

Propuesta de enseñanza de la biodiversidad en la educación básica basada en el aprendizaje por descubrimiento

Proposal for Teaching Biodiversity in Basic Education based on Discovery Learning

Margarita Villalvazo Palacios^a

Patricia Covarrubias-Papahiu^b

Recibido: 21 de julio de 2020

Aceptado: 20 de junio de 2021

Resumen: Se reporta una investigación cuyo objetivo fue evaluar la influencia de la enseñanza por descubrimiento en el aprendizaje de la biodiversidad en estudiantes de secundaria, así como su motivación por la observación y estudio de la biodiversidad en su entorno ecológico y social. Participaron estudiantes de primer grado de una secundaria general del estado de Jalisco, México¹. Para el aprendizaje de la biodiversidad se trabajó la colecta de insectos y su conservación en una colección entomológica. Se utilizó un diseño cuasiexperimental con un grupo experimental y un grupo control, bajo un esquema de preprueba-intervención-posprueba (A-B-A). Mediante diversos instrumentos y pruebas estadísticas se evaluó la influencia de la enseñanza por descubrimiento en los aprendizajes de los estudiantes. Los resultados muestran que el grupo experimental, en el que se aplicó la estrategia de enseñanza por descubrimiento, tuvo significativamente mejores resultados en la posprueba que el grupo control, en el que se revisó el tema de la biodiversidad con técnicas didácticas más tradicionales. Además, se logró una destacada motivación en los

¹ Resultados parciales de esta investigación fueron presentados en el XV Congreso Nacional de Investigación Educativa del Consejo Mexicano de Investigación Educativa, efectuado en noviembre, 2019. Acapulco, Guerrero, México.

^a Maestra en Docencia para la Educación Media Superior. Profesora. Escuela Secundaria Foránea 55. El Grullo, Jalisco, México. Correo electrónico: margarita-villalvazo@docentes.sej.gob.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3759-8600>.

^b Doctora en Pedagogía. Profesora-investigadora. Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala. México. Correo electrónico: papahiu@unam.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9855-3399>.

estudiantes del grupo experimental mediante la observación y estudio en su entorno ecológico y social.

Palabras clave: palabras clave en español. aprendizaje por descubrimiento; educación básica; educación secundaria; biología; biodiversidad; sustentabilidad.

Abstract: The objective of this research was to evaluate the influence of teaching by discovery on the learning of biodiversity in high school students, as well as their motivation for the observation and study of biodiversity in their ecological and social environment. First grade students from a general high school in the state of Jalisco, Mexico participated. In order to learn about biodiversity, insects were collected and preserved in an entomological collection. A quasi-experimental design was used with an experimental group and a control group, under a pre-test-intervention-post-test (A-B-A) scheme. The influence of teaching by discovery on student learning was evaluated by means of various instruments and statistical tests. The results show that the experimental group, in which the discovery teaching strategy was applied, had significantly better results in the post-test than the control group, in which the topic of biodiversity was reviewed with traditional didactic techniques. In addition, an outstanding motivation was achieved in the students of the experimental group through observation and study in their ecological and social environment.

Keywords: discovery learning; basic education; secondary education; biology; biodiversity; sustainability.

Introducción

Uno de los retos a enfrentar por los docentes en la práctica educativa es la necesidad permanente que existe de generar condiciones que favorezcan aprendizajes significativos en los estudiantes. La enseñanza basada en la experiencia, apoyada en métodos o estrategias educativas exitosas, es tal vez una aspiración común en la práctica educativa para afrontar los problemas que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

En tal sentido, el propósito de la investigación que se presenta fue probar una estrategia de enseñanza basada en la teoría del aprendizaje por descubrimiento propuesta por Jerome Bruner (1966) para promover el aprendizaje significativo de la biodiversidad en estudiantes de secundaria.

La enseñanza por descubrimiento es un método enfocado en facilitar oportunidades a los estudiantes para la construcción y fortalecimiento de sus propios conocimientos, ya que puede estimular la motivación y confianza en los escolares al favorecer la reestructuración o asimilación de los nuevos aprendizajes adquiridos en el proceso del descubrimiento, mediante la movilización de sus estructuras cognitivas (Arancibia, Herrera y Strasser, 2008), dotándolos de las habilidades, actitudes y valores necesarios

para aprender de la mejor manera, descubriendo por ellos mismos los conocimientos como parte de un proceso permanente que los guiará a la consolidación de la competencia de aprender a aprender, y a entender lo que pueden alcanzar o lograr solos en el campo del conocimiento (Universidad Nacional Autónoma de México-Colegio de Ciencias y Humanidades, 1996; Pozo, 1997).

Los docentes son mediadores fundamentales en el proceso del aprendizaje. Asumir con responsabilidad el diseño y la organización de asignaturas bien planeadas tiene una influencia decisiva para acercar a los estudiantes a resolver problemas, a que comparen las ideas propias con las de los demás y construyan significados de nuevos conceptos ya sea por descubrimiento o por recepción (Zamudio, 2009). La enseñanza por descubrimiento es un enfoque orientado a favorecer la enseñanza de las ciencias, donde se facilitan todas las herramientas necesarias a los educandos para que ellos, a través de una experiencia escolar cognoscitiva, descubran, inventen y comuniquen lo que pueden obtener solos (Pozo, 1997).

A partir del método por descubrimiento se buscó facilitar el aprendizaje significativo de la biodiversidad, tema contemplado en Ciencias I (énfasis en Biología) en los Programas de Estudios de Ciencias 2011 de Educación Básica Secundaria de México, en estudiantes que cursaban el primer año en una secundaria general ubicada en El Grullo, en la región Sierra de Amula, del estado de Jalisco.

El tema *biodiversidad* es amplio con diversas acepciones, donde se infiere que la diversidad biológica implica variedad de comunidades biológicas y ecosistemas, así como la riqueza de especies, la variación genética, los arreglos e interacciones entre las poblaciones de diferentes especies en una comunidad determinada (Montalvo, 2010). Cobra un gran interés actual para la educación ambiental, cuyo fin es contrarrestar los impactos negativos que la expansión de las actividades humanas ha ocasionado (Kramer, 2003).

Problemas por enfrentar en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia

Los problemas y rezagos en el aprendizaje de la ciencia son temas que se citan frecuentemente en la literatura (Flores, 2012; Instituto de Estudios Educativos y Sindicales de América, 2012; Cueva, Hernández, Leal y Mendoza, 2016). En México, en particular, basta con revisar los indicadores del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés), de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que evalúa en qué medida los estudiantes de 15 años que están por concluir la educación obligatoria han adquirido conocimientos y habilidades clave que son esenciales para la participación plena en las sociedades modernas. En su última evaluación de 2018, la puntuación media de los estudiantes mexicanos en las tres competencias que se

evalúan –ciencia, lectura y matemáticas– se sitúa por debajo del promedio de los 79 países y economías evaluadas (OCDE, 2019). Aunque la OCDE advierte que se deben considerar el contexto cultural y nivel socioeconómico como factores que intervienen en los resultados de la prueba, y se han hecho cuestionamientos sobre el significado de éstos en nuestro país con observaciones importantes de contexto y su peculiaridad, los resultados no pueden desestimarse.

Lo que preocupa de los resultados de la prueba PISA es que, al no evaluar ésta los contenidos curriculares de los programas escolares, sino las habilidades intelectuales como el razonamiento y solución de problemas, las bajas puntuaciones de los estudiantes mexicanos² indican que en general no cuentan con las competencias necesarias para abordar los contenidos de la ciencia y para estar motivados en su aprendizaje y aplicación.

Si bien nuestros sistemas educativos son diversos, uno de los problemas mayormente señalados en el aprendizaje de la ciencia es que la tendencia en su enseñanza todavía está basada en la transmisión de conocimientos a grupos numerosos de alumnos, donde prevalece la exposición del profesor y el libro de texto como recursos didácticos prioritarios, y la aplicación de exámenes como forma de evaluación que solamente mide aprendizajes memorísticos que se olvidan fácilmente, con escasa pertinencia social y personal, o descontextualizados de las acciones prácticas propias de las comunidades a las que sirven (Peña, 2004; Díaz Barriga, 2006; Pozo y Gómez, 2006; Alonso, 2010). Por ello, se advierte que la enseñanza de la ciencia en la educación básica se caracteriza por la falta de herramientas didácticas para realizar actividades que fomenten la investigación, así como la carencia de competencias docentes para enseñar los temas relacionados con la ciencia (Cueva et al., 2016).

Para Castro (2012), la descontextualización que atraviesa el estudio de las ciencias en la educación básica y media superior obedece a diversos factores. Entre los más importantes está la falta de una apropiada mediación docente entre el alumno y los contenidos. Esta ausencia genera las dificultades que se viven en el ámbito pedagógico e interfieren con los problemas del ámbito psicológico y epistemológico en la construcción del aprendizaje, lo que resulta de acciones didácticas inapropiadas.

Otro de los problemas recurrentes en los diferentes niveles educativos es despertar el interés de los estudiantes por aprender, pues crear ambientes de aprendizaje que

² La puntuación promedio de los estudiantes mexicanos en PISA 2018 fue de 420 en lectura, 409 en matemáticas y 419 en ciencias, mientras que las puntuaciones promedio más altas corresponden a estudiantes chinos con 555, 591 y 590, respectivamente (OCDE, 2019).

los motiven tanto de manera extrínseca como intrínseca puede resultar complejo, debido comúnmente a los antecedentes, los valores y las metas de cada individuo (Gutiérrez, Puente, Martínez y Piña, 2012). Al respecto, Pozo (1997) ya señalaba que en el ámbito familiar es poco común que se brinde orientación a los hijos sobre la importancia de la ciencia, a pesar de que los niños y adolescentes tienen una amplia capacidad para aprender, para relacionar los conceptos, los datos y observaciones científicas; también considera que en el ámbito escolar ocurre otro tanto, por la falta de una planificación con actividades didácticas adecuadas. Ambas situaciones pueden influir en la mayoría de las personas, induciéndolas a percibir como complicado el trabajo científico y a considerar las actividades relacionadas con la ciencia como algo distante, debido al poco acercamiento que se tiene con las ciencias desde la infancia.

Por tanto, habrá que considerar que mientras la enseñanza de la ciencia no sea significativa para los estudiantes, ésta les resultará abstracta, sin sentido ni aplicación, y que una adecuada mediación por parte del docente favorece la interacción entre el estudiante y los contenidos, e influye no solo en la construcción del conocimiento significativo del educando, sino también en su desarrollo social y afectivo (Covarrubias y Piña, 2004), tomando siempre en cuenta el carácter dinámico y cambiante de las motivaciones de los estudiantes (Tapia, 1997).

Problemas de la enseñanza de la ciencia en secundaria

Aún con los cambios planteados en el plan y programas de educación secundaria de 1993, en los que se dio prioridad al programa de ciencias naturales, a fortalecer la formación científica de los estudiantes, y a superar los problemas de aprendizaje que se presentan en este campo, prevaleció en las instituciones educativas la enseñanza trasmisora de información para ser aprendida y no la enseñanza para ser comprendida (Tirado y López, 1994). La enseñanza tradicional de la biología comúnmente consiste en actividades como los dictados, la copia, el subrayado de los libros de texto y los cuestionarios, utilizando el libro de texto como único recurso, lo que conduce a que el aprendizaje diste mucho de ser significativo para el estudiante. Como se apunta arriba, esta situación posiblemente ha generado un distanciamiento desfavorecedor hacia la ciencia de la biología en la educación básica, de la que forma parte el nivel secundaria.

Con el plan y programas de estudio 2011 de Ciencias para secundaria (SEP, 2011) se han hecho importantes cambios curriculares, pero igualmente estos esfuerzos han quedado solo en cambios, algunos plasmados en los libros de texto, que no llegan a cambiar la percepción de la mayoría de los docentes sobre la importancia de rescatar de lo marginal la enseñanza de la ciencia (Flores, 2012), lo cual puede constatarse

en los resultados casi nulos que se obtienen en la serie de evaluaciones, exámenes, pruebas estandarizadas y hasta programas que implementa la Secretaría de Educación Pública (SEP) para favorecer el sistema educativo. Pese a todos esos esfuerzos no se ha logrado la eficacia esperada (IEESA, 2012), lo que conduce a cuestionar: ¿realmente la deficiencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias únicamente depende los docentes, o forma también parte de las políticas educativas, que promueven los cambios curriculares sin considerar que esos cambios lleguen previamente, con anticipación suficiente, a cada uno de los centros escolares, así como a las instituciones formadoras de docentes y las universidades con programas enfocados a preparar docentes?

La necesidad prevaleciente en nuestro país de formar generaciones que valoren la importancia de la ciencia conduce a reflexionar sobre la conveniencia de la enseñanza que centra la atención en el estudiante, sin descuidar el rol del docente como promotor de aprendizaje (Ravanal, Camacho, Escobar y Jara, 2014). El modelo de aprendizaje por descubrimiento puede promover en los estudiantes el interés por actividades de laboratorio y la observación de los organismos vivos en su medio ambiente natural. El valor pedagógico que tienen las actividades o prácticas escolares en campo impactan favorablemente en los estudiantes, motivándolos a la reflexión sobre las interacciones o la relación de los organismos vivos con su entorno ecológico (Calvo y Fonfría, 2008).

Importancia de la enseñanza de la biodiversidad

La biodiversidad es un tema importante en diferentes ámbitos, tanto para la ciencia, como en la política, en la religión y en la educación, cuya importancia radica principalmente en su valor social, económico y biológico (García y Martínez, 2010). La conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica es fundamental, pues provee de alimento a la población mundial en crecimiento, le satisface necesidades de salud y de vivienda, entre otros beneficios (Organización de las Naciones Unidas, 1992). En la naturaleza existe una diversidad sorprendente de especies, a cual más necesarias para el buen funcionamiento de los ecosistemas, no solo las de mayor visibilidad como los mamíferos o aves, sino también los hongos, las algas, los insectos, las plantas y la diversa variedad de microorganismos (Carta encíclica *Laudato Si*, 2015), diversidad que puede ser útil en la enseñanza por descubrimiento, donde los estudiantes pueden aprender a observar, describir, comparar y clasificar a partir de las características morfológicas de los organismos. Fomentar en los estudiantes la comprensión respecto a la importancia de la conservación de la biodiversidad y su uso sostenible representa una oportunidad a favor de un futuro sustentable, pues ellos, además de reconocer los beneficios que

aporta, pueden identificar o proponer acciones para frenar las pérdidas y amenazas a la diversidad biológica (Flores, 2015).

En el Programa de Estudios de Ciencias I (con énfasis en Biología) de Educación Básica Secundaria (SEP, 2011) se contempla el tema de la biodiversidad. Está organizado en cinco bloques con actividades organizadas en secuencias didácticas que pretenden dar a los alumnos una formación científica básica mediante una metodología de enseñanza que favorezca los procesos de aprendizaje. Los contenidos programáticos de este programa son susceptibles para desarrollar un plan de clases que considere a los insectos como material didáctico útil para comprender la dinámica de las poblaciones y los hábitos de los insectos sociales (Zamudio, 2009). Los plantean también como indicadores biológicos de las condiciones medioambientales, por ejemplo, el estrés ambiental y otros efectos que pueden ser detectados a través de organismos vivos como las hormigas (Stubbs y Hessler, 2003).

Para el aprendizaje de estos contenidos, la enseñanza por descubrimiento constituye una oportunidad para facilitar a los estudiantes la construcción y fortalecimiento de sus propios conocimientos, ya que puede estimular su motivación y confianza al favorecer la restructuración o asimilación de los nuevos aprendizajes adquiridos en el proceso del descubrimiento, mediante la movilización de sus estructuras cognitivas (Arancibia, Herrera y Strasser, 2008).

Aprendizaje por descubrimiento de Jerome Bruner

Jerome Bruner, considerado como el principal representante de los estudios sobre estrategias cognitivas y formación de conceptos, ha influido de manera importante en la enseñanza con sus estudios sobre distintos modos de representación mental, su teoría sobre el aprendizaje por descubrimiento y sus aportaciones a la educación.

Sin embargo, no hay que olvidar que los antecedentes del aprendizaje por descubrimiento, y en general de la obra de Bruner, se remontan a los movimientos de la educación nueva europea o escuela activa, y a la educación democrática y progresista, con John Dewey (1859-1852) como uno de sus principales defensores y quien, en oposición a las doctrinas pedagógicas conservadoras, particularmente el herbatismo dominante del siglo XIX, destacaba la importancia del elemento activo e impulsivo del niño en el proceso de aprendizaje, aunque a la vez enfatizaba la necesidad de combinar el enfoque activo centrado en las capacidades infantiles con el enfoque social del proceso educativo. Dewey consideraba que el método educativo debía derivarse del método científico, con las adecuaciones necesarias, y planteaba el aprendizaje como una actividad de investigación a partir del *método del problema* (González-Montegudo, 2002). Dewey confió en la capacidad del aprendiz para

resolver sus problemas de forma independiente y autónoma, y concibió una forma de enseñanza en la que el principal protagonista de la situación educativa fuera el alumno, por lo que la educación debía contemplarse como un proceso donde el alumno aprendiera a aprender, a investigar, y a descubrir (Reibelo-Martín, 1998).

Del mismo modo, Dewey, como promotor del pragmatismo³, concibió a la educación como una “constante reorganización o reconstrucción de la experiencia” (Dewey, 1938/1964, p. 73), relacionada con lo común, con la comunidad y con la comunicación. En su concepto de *experiencia* subrayaba los rasgos de continuidad e interacción, y buscaba la conciliación de elementos que aparentemente son opuestos, es decir, proponía superar las dicotomías artificiales como alma-cuerpo, psíquico-físico, teoría-práctica, empírico-racional, intelecto-emoción, entre otras, en donde la experiencia y el pensamiento son, en cierto modo, la misma cosa (Dewey, 1938/1964).

Además del pragmatismo y la educación progresista deweyniana, las aportaciones de Piaget, Vygotsky y Luria también tuvieron influencia en los estudios de Bruner; sus trabajos ayudaron a éste a desarrollar su teoría de los estadios de la cognición, que posteriormente traslada al aula. En su texto histórico *The process of education*, de 1960, Bruner reconoce la influencia que tuvo en él las aportaciones de Piaget, y con base en sus primeras investigaciones presenta planteamientos para el desarrollo curricular enfocado al *desarrollo del pensamiento*. Para ello plantea como propuestas básicas la importancia de que el estudiante comprenda *la estructura de las materias* que estudia, la necesidad de promover *el aprendizaje activo* como base para la verdadera comprensión y el valor del *pensamiento inductivo* en el aprendizaje.

Bruner (1960) asegura que el aprendizaje será más significativo, memorable y útil cuando los estudiantes son inducidos a *descubrir* las reglas del objetivo de estudio por sí mismos, para ello, el educador debe motivar a los estudiantes para que descubran relaciones entre conceptos y construyan proposiciones. Propone varios principios para promover el aprendizaje por descubrimiento:

³ Doctrina filosófica que se caracteriza por tener una concepción dinámica de la inteligencia y del conocimiento y busca la conciliación de elementos aparentemente opuestos rechazando las perspectivas dualistas de organismo-ambiente, sujeto-objeto, individuo-sociedad, que desde los griegos había impregnado no sólo el pensamiento sino la vida social. Esta doctrina subraya los rasgos de continuidad e interacción que dan sentido a la existencia en sólo un continuo de experiencia., y rechaza la búsqueda de la certeza o de la verdad como correspondencia. El pragmatismo está asociado a las ideas de cambio, relativismo e inestabilidad (González-Monteaudo, 2002).

- Organizar el currículo en forma espiral: trabajar los mismos contenidos periódicamente cada vez con mayor profundidad para que el estudiante modifique las representaciones mentales que va construyendo.
- El profesor debe:
 - Elegir el formato apropiado de la información con el que los estudiantes interactúen, acorde a su estructura cognitiva o al modo de representación del aprendiz.
 - Mostrar a los estudiantes primero la estructura de la materia o patrones de lo que están aprendiendo, para después concentrarse en los hechos y figuras. Los estudiantes deben ser activos para captar la estructura de la materia e identificar los principios claves por sí mismos, y no limitarse a aceptar las explicaciones del profesor. Es importante que ubiquen los conceptos en un sistema de codificación, o en una jerarquía de conceptos relacionados, donde los más específicos se derivan de los más generales.
 - Presentar situaciones problemáticas que estimulen a los estudiantes a preguntar, explorar, y experimentar, presentar ejemplos para que trabajen con éstos hasta encontrar las interrelaciones (la estructura de la materia), mediante el razonamiento inductivo o el método ejemplo-regla, es decir, con el uso de ejemplos específicos que los lleven a formular un principio general. La enseñanza debe contemplar el diálogo activo entre el profesor y el estudiante, al estilo del diálogo socrático.

Bruner (1971) sostuvo la necesidad de promover el aprendizaje por descubrimiento autoguiado, en el que el estudiante vaya más allá de la mera obtención de información, y logre aprender a aprender. Para ello, el instructor debe motivar a los estudiantes para que sean ellos mismos los que descubran relaciones entre conceptos y construyan conocimientos; la información o contenidos de aprendizaje se deben presentar de una forma adecuada a la estructura cognitiva (el modo de representación del aprendiz); el currículo, en consecuencia, debe organizarse de forma espiral, es decir, se deben trabajar los mismos contenidos, ideas o conceptos, cada vez con mayor profundidad. Los estudiantes irán modificando sus representaciones mentales a medida que se desarrolla su cognición o capacidad de categorizar, conceptualizar o representar el mundo (Guilar, 2009).

Para Bruner la educación es un proceso de descubrimiento personal: el alumno debe incitar experiencias, buscar información para solucionar problemas, reestructurar lo que ya sabe para obtener nuevos conocimientos. Lo ideal para que el material por aprender sea comprendido es que el alumno manipule activamente la información, ya sea de forma concreta, o de forma abstracta, y utilizar el razonamiento inductivo para hacer inferencias y generalizaciones (Clabaugh, 2010).

Al igual que otros autores como Piaget, Ausubel, Gagné y Rhower, que se inscriben en la orientación cognitiva y constructivista de la educación, Bruner concibe al estudiante como un procesador activo de la información, que posee competencia cognitiva para aprender estratégicamente y solucionar problemas, y percibe al profesor como organizador de la información, que tiende puentes cognitivos y funge como promotor de habilidades de pensamiento y estrategias para un aprendizaje significativo, proporciona “andamiaje” mediante la asistencia y orientación que, en última instancia, permite a los estudiantes convertirse en aprendices independientes.

De aquí que la interrogante que guio la investigación fue: ¿La enseñanza por descubrimiento promueve el aprendizaje de conocimientos sobre la biodiversidad en estudiantes de secundaria y la importancia de su estudio?

2 Metodología

El objetivo de la investigación fue evaluar la influencia de la enseñanza por descubrimiento en el aprendizaje de la biodiversidad en estudiantes de secundaria, así como su motivación por la observación y estudio de la biodiversidad en su entorno ecológico y social.

Hipótesis: la enseñanza por descubrimiento promueve el aprendizaje de conocimientos sobre biodiversidad en estudiantes de secundaria, así como actitudes científicas y sensibilización sobre la importancia de su estudio.

Diseño de la investigación: se utilizó un diseño de tipo cuasiexperimental con un esquema de preprueba-intervención-postprueba (A-B-A) con grupos intactos (Hernández, Fernández y Baptista, 2006), uno experimental y otro control.

Población: la investigación se realizó en una institución educativa del sistema estatal, la Escuela Secundaria Foránea 55 de El Grullo, Jalisco, con estudiantes de primer grado del turno matutino. El grupo experimental (grupo 1A) estuvo conformado por 44 estudiantes, 23 mujeres y 21 hombres; y el control (grupo 1B) también se conformó por 44 estudiantes, 26 mujeres y 18 hombres. En ambos grupos la edad promedio fue de 12 años.

Intervención: la enseñanza por descubrimiento se aplicó al grupo experimental durante 12 sesiones de 50 minutos cada una, en las que se abordaron dos temáticas: a) La importancia de conocer y valorar la biodiversidad de nuestro entorno local y b) Acciones que se realizan en el país para conservar la biodiversidad, ambas del bloque V del contenido *Biodiversidad y sustentabilidad*. El grupo control participó en la preprueba y en la postprueba, al igual que el grupo experimental, pero los temas los impartió el profesor titular de la materia con técnicas didácticas expositivas y

tradicionales que habitualmente acostumbra a utilizar, con solicitud de resúmenes del libro de texto y trabajo en equipo extraclase. Para las evaluaciones aplicó exámenes de tipo memorístico y tomó en cuenta la asistencia y disciplina en el aula.

2.1 Estrategia didáctica

Para la estrategia de enseñanza aplicada al grupo experimental se elaboró la planeación didáctica en la que se tomaron en cuenta los contenidos, propósitos, aprendizajes esperados y los estándares curriculares para la enseñanza del contenido *Biodiversidad y sustentabilidad* del Programa 2011 de Ciencias para Educación Básica Secundaria (SEP, 2011), donde se señala, entre otros aspectos, que “la curiosidad infantil y adolescente es el punto de partida del trabajo docente”, por lo tanto, se fomentó y aprovechó de manera sistemática esa curiosidad ofreciendo acompañamiento oportuno para que los estudiantes fortalecieran o construyeran sus conocimientos a través de diferentes técnicas didácticas basadas en los principios de la enseñanza por descubrimiento.

Los estudiantes conocieron al inicio de cada sesión el trabajo que se desarrollaría, también se les plantearon preguntas y actividades que les permitieran reflexionar sobre lo que sabían, con la intención de generar en ellos motivación y confianza, que se descubrieran poseedores de conocimientos sobre el tema; de igual forma, se procuró potenciar su pensamiento creativo, permitiéndoles resolver los problemas o conflictos que encontraban en el desarrollo de las actividades.

Los temas del bloque V *Biodiversidad y sustentabilidad* se trabajaron a través de actividades de investigación documental y de campo, incrementando cada vez el nivel de profundidad.

Las diversas acciones realizadas a lo largo de las sesiones estuvieron encaminadas entonces a conocer y valorar la biodiversidad del entorno local y las acciones que se realizan en el país para conservar la biodiversidad, aprovechando la colecta de insectos y su conservación en una colección entomológica. A continuación se destacan las acciones centrales de cada sesión:

- Primera sesión. En el inicio se sondearon los conocimientos de los estudiantes a través de preguntas como: ¿Te has fijado cuántas especies de plantas hay en tu escuela? ¿Has visto insectos u otros animales posarse en las plantas o caminando por el suelo? ¿Cuáles insectos conoces y qué diferencias observas entre ellos? ¿Qué interacciones has observado entre las plantas y los insectos? En el desarrollo, los estudiantes elaboraron un esquema ilustrativo para explicar la biodiversidad de su entorno y la importancia que tiene en su vida cotidiana, realizaron una lectura sobre el concepto de la observación y en un mapa

conceptual clasificaron los tipos y modalidades de observación. En el cierre participaron en la evaluación mutua del cuadro sinóptico a través de una rúbrica.

- Segunda sesión. En el inicio se invitó a los estudiantes a inferir, mediante lluvia de ideas, sobre la diversidad biológica que podían encontrar en un recorrido por las áreas verdes de su escuela, creando en el aula un ambiente de reflexión sobre la importancia que tiene la observación, el registro de datos y su interpretación. En el desarrollo, organizados en equipos, se realizó un recorrido por las áreas verdes de la escuela para conocer la diversidad biológica. Los estudiantes registraron en un cuaderno la forma, el tamaño, el color e ilustraron con dibujos la diversidad de organismos vegetales y animales; además, en un cuadro comparativo describieron las diferencias y similitudes morfológicas que observaron; también se motivó a los estudiantes a realizar recorridos en parques o jardines de sus hogares para observar y registrar información de la diversidad de organismos vegetales y animales, e identificar las diferencias y similitudes de los organismos vivos que forman parte de su entorno próximo. En el cierre, grupalmente se discutió sobre los resultados de la observación en campo y se promovió una reflexión en torno a reconocerse a sí mismos como parte de la naturaleza.
- Tercera sesión. En el inicio se activaron los conocimientos previos a través de la redacción grupal de un mini-relato sobre la observación, interpretación, descripción, diferencias y similitudes de la diversidad biológica. En un esquema proyectado en la pantalla se fueron escribiendo las aportaciones del grupo al mini-relato. En el desarrollo los estudiantes socializaron con los otros equipos el cuadro comparativo desarrollado en la segunda sesión. En el cierre se realizó una reflexión y conclusión grupal sobre los aprendizajes alcanzados.
- Cuarta sesión. En el inicio se activaron los conocimientos previos sobre la biodiversidad, a través de un crucigrama. En el desarrollo, integrados en equipos, leyeron un texto corto sobre el estudio de la biodiversidad en México y su conservación, comentaron los aspectos relevantes de la lectura, registraron información del texto leído en fichas de trabajo, de tipo: resumen, textual y de comentario. En el cierre, grupalmente se dialogó sobre las amenazas y las pérdidas de la biodiversidad en México, donde se expusieron los puntos de vista particulares y los fundamentados en la lectura.
- Quinta sesión. En el inicio se activaron los conocimientos previos de los estudiantes mediante un cuadro comparativo, en el que individualmente escribieron en una columna lo que sabían del tema “conservación de la biodiversidad mexicana”. En el desarrollo se proyectó para su lectura un texto sobre “Biodiversidad mexicana, su conservación y la importancia de las

colecciones biológicas”. Al concluir la lectura hubo comentarios sobre lo comprendido y lo no comprendido; enseguida se indujo la participación, mediante lluvia de ideas, con la pregunta: ¿En qué lugares podemos encontrar información sobre el tema biodiversidad de México? Los estudiantes propusieron lugares, materiales y personas dónde consultar e investigar para ampliar o reforzar sus conocimientos sobre el tema. Se les motivó a plantear preguntas en torno al tema con el objetivo de ampliar las opciones de búsqueda, favoreciendo siempre el intercambio de ideas y socialización; en equipo integraron en un cartel o en una infografía sus conocimientos y aprendizajes del tema; individualmente, en sus respectivos cuadros comparativos escribieron sus nuevos conocimientos en la columna correspondiente. En el cierre contrastaron en su cuadro comparativo los saberes previos con sus nuevos aprendizajes y escribieron una reflexión final.

- Sexta sesión. En el inicio se activaron los saberes previos de los estudiantes jugando a la lotería de insectos, con los nombres comunes de éstos. En el desarrollo leyeron un texto corto sobre la morfología comparada de los insectos. Después de los comentarios sobre lo comprendido y lo no comprendido en la lectura, los estudiantes se organizaron en equipo para investigar y desarrollar un esquema gráfico con las características biológicas de un insecto asociado a su entorno, también consultaron el nombre científico y si la consideraban una especie amenazada o estable. En el cierre, los equipos socializaron con sus compañeros de grupo los esquemas gráficos.
- Séptima sesión. En el inicio, a través de preguntas, se sondearon los conocimientos de los estudiantes: ¿Cómo describes la biodiversidad? ¿Qué factores han influido para la transformación drástica de los ecosistemas naturales? ¿Cómo se constituyen las colecciones biológicas y en qué forma contribuyen a la conservación de la biodiversidad? En el desarrollo se proyectó al grupo una presentación sobre las características de las diferentes técnicas de recolecta de insectos. Al finalizar la presentación se les invitó a discutir grupalmente las ventajas y desventajas, también a hacer propuestas y sugerir modificaciones o adaptaciones de algunas técnicas de colecta. En el cierre se hizo un resumen general de las actividades de la sesión.
- Octava sesión. En el inicio, a través de preguntas, se sondearon los conocimientos de los estudiantes: ¿Qué técnicas de recolecta conocen? ¿Cuáles técnicas aplicarían para recolectar insectos en las áreas verdes de la escuela? En el desarrollo los estudiantes, organizados en equipos y acompañados por el docente, recorrieron las áreas verdes para recolectar insectos y registrar datos necesarios en un cuaderno. En el cierre, a través de preguntas, se promovió la

participación y reflexión de los estudiantes sobre la experiencia vivida en las actividades de campo.

- Novena sesión. En el inicio se sondearon los saberes previos a través de preguntas: ¿Qué técnicas de conservación de insectos conocen? ¿Qué datos deben registrarse cuando se hace recolecta de insectos? En el desarrollo, integrados en equipo, leyeron un texto sobre el montaje y la conservación de insectos. En su cuaderno fueron registrando las dudas que les surgieron. Posteriormente, en plenaria, en un primer momento se discutió lo comprendido en la lectura y los aspectos que les fueron familiares; en un segundo momento, un estudiante de cada equipo externó las dudas que registraron, dudas que se fueron despejando con la participación del grupo. El docente solo intervino para orientar cuando la duda fue general. En el cierre, grupalmente se reflexionó y se comentó sobre los logros alcanzados en la sesión.
- Décima sesión. En el inicio se sondearon los conocimientos a través de preguntas: ¿Qué son los inventarios de riqueza biológica? ¿Cuál es la función de las colecciones biológicas? ¿Qué materiales se necesitan para realizar una colección entomológica? En el desarrollo, integrados en equipo, los estudiantes se dividieron tareas y responsabilidades para realizar: a) el montaje en seco de los insectos recolectados, b) identificar los especímenes a nivel orden, apoyándose en claves entomológicas, c) elaboración de rótulos (etiquetas) con los datos indispensables para cada insecto, d) investigar la biología, ecología e importancia de los insectos recolectado e identificados, y e) desarrollar un cartel para concentrar imágenes e información relevante de los insectos. En el cierre, grupalmente hubo una reflexión y discusión sobre los logros alcanzados con las actividades realizadas en la sesión.
- Undécima sesión. En el inicio se sondearon los saberes previos a través de preguntas: ¿Qué piensas de los estudios de los insectos? ¿Existe diversidad de insectos en México? ¿Qué técnicas conoces para recolectar y preservar insectos? En el desarrollo, integrados en equipos, los estudiantes se dividieron tareas y responsabilidades para realizar: a) el montaje en seco de los insectos recolectados, b) identificar los especímenes a nivel orden, apoyándose en claves entomológicas, c) elaboración de rótulos (etiquetas) con los datos indispensables para cada insecto, d) investigar la biología, ecología e importancia de los insectos recolectado e identificados, e) desarrollar un cartel para concentrar imágenes e información relevante de los insectos, f) recuperación y organización de los trabajos desarrollados en sesiones anteriores y, g) elaboración de carteles invitando a la comunidad escolar a la exposición “Biodiversidad”. En el cierre se discutieron los logros alcanzados y se tomaron acuerdos en grupo para la organización de la exposición “Biodiversidad”.

- Duodécima sesión. En el inicio, a través de preguntas, se sondearon los conocimientos de los estudiantes: ¿Consideran importante documentar la riqueza biológica? ¿Creen que se justifica recolectar y preservar insectos en colecciones biológicas para fines de estudio? ¿Cuál es la importancia de las colecciones entomológicas? ¿Cómo se imaginan la cultura científica de nuestro país si en todos los niveles educativos se impartiera enseñanza en investigación científica? En el desarrollo los estudiantes presentaron en una mesa redonda y montaron una exposición para mostrar a la comunidad educativa la colección entomológica, e informaron mediante carteles la diversidad de insectos de su entorno y su importancia. En el cierre se reflexionó y discutió grupalmente sobre los logros alcanzados.

Instrumentos de evaluación. Para evaluar la influencia de la enseñanza por descubrimiento en los aprendizajes de los estudiantes se diseñaron y aplicaron los siguientes instrumentos:

Cuestionario de conocimientos sobre biodiversidad. Se elaboró con la finalidad de evaluar la efectividad de la intervención docente y la aplicación del modelo teórico del aprendizaje por descubrimiento. Estuvo conformado por siete preguntas de opción múltiple para que el estudiante seleccionara, en cada una, la respuesta válida de las cuatro opciones presentadas. Se aplicó como preprueba y como posprueba para evaluar los conocimientos previos y adquiridos respectivamente, tanto por el grupo experimental como por el control (véase Anexo 1).

Los demás instrumentos se emplearon sólo en el grupo experimental.

Cuestionario de opinión sobre el desempeño docente. Para conocer la opinión de los estudiantes del grupo experimental con relación a la intervención docente, al finalizar cada sesión –a excepción de las sesiones 6 y 9 en las que no se aplicó el cuestionario por falta de tiempo–, se les solicitó a los estudiantes contestar un cuestionario que constó de siete preguntas cerradas con tres opciones de respuesta (sí, +/-, no) y tres preguntas abiertas. Las preguntas cerradas fueron: 1) ¿La maestra señaló los objetivos de la clase?, 2) ¿La maestra señaló cómo se iban a desarrollar las actividades en la clase?, 3) ¿La maestra dio ejemplos en la clase?, 4) Si tu respuesta anterior fue sí, contesta: ¿Te quedaron claros los ejemplos?, 5) ¿La maestra promovió para que tú le hicieras preguntas?, 6) Si tuviste dudas ¿le preguntaste a la maestra y te orientó para encontrar respuesta a tus dudas?, y 7) ¿Te pareció interesante la clase, te gustó?

Los estudiantes marcaron una de las tres opciones en cada pregunta cerrada: si estaban de acuerdo, más o menos de acuerdo, o no estaban de acuerdo con la pregunta planteada.

Escala de actitudes (estimativa) de participación del alumno. Se aplicó una escala de actitudes de participación del alumno propuesta por la SEP (2015) que se utiliza en la escuela donde se realizó la investigación, como herramienta de evaluación en el aula, con la finalidad de observar el proceso y no solo el producto en cada sesión. Es un instrumento que requiere de la técnica de observación y favorece llevar un registro diario de actitudes, disposición al trabajo y valores que cada estudiante muestra durante las actividades en el aula. Se eligió evaluar cinco aspectos: motivación, participación individual, colaboración en equipo, intercambio de ideas y socialización en grupo, y práctica de valores.

Rúbrica para evaluación mutua. Se adaptó una rúbrica para evaluar tipo cuadro sinóptico, utilizada en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), para que los estudiantes del grupo experimental evaluaran su propio aprendizaje y el de sus compañeros, y de esta forma participaran en el proceso de evaluación como parte de su aprendizaje. Con base en un cuadro con categorías de desempeño y la posibilidad de hacer comentarios con fines de retroalimentación, los estudiantes evaluaron el cuadro sinóptico solicitado a cada equipo al término de la primera sesión, en el que debían concentrar la información relevante de un texto leído sobre *Clases y modalidades de observación*.

Previamente a la elaboración del cuadro sinóptico, el profesor revisó la rúbrica con los estudiantes para que tuvieran la motivación de alcanzar los aprendizajes, habilidades y conocimientos esperados. La rúbrica contempla tres criterios a evaluar del cuadro sinóptico: concepto principal, conceptos subordinados y estructura.

3 Resultados

Se describen a continuación los resultados obtenidos en cada instrumento aplicado.

3.1 Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad

Para analizar los resultados obtenidos en el Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad en su aplicación como pre y postprueba, tanto del grupo experimental como del grupo control, se utilizó la estadística descriptiva y la prueba *t* de Student para muestras independientes (SAS Institute Inc., 2003; Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

En cuanto al grupo experimental, la suma de los aciertos por pregunta del cuestionario de conocimientos sobre biodiversidad, tanto en la preprueba como en la postprueba, se muestran en la Figura 1. La asistencia de uno de los alumnos fue

muy irregular, por lo que los datos corresponden a 43 alumnos que asistieron regularmente.

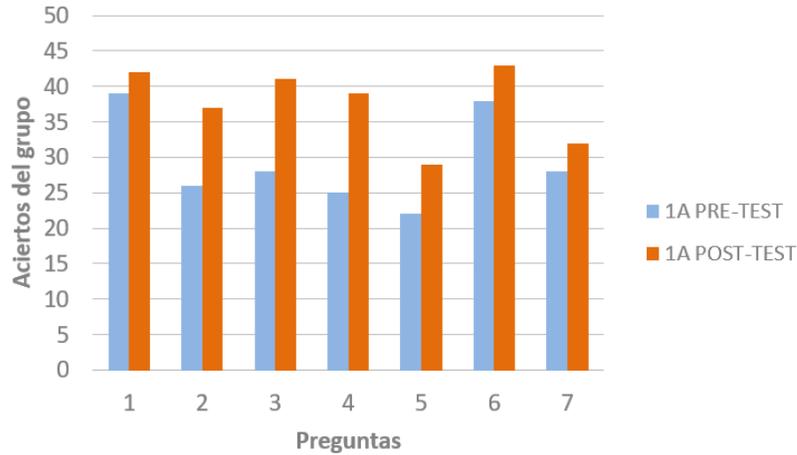


Figura 1. Suma de los aciertos por pregunta del Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad en la preprueba y postprueba del grupo 1A (n=43)

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 1 se puede observar que el mayor valor de la varianza se obtuvo en la preprueba del grupo experimental (1A), es decir, hubo mayor variabilidad en los resultados, lo cual es comprensible por corresponder al resultado de los conocimientos previos de los estudiantes sobre biodiversidad, cuando no se había trabajado el tema con la estrategia didáctica por descubrimiento.

También se puede apreciar que la media de aciertos en la preprueba fue 4.6, mientras que la media en postprueba fue 6.1, por lo que hubo un incremento de 1.5 en la media del resultado de la postprueba después de la aplicación de estrategias por descubrimiento con respecto a la preprueba, antes de la intervención.

Tabla 1. Valores estadísticos media, varianza, desviación estándar, valor mínimo y valor máximo de los aciertos en el cuestionario de conocimientos sobre biodiversidad en preprueba y postprueba del grupo 1A

Grupo 1A	Preprueba	Postprueba
N	4.6428	6.1428
Mínimo	2	3
Máximo	7	7
Varianza	2.7229	0.8571
Desviación estándar	1.48	0.92

Fuente: elaboración propia.

Se aplicó la prueba *t* de Student con un nivel de significancia de 5% ($\alpha \leq 0.05$), para observar si las diferencias encontradas entre la preprueba y postprueba del grupo experimental eran significativas, con base en el planteamiento de las siguientes hipótesis:

Hipótesis Nula (Ho): La calificación obtenida al aplicar estrategias de aprendizaje por descubrimiento para el tema Biodiversidad no es significativamente diferente de la calificación obtenida antes de aplicar dicha estrategia.

Hipótesis Alternativa (Ha): La calificación obtenida al aplicar estrategias de aprendizaje por descubrimiento para el tema Biodiversidad sí es significativamente diferente de la calificación obtenida antes de aplicar dicha estrategia.

$$H_0: \mu \text{ preprueba} = \mu \text{ postprueba}$$

$$H_a: \mu \text{ preprueba} \neq \mu \text{ postprueba}$$

En la Tabla 2 se aprecia que el valor del estadístico T es de 0.0000082337 es menor a 0.05, con lo cual se acepta la Hipótesis Alterna (Ha) que dice que los resultados de la postprueba del grupo experimental (A1) son significativamente más favorables que los de la preprueba. Los resultados obtenidos en la aplicación de estrategias por descubrimiento muestran logros más favorables para el grupo experimental.

Tabla 2. Resultados de la prueba *t* de Student para conocimientos sobre biodiversidad preprueba y postprueba en el grupo 1A

Grados de libertad	64
Diferencia entre medias	1.5
Estadístico <i>t</i>	5.13766
Prob T ($T \leq t$)	0.0000082337

Fuente: elaboración propia.

Con respecto al grupo control (1B), en la Figura 2 se muestra la suma de los aciertos por pregunta del Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad tanto en la preprueba como en la postprueba. Los datos corresponden a 41 alumnos que contestaron el cuestionario en ambos tiempos.

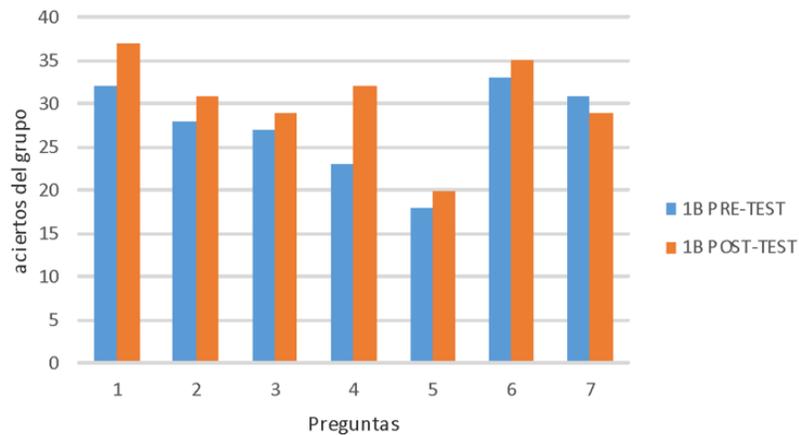


Figura 2. Suma de los aciertos por pregunta del Cuestionario de Conocimientos en la preprueba y postprueba del grupo 1B (n=41).

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 3 se puede observar que el mayor valor de la varianza se obtuvo en la postprueba del grupo control (1B), en tanto en éste se obtuvo 4.21 de variabilidad en los resultados, mientras que en la preprueba fue de 2.48. También se puede apreciar que la media de aciertos en la preprueba fue 4.7, mientras que la media en la postprueba fue 5.1. Hubo un incremento de .44 entre la media de aciertos del cuestionario en la postprueba con respecto a la preprueba.

Tabla 3. Valores estadísticos media, varianza, desviación estándar, valor mínimo y valor máximo de los aciertos en el Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad preprueba y postprueba del grupo 1B

Grupo 1B	Preprueba	Postprueba
N	4.756	5.19
Mínimo	0	0
Máximo	7	7
Varianza	2.489	4.21
Desviación estándar	1.578	2.05

Fuente: elaboración propia.

Al aplicar la prueba *t* de Student a un nivel de significancia del 5% ($\alpha \leq 0.05$), para examinar si la diferencia entre la preprueba y la postprueba en el Grupo Control es significativa, se encontró que el valor del estadístico T es de 0.28094 (ver Tabla 4), lo cual es mayor a 0.05. Con esto se acepta la Hipótesis Nula (H_0), que dice que los resultados de la preprueba y de la postprueba no son significativamente diferentes.

$$H_0: \mu \text{ preprueba } 1B = \mu \text{ postprueba } 1B$$

$$H_a: \mu \text{ preprueba } 1B \neq \mu \text{ postprueba } 1B$$

Tabla 4. Resultados de la prueba *t* de Student en la aplicación del Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad de preprueba y postprueba en el grupo 1B

Grados de libertad	75
Diferencia entre medias	0.44
Estadístico <i>t</i>	1.08603338
Prob T ($T \leq t$)	0.28094

Fuente: elaboración propia.

También se compararon las medias de los aciertos del Cuestionario de conocimientos de la preprueba y de la postprueba del grupo control y del grupo experimental.

En cuanto a la preprueba, en la Figura 3 se observan las medias de los aciertos obtenidas por cada grupo.

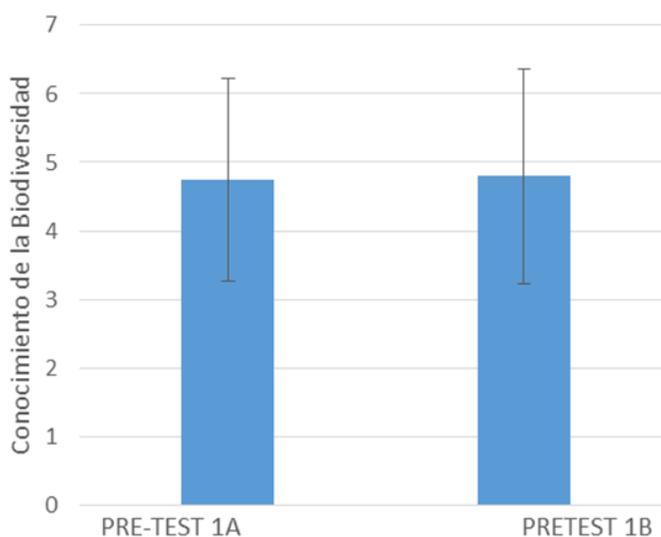


Figura 3. Medias de aciertos en el Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad en la preprueba de los grupos 1A y 1B.

Fuente: elaboración propia.

La diferencia entre las medias de ambos grupos es de 0.013 con valores de desviación estándar para ambas medias muy parecidos en magnitud, 1.48 en el grupo experimental (1A) y 1.57 en el grupo control (1B) (ver Tabla 5).

Tabla 5. Comparación entre resultados del Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad en la preprueba de los grupos 1A y 1B

	Preprueba 1A	Preprueba 1B
Media	4.75	4.8
Varianza	2.24	2.47
Desviación estándar	1.48	1.577
Mínimo	2	0
Máximo	7	7

Fuente: elaboración propia.

Al aplicar la prueba *t* de Student a un nivel de significancia del 5% ($\alpha \leq 0.05$) para comparar si la diferencia entre la preprueba del grupo experimental y del grupo control son significativas, se encontró que el valor del estadístico T es de 0.8979 (ver Tabla 6), lo cual es mayor a 0.05, por tanto, se acepta *H₀* y se rechaza *H_a*. La calificación obtenida en el cuestionario preprueba es igual en los dos grupos comparados.

H₀: μ preprueba 1A = μ postprueba 1B

H_a: μ preprueba 1A \neq μ postprueba 1B

Tabla 6. Resultados de la prueba *t* de Student para el Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad, preprueba en los grupos 1A y 1B

Grados de libertad	79
Diferencia entre medias	0.013
Estadístico <i>t</i>	0.1287
Prob T (T<= t)	0.89793992

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados indican que los dos grupos, 1A y 1B, fueron similares en cuanto al nivel de conocimientos previos a la enseñanza del tema de biodiversidad.

En relación con la postprueba, en la Figura 4 se observan las medias obtenidas por cada grupo.

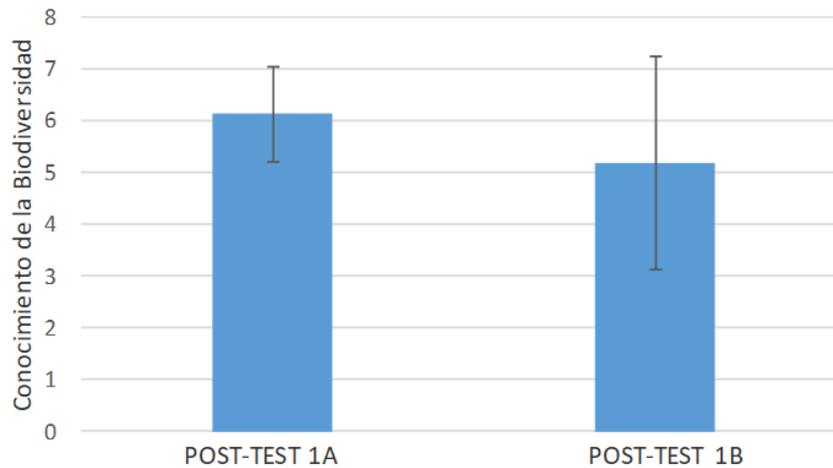


Figura 4. Medias de aciertos en el Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad en la postprueba de los grupos 1A y 1B.

Fuente: elaboración propia.

La diferencia entre las medias de ambos grupos es de 0.94 a favor del grupo experimental, con valores de desviación estándar 0.92 en el grupo experimental (1A) y 2.07 en el grupo control (ver Tabla 7).

Tabla 7. Comparación entre resultados del Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad en la postprueba de los grupos 1A y 1B

	Postprueba 1A	Postprueba 1B
Media	6.14	5.2
Varianza	0.8571	4.3179
Desviación estándar	0.9257	2.0779
Observaciones	42	40

Fuente: elaboración propia.

Para examinar si la diferencia de la media de calificaciones de la postprueba entre el grupo experimental y el grupo control es significativa, se aplicó la prueba *t* de Student a un nivel de significancia del 5% ($\alpha \leq 0.05$). Se encontró que el valor del estadístico de T es 0.0111% (ver Tabla 8), lo cual es menor a 0.05, por tanto, la media de calificaciones del grupo experimental es significativamente más alta que la del grupo control. Al aplicar la regla de decisión, se rechaza *H₀* y se acepta *H_a*:

H₀: μ preprueba 1A = μ postprueba 1B

H_a: μ preprueba 1A \neq μ postprueba 1B

Tabla 8. Resultados de la prueba *t* de Student para el Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad postprueba de los grupos 1A y 1B

Grados de libertad	53
Diferencia entre medias	0.94
Estadístico <i>t</i>	2.63169
Prob T ($T \leq t$)	0.0111

Fuente: elaboración propia.

Los resultados en postprueba muestran que el grupo en que se aplicó la estrategia de enseñanza por descubrimiento obtuvo mejores resultados en los aprendizajes de conocimientos sobre biodiversidad.

3.2 Cuestionario de Opinión sobre el Desempeño Docente

La opinión de los estudiantes sobre la intervención docente se obtuvo al finalizar cada sesión, a excepción de las sesiones 6 y 9, en las que no se aplicó el cuestionario por falta de tiempo. En general, las respuestas de los alumnos fueron positivas en las siete preguntas cerradas, con un mayor número de respuestas *sí*, muy pocas respuestas *más o menos* (+/-), y excepcionalmente con *no*.

Solo en la primera sesión, en las preguntas relacionadas con la claridad de los ejemplos planteados por la maestra (si promovió que los estudiantes hicieran preguntas, o si aclaró las dudas expuestas por ellos), se obtuvo una frecuencia menor de respuestas positivas (*sí*) y un mayor número de respuestas +/-; no obstante, aun y cuando fue mayor el número de respuestas positivas *sí*, se tomaron las medidas necesarias para atender las necesidades de todos los alumnos, pues, como señala Guilar (2009) con base en las ideas pedagógicas de Bruner, la información o contenidos de aprendizaje se deben presentar de una forma adecuada a la estructura cognitiva del aprendiz. En tal sentido, hubo una mayor atención en promover que los estudiantes exploraran, experimentaran y plantearan preguntas y en asegurar que todas sus dudas fueran resueltas, lo que se fue logrando en las siguientes sesiones.

En cuanto a las tres preguntas abiertas del Cuestionario de Opinión del Desempeño Docente, las respuestas de los estudiantes fueron menores, pues la mayoría se limitó a contestar las preguntas cerradas. En cuanto a los estudiantes que respondieron a las preguntas abiertas, en la Tabla 9 se observa que en relación con la pregunta sobre los conceptos que les parecieron importantes, resalta la relevancia que atribuyen a la conservación de la biodiversidad de las especies y a su impacto en el medio ambiente, así como el conocimiento obtenido en la colecta de insectos para entender la biodiversidad en su entorno local.

Con relación a la pregunta sobre las dudas que les hubieran quedado sobre el tema, la mayoría contestó que no les quedaron dudas, y las pocas que les quedaron se relacionaban con la colecta, clasificación y etiquetación de los insectos.

En la pregunta acerca de las actividades que cambiarían, muy pocos contestaron que les gustaría que hubiera actividades más expositivas por parte de la profesora; en cambio, la mayoría expresó su entusiasmo por las actividades realizadas y su motivación por ampliarlas, particularmente aquellas que disfrutaron por la observación de campo que hicieron en su entorno cercano, por ejemplo, las actividades de las sesiones dos y ocho. Algunos otros externaron su preferencia por más sesiones de juego divertidas. Las respuestas a las preguntas abiertas también dejan entrever la importancia en la enseñanza-aprendizaje contemplar el diálogo activo entre el estudiante y el docente.

Tabla 9. Respuestas del grupo experimental a las tres preguntas abiertas del Cuestionario de Opinión del Desempeño Docente

Sesión	Menciona al menos dos conceptos que para ti fueron importantes	Menciona al menos una duda que te haya quedado	¿Qué cambiarías de las actividades realizadas en la sesión?
1	- Tipos y modalidades de observación de la biodiversidad y la importancia de conocer la biodiversidad que nos rodea	- Ninguna duda tengo, todo está claro	- Nada cambiaría - Que la maestra exponga, nos explique más
2	- Observar diferentes especies, vegetales y animales que hay en la escuela, y cerca del lugar donde vivo	- Ninguna	- Nada cambiaría, está bien todo, me gustan las clases fuera del salón (aula). Disfruté la salida para observar la biodiversidad, ver a los pequeños animales y la vegetación
3	- Platicar con los compañeros las diferencias que observamos en la biodiversidad	- No tengo dudas	- Que sean más divertidas y con juegos, para que todos los integrantes de los equipos participen - Más salidas para recorrer y observar la biodiversidad
4	- Lo importante que es conservar la biodiversidad. Debemos cuidar del medio ambiente para que las diferentes especies existan siempre		- Que la maestra nos explique más ampliamente el tema

5	- Los humanos debemos de tener más conciencia para recuperar el medio ambiente. No se debe talar ni contaminar el medio ambiente porque muchas especies se pueden extinguir, y toda forma de vida es importante		- Me gustan las actividades divertidas que realizamos. Nada cambiaría
7	- Las formas y herramientas que pueden utilizarse para atrapar (colectar) a los insectos	- ¿Cuándo vamos a ir a coleccionar insectos?	- Lo que cambiaría es que las clases sean más divertidas, fuera del salón y con juegos
8	- La colecta de insectos. También que los insectos tienen seis patas, y las arañas y alacranes no son insectos porque tienen ocho patas	- ¿Por qué tuvimos que matar a los insectos en el alcohol?	- Nada. A mí me gustan las actividades que hacemos, tener las clases fuera del salón (aula)
10	- Colectar insectos en frascos con alcohol y anotar datos de donde los colectamos, pues los insectos son valiosos en las colecciones por los datos que tienen en las etiquetas - Que la diversidad de insectos es grande, muchos habitan en el suelo y otros en las plantas	- ¿Por qué las etiquetas de identificación de los insectos son tan pequeñas? - ¿Por qué algunas avispas son tan grandes? - ¿Por qué las claves no tienen como identificar gusanos (larvas)?	- Ampliaría más el tiempo de colecta y también ir a muchos otros lugares a coleccionar para incluir más insectos en la colección - ¡Muy bien! Me divertí encontrando a que orden pertenecen los insectos que colectamos - ¡Genial! Esto de mirar los insectos en el microscopio, son diferentes de como se ven en el suelo, en las plantas, o volando
11	- Montar insectos en seco, con alfileres, e identificar los insectos a nivel orden con las claves - Las claves son necesarias para identificar los lepidóptera, los coleóptera, himenóptera, hemíptera, díptera, y otros más - Anotar datos en las etiquetas y colocarlas en el mismo alfiler del insecto que se describe	- En dónde se clasifican los “gusanos” (larvas) - Conocer el nombre científico de los insectos que colectamos	- Nada, solo quiero saber más sobre los insectos, salir a coleccionar otros para identificarlos - Me gustaría que todos los microscopios de la escuela sirvieran, porque cuatro son insuficientes
12	- La diversidad de insectos que hay en nuestra escuela y cerca de donde vivimos - Los diferentes órdenes a las que pertenecen los insectos colectados	- Todo me quedó claro. No tengo dudas	- Nada cambiaría, me gustó mucho este proyecto que hicimos - Me pareció todo bien y divertido - Me gustó aprender a diferenciar los insectos

	<p>- El valor que tiene la biodiversidad y la importancia de cuidarla para que no se extingan las especies, pues desde los animales más pequeños como los insectos, hasta los animales grandes y las plantas formamos parte de la cadena alimenticia</p>		
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Fuente: elaboración propia.

Si bien, tanto en las respuestas de las preguntas cerradas como en las respuestas de las preguntas abiertas del cuestionario se observa que en general los estudiantes por sí mismos se mostraron activos en captar e identificar los principios clave y se sintieron motivados a desarrollar las actividades encaminadas a facilitar la comprensión del tema de la biodiversidad, a la vez se observa la necesidad de considerar los diferentes estilos de aprendizajes de los alumnos, conocer cómo aprenden mejor para elegir las estrategias de enseñanza o la forma adecuada que favorezca una interacción acorde a la estructura cognitiva de cada estudiante, que permitan satisfacer las necesidades de todos.

3.3 Escala de actitudes (estimativa) de participación del alumno

La escala de actitudes fue un instrumento útil para registrar todos los días, durante las 12 sesiones, las actitudes que mostraron los estudiantes del grupo experimental en los cinco aspectos que se consideraron para efectos del estudio: la motivación, el trabajo individual, la colaboración en equipo, la práctica de valores, y el intercambio de ideas y la socialización en grupo. La escala de valoración para los aspectos fue: nunca, algunas veces, regularmente y siempre.

En la fila correspondiente al nombre de cada estudiante se registró la valoración con números del uno al cuatro. El número cuatro indicó *siempre*, el número tres *regularmente*, el número dos *algunas veces* y el número uno indicó *nunca*. Los números fueron anotados para cada uno de los cinco aspectos.

Todos los asistentes participaron, aportaron y discutieron sus puntos de vista para alcanzar los objetivos y lograr aprendizajes en cada sesión.

Hubo buena participación del alumnado. Esa participación tuvo mayor grado de motivación conforme se fue avanzando en las sesiones.

En la Figura 5 se puede apreciar el promedio del registro de la observación que se hizo sobre las actitudes que mostraron los estudiantes del grupo experimental.

También se observa cómo los valores, junto con la colaboración en equipo, fueron los aspectos que tuvieron la escala más alta de evaluación, mientras que la participación individual presenta la escala más baja.

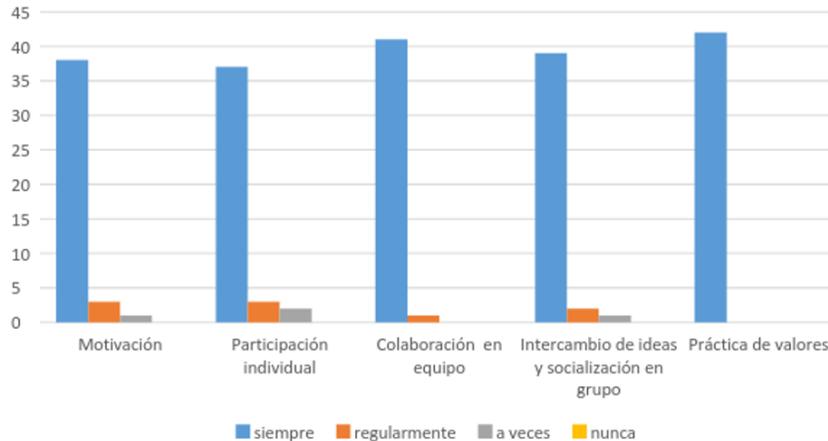


Figura 5. Resultados del registro en la escala de actitudes de participación de cada alumno del grupo experimental.

Fuente: elaboración propia.

El registro de las observaciones en la escala de actitudes favoreció identificar a aquellos estudiantes que necesitaron de una atención más específica, ya fuera para motivarlos a preguntar e integrarse a colaborar con sus compañeros, o para presentarles ejemplos precisos en los que pudieran apoyarse en el desarrollo de las diferentes actividades encaminadas al aprendizaje de la biodiversidad mediante la enseñanza por descubrimiento.

3.4 Rúbrica para evaluación mutua

La rúbrica utilizada para que los estudiantes participaran por equipos en la evaluación del cuadro sinóptico elaborado en la primera sesión, constó de tres elementos que debía contener el cuadro sinóptico: concepto principal, conceptos subordinados y estructura, con base en cuatro categorías de desempeño especificadas en la rúbrica: *excelente*, *bueno*, *regular* y *requiere mayor apoyo*, además de la posibilidad de hacer comentarios con fines de retroalimentación.

Los resultados de la evaluación muestran que a la actividad realizada por los integrantes de seis equipos les fue asignado el valor *excelente* por parte de sus pares de otros equipos, mientras que a los integrantes de dos equipos se les dio el valor

bueno, equivalente a un nueve, y solo a un equipo le fue asignado el valor *regular*. Ningún trabajo de equipo quedo en la categoría de *requiere apoyo*.

En la Tabla 10 se observa la retroalimentación escrita que los estudiantes hicieron a los trabajos que les correspondió revisar, según la categoría en la que calificaron el cuadro sinóptico. Los estudiantes valoraron con criterio y responsabilidad su propio desempeño y el de sus compañeros, mostraron ser críticos y con apreciable grado de honestidad. La mayoría realizó comentarios escritos de retroalimentación positivos, se aprecian palabras alentadoras para motivar a sus compañeros, no sólo hacia aquellos que su actividad fue evaluada como excelente. Se mostró también solidaridad, respeto por su trabajo y un juicio sin agresión.

Tabla 10. Resultados de la evaluación mutua mediante rúbrica entre los alumnos del grupo experimental

Excelente	Bueno	Regular
Nos gustó mucho su esquema, muy completo y bien elaborado. No le faltó ningún elemento.	Muy bien. Su trabajo tiene algunos errores, pero todo se puede mejorar. No se desanimen, pónganle ganas.	Hicieron su esfuerzo; sin embargo tienen que corregir su cuadro sinóptico. No se sientan mal, ustedes pueden poner más de su parte.
Excelente el trabajo tiene buena presentación, buena letra y sin faltas de ortografía.	Nos gustó su trabajo, pero le faltó información importante y más organización en el cuadro.	
Les quedó ¡excelente! Felicidades.		
Genial, muy buen trabajo.		
La información es buena, bien ordenado y limpio, excelente.		
¡Excelente! Un buen trabajo de equipo el que hicieron.		

Fuente: elaboración propia.

4 Conclusiones

La enseñanza por descubrimiento, como alternativa para el aprendizaje del tema la biodiversidad, a través de las temáticas Importancia de conocer y valorar la biodiversidad de nuestro entorno local y Acciones que se realizan en el país para conservar la biodiversidad, permitió acercar a los estudiantes de educación secundaria a conocer una variabilidad de organismos vivos. así como aprender sobre las diferentes interacciones biológicas de los insectos con el medio ambiente. Al mismo tiempo, como expresan Calvo y Fonfría (2008), el interés y motivación que despiertan en los estudiantes las actividades o prácticas escolares en campo les impactan porque se dan cuenta que en su ambiente está lo que se describe en clase,

induciéndolos a indagar, cuestionar y analizar las interacciones o relación de los organismos vivos con su entorno ecológico, a reconocer el valor que tiene la biodiversidad y a reflexionar sobre su conservación e importancia. Se confirma así que, cuando los docentes promueven que los estudiantes relacionen la nueva información con esquemas ya existentes en su estructura cognitiva, entonces resultará en una alta probabilidad que se logre un aprendizaje significativo (Díaz-Barriga y Hernández, 2010).

Lo anterior se logró mediante las diferentes actividades planteadas en la propuesta. Los estudiantes participaron en el desarrollo de una colección entomológica con identificaciones a nivel orden, actividad que favoreció en ellos realizar observaciones cercanas y ganar experiencia en métodos de estudio de campo, como señalan Stubbs y Hessler (2003), y reafirman López y Morcillo (2008), al exponer que cuando los niños o adolescentes abordan el estudio de un vegetal o la anatomía o morfología de un insecto, podrán aplicar técnicas de observación, descripción y clasificación, así como descubrir y aprender del proceso detallado y metódico que requiere el trabajo de laboratorio para su logro. Esta es una actividad desconocida en este nivel educativo, pero representó una oportunidad invaluable para despertar el interés, la adquisición de conocimientos, y el desarrollo de habilidades que les permitieron a los jóvenes coleccionar insectos, identificarlos y conservar los especímenes en una colección entomológica, como fuente de información básica en taxonomía y referencia permanente de diversidad biológica (Mones, 2005).

Apreciamos entonces que a través de las actividades implementadas se estimuló en los estudiantes su capacidad de análisis y comprensión de la información, así como su desarrollo social y afectivo, aspectos importantes que, de acuerdo con Covarrubias y Piña (2004), influyen para generar situaciones educativas con mayor grado de significancia para los estudiantes, lo que en este caso los condujo a la motivación por descubrir y construir conocimientos sobre el tema de la biodiversidad, mediante la observación y estudio en su entorno ecológico y social.

Es así que mediante la puesta en práctica del modelo teórico enseñanza por descubrimiento para el aprendizaje de la biodiversidad se obtuvo buena participación de los estudiantes, pero lo más importante es que alcanzaron una destacada motivación, además de que se reforzaron y se lograron aprendizajes significativos sobre el tema de la biodiversidad, situación pedagógica que contribuyó al fortalecimiento de aprendizajes encaminados a una formación en el campo de la ciencia, alcanzando con ello los objetivos planteados en el presente estudio.

Podemos concluir que el modelo teórico de enseñanza por descubrimiento resultó ser una propuesta susceptible de ser aplicada con éxito para la enseñanza de la

biodiversidad en el nivel secundaria. Varios de los principios propuestos por Bruner en la enseñanza por descubrimiento se tuvieron presentes en la planeación de las doce sesiones y su aplicación. Entre estos principios, el método de interrogación socrático para involucrar a los estudiantes activamente en el diálogo y despertar su curiosidad se utilizó en la mayoría de las sesiones, ya sea mediante la solicitud de una lluvia de ideas o el planteamiento de cuestionamientos para accionar sus conocimientos previos e incitarlos a utilizar el razonamiento inductivo que los llevara al planteamiento de supuestos o respuestas de hipótesis. Otro principio aplicado fue animarlos a cuestionar y explorar continuamente los conceptos mediante experiencias prácticas o tareas extraclase, como fueron las prácticas de colecta, contrastación, clasificación y etiquetación de insectos, aprovechando su entorno cercano a la escuela o sus hogares, en jardineras o áreas verdes.

Las acciones desarrolladas en las 12 sesiones podrán ser ajustadas a los tiempos de que dispone el docente para abordar el tema, incluso pueden ser adaptadas en los demás niveles educativos, siempre y cuando se realicen las adecuaciones necesarias o adaptaciones acordes a la edad y nivel educativo, a fin de que resulte una experiencia propicia para el logro de los aprendizajes.

Un aspecto que resulta significativo resaltar es que el trabajo colaborativo incluyente que promueve la enseñanza por descubrimiento entre los estudiantes es fundamental, ya que impacta favorablemente en varios planos: “en la formación de valores, así como en la formación académica, en el uso eficiente del tiempo de la clase y en el respeto a la organización escolar” (SEP, 2011, p. 109).

También es relevante apuntar que los resultados alcanzados en este trabajo enriquecen las conclusiones que sobre el uso de estrategias de aprendizaje por descubrimiento han sido documentadas para la enseñanza de otros temas científicos, como es el caso de matemáticas (Hassani de Souki, 1991; Campanario y Moya, 1999) y de biotecnología (Eleizalde, Parra, Palomino, Reyna y Trujillo, 2010).

Del mismo modo, la experiencia de esta investigación nos permite confirmar que acercar el conocimiento de la ciencia a los estudiantes a través de una enseñanza significativa puede cambiar la concepción o creencia generalizada de que el trabajo científico es complicado. Es necesario promover cambios profundos sobre este paradigma prevaleciente, que supone que toda actividad enfocada a la ciencia es poco estimulante.

Coincidimos con Pozo (1997) en que el acercamiento a la ciencia desde la más temprana infancia, favoreciendo encuentros que permitan a los niños y jóvenes descubrir el valor que representa la ciencia, puede ser el detonante para que las futuras generaciones tengan una orientación positiva hacia su importancia y

trascendencia. Pero, indiscutiblemente, promover cambios que transformen la concepción asociada a la ciencia es una tarea conjunta de la sociedad, que puede tener mayor alcance si participan de manera activa y comprometida los padres de familia, los docentes, los estudiantes y personas que influyen sobre la toma de decisiones en el ámbito de la educación escolar y, necesariamente, el involucramiento de la comunidad científica.

Desde el ámbito escolar, a través de la propuesta desarrollada, y teniendo como eje principal el modelo teórico de enseñanza por descubrimiento, se logró que los estudiantes descubrieran parte de la biodiversidad con la que coexisten en su entorno próximo. Fue tan solo a través de la observación de los organismos vivos en su medio ambiente natural y la comparación de diferentes formas de vida, lo que los indujo a adentrarse a realizar actividades relacionadas con el campo de la ciencia, y por ende, a descubrir la importancia y el valor de actividades científicas que aportan al conocimiento. 

Referencias

- Alonso, M. (2010). *Variables del aprendizaje significativo para el desarrollo de las competencias básicas*.
<http://www.aprendizajesignificativo.es/mats/VARIABLES%20del%20aprendizaje%20significativo%20para%20el%20desarrollo%20de%20las%20competencias%20basicas.pdf>
- Arancibia, V., Herrera, P. y Strasser, K. (2008). *Manual de Psicología Educativa* (6ª Ed.). Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. New York: Vintage Books
- Bruner, J. (1966). *Toward a theory of instruction*. New York: Norton.
- Bruner, J. (1971). *The relevance of education*. New York: Norton.
- Calvo, P. y Fonfría, D. (eds.) (2008). *Recursos didácticos en Ciencias Naturales*. Segunda época, Tomo V. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Madrid, España: Real Sociedad Española de Historia Natural.
- Campanario, J. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 179-192.
- Carta Encíclica Laudato Si (2015). *Sobre el cuidado de la casa común*.
https://w2.vatican.va/content/dam/francesco/pdf/encyclicals/documents/pap-a-francesco_20150524_enciclica-laudato-si_sp.pdf
- Castro, R. (2012). La enseñanza y el aprendizaje en ciencias naturales: un proceso complejo. *Anuario del Doctorado en Educación: Pensar la educación*, 0(3), 133-150.
<http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/anuariodoctoradoeducacion/article/view/3856>
- Clabaugh, J. (Ed.). (2010). The educational theory of Jerome Bruner: A multi-dimensional analysis. The New Foundations Archives.
<http://www.newfoundations.net/GALLERY/BrunerTheory.pdf>
- Covarrubias, P. y Piña, M. (2004). La interacción maestro-alumno y su relación con el aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1, 47-48
- Cueva, A., Hernández, R., Leal, B. y Mendoza, C. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 187-200.
<http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116>
- Dewey, J. (1964). *Experiencia y educación* (primera ed., 1938). Buenos aires: Losada.
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada. Vínculo entre la vida y la escuela*. México: McGraw-Hill.

- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (3ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Eleizalde, M., Parra, N., Palomino, C., Reyna, A. y Trujillo, I. (2010). Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la Biotecnología. *Revista de Investigación*, 34(71), 271-290. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142010000300014&lng=es&tlng=es
- Flores, C. (Coord.) (2012). *La enseñanza de la ciencia en educación básica en México*. México D. F. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE).
- Flores, R. (2015). Educación ambiental para la sustentabilidad en la educación secundaria. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 15(3),1-21, Costa Rica. <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v15i3.20929>
- García-Gómez, J. y Martínez, F. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 175-184. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ec/v28n2.212>
- González-Monteaudo, J. (2002). John Dewey y la pedagogía progresista. En J. Trilla (Coord.) (2ª ed.). *El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI (15-39)*. Barcelona: Graó.
- Guilar, M. (2009). Las ideas de Bruner: “de la revolución cognitiva” a la “revolución cultural”. *Educere*. En <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=35614571028>
- Gutiérrez, A., Puente, A., Martínez, G. y Piña, G. (2012). *Aprendizaje basado en problemas... un camino para aprender a aprender*. https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/libros/pdfs/librocch_abp.pdf
- Hassani de Souki, Y. (1991). *Utilización de las estrategias del descubrimiento en el aprendizaje de las matemáticas en los alumnos de tercer grado de la Escuela Básica Felipe Guevara Rojas*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Abierta. Aragua, Venezuela.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. (4ª ed.). México: McGraw Hill.
- Instituto de Estudios Educativos y Sindicales de América (IEESA). (2012). *La construcción del conocimiento en el aula a través de la relación alumno docente*. <http://www.snte.org.mx/assets/LACONSTRUCCIDELCONOCIMIENTO ENLAULA.pdf>.
- Kramer, F. (2003). *Educación ambiental para el desarrollo sustentable*. España: Catarata

- López, G. y Morcillo, J. (2008). Recursos informáticos para el aprendizaje de procedimientos de Biología en la Enseñanza Secundaria. En Calvo, P. y Fonfría, J. (Eds.). *Recursos didácticos en Ciencias Naturales*: Tomo 5. Madrid: Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural.
- Mones, A. (2005). Colecciones científicas y taxonomía. En Langguth, A. (Ed). *Biodiversidad y Taxonomía: presente y futuro en el Uruguay* (pp. 31-37). Montevideo, Uruguay: UNESCO.
- Montalvo, C. (2010). *Diseño y uso de estrategias didácticas en los mecanismos y patrones evolutivos que explican la biodiversidad*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Iztacala, México.
- Organización de las Naciones Unidas-ONU. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. En <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico-OCDE. (2019). Comparación del desempeño de los países y las economías en ciencias, en *Resultados de PISA 2018, vol. I: Lo que los estudiantes saben y pueden hacer*. París: PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/44c8d4e8-es>
- Peña, J. (2004). Un vistazo a la ciencia en México. *Ciencias Ergo sum*, 11(2), vi-xi. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10411214>
- Pozo, J. (1997). *Teorías cognitivas del aprendizaje* (5ª ed.). Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo, J. y Gómez, C. (2006). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico* (5ª Ed.). Madrid: Ediciones Morata.
- Ravanal, E., Camacho, J., Escobar, L. y Jara, N. (2014). ¿Qué dicen los profesores universitarios de ciencias sobre el contenido, metodología y evaluación? Análisis desde la acción educativa. *Revista Docencia Universitaria (REDU)*, 12(1), 307-335.
- Reibelo-Martín, J. (1998). Método de enseñanza aprendizaje para la enseñanza por descubrimiento, *Aula Abierta*, 1(71), 123-147. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/45424.pdf>
- SAS Institute Inc. (2003). *SAS user's guide: statistics*. Version 9, 3th edition. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2011). *Programas de Estudio 2011. Guía para el maestro*. Educación básica Secundaria. Ciencias. Rodríguez-Gutiérrez, L. y Gutiérrez-Corona, L. (Coords). México, D. F.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2015). *Herramientas de evaluación en el aula*. http://www.dgespe.sep.gob.mx/public/rc/programas/material/herramientas_de_evaluacion_en_el_aula.pdf.

- Stubbs, H. y Hessler, E. (2003). *Investigando a las hormigas: Proyectos para mentes curiosas*.
<http://www.greenteacher.com/article%20files/investigandoalashormigas.pdf>
- Tapia, J. (1997). *Motivar para el aprendizaje*.
http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA_Tapia_Unidad_4.pdf
- Tirado, S. y López, T. (1994). Problemas de la enseñanza de la biología en México. *Perfiles Educativos* 66, 51-57.
<http://www.redalyc.org/pdf/132/13206607.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México-Colegio de Ciencias y Humanidades (UNAM-CCH). (1996). *Plan de Estudios Actualizado (PEA)*. México.
- Zamudio, B. (2009). *Sugerencias para realizar actividades experimentales en la escuela*. <http://documents.mx/download/link/sugerencias-actividades-experiment-ales-escuela-sec-und-aria>

Anexos

Anexo 1. Cuestionario de Conocimientos sobre Biodiversidad aplicado al grupo 1A y 1B tanto en la preprueba como en la postprueba

Instrucciones. Lee detenidamente cada uno de los siete reactivos y selecciona la respuesta que corresponda. Escribe en el paréntesis la letra de la opción seleccionada.

()	<p>1. Es la variedad de organismos y ecosistemas que existen sobre la tierra, para su estudio los científicos la han agrupado en tres niveles: diversidad genética, de especies y ecosistemas.</p> <p>a) Adaptación b) Heterótrofos c) Biodiversidad d) Autótrofos</p>
()	<p>2. Es el nombre que recibe la disciplina que estudia los insectos, pertenece a la zoología, rama de la biología que se encarga del estudio de los animales.</p> <p>a) Ornitología b) Entomología c) Veterinaria d) Microbiología</p>
()	<p>3. Son acciones que contribuyen a la pérdida de biodiversidad</p> <p>a) La comparación de la biodiversidad, considerando su nivel de organización y sus características ecológicas. b) Las relaciones ecológicas de los seres vivos en su ambiente de acuerdo a su tipo de nutrición. c) La introducción de especies exóticas, contaminación de los ecosistemas, la sobreexplotación debido a captura o caza indiscriminada. d) Las respuestas a los estímulos o capacidad de respuesta al ambiente.</p>
()	<p>4. Son consecuencias que trae consigo la pérdida de biodiversidad</p> <p>a) La regulación ambiental, regulación climática, regulación de plagas y enfermedades. b) Puede afectar la funcionalidad de los ecosistemas del planeta y privarnos a la humanidad de importantes recursos y servicios ambientales. c) La capacidad de proponer soluciones al problema de la pérdida de biodiversidad. d) Los flujos de energía y de materia entre los componentes biótico y abióticos.</p>
()	<p>5. Son algunos aspectos importantes para conservar la diversidad biológica.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> a) La obtención de individuos genéticamente idénticos mediante el trasplante del núcleo de una célula, y la alteración genética de los organismos. b) La preservación de la variabilidad y riqueza genética, por el valor ético y económico que tiene para la especie humana. c) Por el movimiento continuo de materia y de energía. d) Identificar que los fósiles y la diversidad morfológica de los organismos vivos son evidencias de la evolución.
()	<p>6. Son algunos de los aspectos importantes por los que se estudia la biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Por el auge de los estudios moleculares. b) Para describir cuantas especies existen, cuales características las distinguen unas de otras, su ecología, comportamiento, adaptación y relaciones de parentesco entre las especies. c) Por el aumento de CO₂ en la atmósfera y el aumento de la temperatura en el planeta. d) Por el desgaste del suelo y la erosión que se genera.
()	<p>7. Son fuente de información básica en taxonomía, una referencia permanente de la diversidad biológica.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) La subsistencia de la biodiversidad, así como ayudarla a mantener su estabilidad y seguir beneficiándonos de sus servicios. b) La perspectiva y visión amplia del estado en que se encuentra la diversidad biológica. c) Las especies conservadas en colecciones científicas. d) Los programas de recuperación de poblaciones de especies en los diferentes ecosistemas.

Fuente: elaboración personal.