: Educación Cubana.
- Castillo, M., Yera, A. I., Martínez, G., Cruz, M., Cárdenas, J. R., Rodríguez, G., Broughton, C. E. ... Abreu, G. (2014). *La formación práctico-experimental en las Ciencias Naturales del Preuniversitario*. Informe de resultados del proyecto de investigación. UCP "Manuel Ascunce Domenech". Ciego de Ávila. (Material inédito).
- Hernández, J. L., Díaz, A., Fumero, L., & Campuzano, N. (1990). *Orientaciones Metodológicas Biología 2. Octavo Grado*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Pérez, C. E. Banasco, J., Recio, P. P., & Ribot, E. (2004). *Fundamentos didácticos para la enseñanza- aprendizaje de las Ciencias Naturales. Apuntes para una didáctica de las Ciencias Naturales*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Pérez, F. & Hedesá, Y. (2010). El experimento en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. En Lima, S. (Ed.), *VI Congreso Didácticas de las Ciencias* (pp. 98-124). La Habana: Educación Cubana.
- Prado, A. L., Castillo, M., & Almaguer, M. A. (2017). La habilidad explicar desde la actividad práctico experimental de la disciplina Biología Molecular y Celular. *Educación y Sociedad*. Vol. 15, (3), 1-12
- Salcedo, I. M., Hernández, J. L., Del Llano, M. R., Mc Pherson, M., & Daudinot, I. (1992). *Didáctica de la Biología*. La Habana: Educación Pueblo y Educación.

- Salcedo, I. M., Hernández, J. L., Del Llano, M. R., Mc Pherson, M., & Daudinot, I. (2002). *Didáctica de la Biología*. La Habana: Educación Pueblo y Educación.
- Yera, A. I. (2015). Formación práctico-experimental en el estudio de las Ciencias Naturales: necesidad y retos en el bachillerato. *Revista IPLAC*. (1), 1-12.
- Zilberstein, J., & Silvestre, M. (2004). *Didáctica desarrolladora desde el enfoque histórico cultural*. Ciudad de México. Ediciones CEIDE.