



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

La Ilustración Científica como Herramienta para el
Conocimiento de los Lepidópteros del Jardín
Botánico del Instituto de Biología de la U.N.A.M.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O
P R E S E N T A
JORGE ALEJANDRO RICKARDS GUEVARA

DIRECTORA DE TESIS: M. en C. EDELMIRA LINARES MAZARI

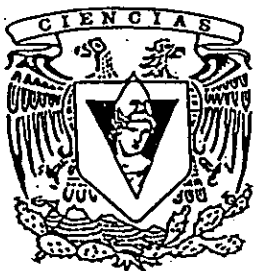
2000

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

204758





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MEXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
"La Ilustración Científica como Herramienta para el Conocimiento
de los Lepidópteros del Jardín Botánico del Instituto de Biología
de la U.N.A.M."

realizado por Jorge Alejandro Rickards Guevara

Con número de cuenta 8347050-9 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de tesis
Propietario

Edelmira Linares Mazari

M. en C. Edelmira Linares Mazari

Propietario

[Signature]

M. en C. Jerónimo Reyes Santiago

Propietario

[Signature]

Dr. Rodrigo Antonio Medellín Legórreta

Suplente

Mónica O. de la...

M. en C. Mónica del Refugio
Vizcaino Cook

Suplente

Roberto Gonzalo de la Maza Elvira

MVZ. Roberto Gonzalo de la Maza Elvira

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

[Signature]
Consejo Departamental de BIOL
DRA. EDNA MARIA SUAREZ



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

A Celia, Hanna e Ian

A mis padres (Mommy y Daddy)

A Lenny Rickards

A Celia y George Pigueron y a Jorge Pigueron

A mi Directora de Tesis, M. en C. Edelmira Linares Mazari

A mis sinodales: M.V.Z. Roberto de la Maza E., Dr. Rodrigo Medellín,
M. en C. Jerónimo Reyes y M. en C. Mónica Vizcaíno

A todo el equipo del Departamento de Difusión y al personal en general del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la U.N.A.M.

A la Sociedad de Amigos del Jardín Botánico

A Alberto Laborde

A Fernando Favela y Francisco González Cos

A Lorenzo Rosenzweig, Aurora Gaxiola, María Eugenia Arreola, Caroline Auvinet, Juan Manuel Frausto, Julio Castillo, Jennifer Morfin y a todos mis amigos del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C.

A Claudia Abad y Edna Suarez

A Laura Navarro y las murciélagas

A los niños, niñas, profesores y profesoras de primaria que amablemente participaron en este trabajo.

ÍNDICE

1. Presentación	1
2. Marco conceptual	4
2.1. Historia y antecedentes generales: referencias de ilustraciones de lepidópteros desde el siglo XVI.	4
2.2. Presencia y desarrollo de la ilustración científica en México: Ilustración científica sobre lepidópteros mexicanos.	7
2.3 Biodiversidad de México	10
2.4 Amenazas y pérdida de biodiversidad	13
2.5. Las Mariposas: Orden Lepidoptera	14
a) Descripción, Taxonomía y clasificación	14
b) Morfología	14
c) Desarrollo.....	15
d) Diversidad de Lepidópteros en la República Mexicana	16
e) Diversidad en el Valle de México.....	16
2.6 La Educación Ambiental en los Jardines Botánicos	17
a) Educación ambiental: Definición, objetivos y metas.	17
b) Los Jardines Botánicos	23
c) Relación entre los Jardines Botánicos y la Educación Ambiental	26
3. Metodología: Programa de ilustración científico-biológica sobre lepidópteros.	28
a) Descripción de la metodología a utilizar	28
b) Definición del tipo de público al que está encaminada la acción. (Perfil de las personas que aprenden y currículum educativo oficial)	30
c) Delimitación del problema de estudio y delimitación del objetivo del programa propuesto. ...	35
d) La selección de la técnica didáctica más apropiada y accesible.	36
e) La obtención del apoyo de especialistas.....	37
f) El diseño del programa a utilizar.	37
g) Selección del horario apropiado.	49
h) Difusión necesaria para llegar al tipo de público deseado.....	50
4. Pruebas experimentales y aplicación del programa con grupos escolares de primaria	50
a) Prueba piloto de las actividades y materiales, incorporación de correcciones y producción de la versión final.	50

b) Aplicación de pruebas con grupos de primaria.	53
5. Resultados y análisis de datos.	55
a) Análisis de los cuestionarios aplicados	55
b) Análisis de dibujos	66
6. Discusión y conclusiones	71
7. Bibliografía consultada	73
8. Apéndices	77
Apéndice 1. Obras que incluyen ilustraciones de mariposas producidas el siglo XVII.....	77
Apéndice 2. Obras ilustradas producidas en el Siglo XIX.	78
Apéndice 3. Temas y lecciones de los libros de texto del Programa de Educación Primaria de la Secretaría de Educación Pública en donde se identificaron temas relacionados con mariposas.....	79
Apéndice 4. Lista de especies reportada por Roberto de la Maza E. para el pedregal perturbado.....	81
Apéndice 5. Lista de especies en orden taxonómico según Hoffman C.C. (1940) y Dos Pasos (1946) para el Jardín Botánico Exterior, según Katthain 1971.....	86
Apéndice 6. Información sobre mariposas seleccionadas, plasmada en los azulejos realizados para el Jardín Botánico.....	89
Apéndice 7. Cuadernillo de Trabajo versión para profesores.....	93
Apéndice 8. Cuadernillo de Trabajo versión para alumnos.	102
Apéndice 9. Cuestionario de conocimientos utilizado para evaluar la adquisición de conocimientos por las actividades realizadas.	108
Apéndice 10. Análisis de las respuestas a cada pregunta por inciso de opción múltiple, para cada niño(a), por grupo y por grado escolar para identificar diferencias obtenidas para cada pregunta individual.	110
Apéndice 11. Obtención de resultados por pregunta contestada correctamente por grupo de cada grado escolar.	114
Apéndice 12. Fotografías de las actividades realizadas con grupos escolares en las instalaciones del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM.....	117

1. Presentación

La idea de este trabajo responde a la necesidad de aportar nuevas alternativas educativas en el marco de los programas del Jardín Botánico del IB-UNAM. El principal interés ha sido contribuir a la misión educativa del JB y en especial, a promover un acercamiento de los niños y niñas de las escuelas primarias del Distrito Federal al medio ambiente que los rodea. Dentro del universo de escuelas que visitan el JB, se pensó en aquellas de menos recursos a fin de diseñar una actividad que inclusive pueda ser adoptada por los profesores y aplicada en jardines escolares o públicos. Se revisaron las actividades que el JB ofrece y el tipo de público mayoritario. Se consideró que sería posible realizar una contribución importante al dirigir el trabajo al conocimiento de la fauna asociada a la colección de plantas vivas y a niños(as) de primaria, por ser ellos los principales visitantes. Por otro lado, el tema complementa la información de los programas de la Secretaría de Educación Pública.

Para la estructuración del marco conceptual fue necesario investigar sobre los principales temas que convergen en este trabajo: la ilustración científica, la riqueza biológica de México, los jardines botánicos y la educación ambiental. Fue difícil mantener un nivel de profundidad suficiente sin entrar a detalles propios de trabajos especialmente dirigidos a cada uno de esos temas. Con respecto a la ilustración científica, encontramos que existen muy pocos trabajos ampliamente difundidos sobre sus conceptos e historia, especialmente para el caso de México. Los dos libros principales son los de Elías Trabulse que se mencionan en la bibliografía. Claramente, es un tema que requiere de mayor difusión y apoyo. En contraste, encontramos diversas publicaciones sobre el tema en el extranjero. Se procuró no entrar en demasiado detalle pero sí enriquecer esta sección para aquellos que, guiados por el título de la tesis, deseen hacer una revisión histórica breve. Se incluyeron también varias citas en los anexos especialmente sobre ilustraciones de mariposas. Esto fue con la intención de aumentar el valor de este trabajo dado que no se encontró una revisión similar, de carácter general, dedicada a lepidópteros y que incluyera la contribución mexicana a este campo.

Respecto al apartado de la riqueza biológica de México, se mostraron datos básicos y se mencionaron algunas de las principales amenazas que enfrenta a fin de justificar la necesidad y urgencia de trabajos prácticos como esta propuesta y que establezcan lazos afectivos entre los niños y la naturaleza. Mientras menos conozcamos nuestro entorno y nos vinculemos con él, menores posibilidades tendremos de comprender su importancia y conservarlo.

Con respecto a las secciones dedicadas a educación ambiental y los jardines botánicos, fue necesario revisar los conceptos básicos en ambos campos para comprender cómo se intersectan y así, diseñar una actividad adecuada. En educación ambiental se revisaron libros y tesis sobre el tema con una visión histórica que se liga a la evolución de sus conceptos y premisas. Se dio especial importancia a González Gaudiano (González, 1993) por ofrecer la visión mexicana y su estado actual. Con respecto a los jardines botánicos, se revisaron varias publicaciones especializadas para obtener una visión general de las principales corrientes ideológicas que determinan la misión de estas instituciones. Una vez realizada la revisión, fue posible ubicar la propuesta dentro del marco filosófico correcto y para asegurar que el diseño de las actividades realmente apoyaría los actuales programas.

El trabajo se basó en la metodología propuesta por Edelmira Linares para el diseño de actividades educativas. Para el diseño específico de las actividades la asesoría de expertos en mariposas y educadores ambientales fue esencial. Para la selección de las 15 mariposas representativas se investigaron los trabajos existentes relacionados con la zona de trabajo. En la parte educativa, se investigaron actividades prácticas a fin de tomar los elementos principales y aplicarlos al trabajo con las mariposas. Se diseñaron 5 juegos de azulejos de 15 mariposas cada una y se colocaron estratégicamente en el Jardín Botánico. Se usaron azulejos por su durabilidad, resistencia y bajo costo. Fue especialmente valiosa la asesoría y experiencia de los educadores ambientales en el diseño de la mascota, la selección de la información y el lenguaje que se utilizaría en los cuadernillos de trabajo. El primer borrador del cuadernillo sufrió varias modificaciones producto de la prueba piloto y de la aplicación del juego en la fase experimental. También se incluyeron diversos comentarios de profesores y maestras de las escuelas participantes. Se considera que este proceso fue crucial para llegar a un producto útil y comprensible. La selección de los reactivos de los cuestionarios de evaluación fue también un proceso continuo de revisión y ajuste. Fue muy importante llegar a un nivel de dificultad adecuado para que los resultados de la evaluación pudieran considerarse válidos. Para esto se realizó la prueba piloto con el cuestionario inicial y se evaluó el grado de dificultad de cada pregunta con la prueba de Bennet. Fue durante la prueba piloto en donde se recabaron los comentarios de los profesores de las escuelas. Sin embargo, fue notoria su baja participación durante las pruebas experimentales que se realizaron. Esta situación señala la importancia de generar actividades dinámicas que no dependan de la participación de los profesores sino que puedan ser realizadas exclusivamente por el personal del JB.

En la sección de conclusiones se resalta cómo el dibujo detallado, así como las actividades relacionadas con el desarrollo de una ilustración científica, aumentaron los conocimientos de los alumnos y alumnas de Primaria sobre las mariposas del Valle de México. Los resultados fueron analizados con herramientas estadísticas y comparaciones entre los dibujos de los niños(as) antes y después del juego y fueron expresados numérica y gráficamente. Durante la realización de la tesis fue posible identificar e incorporar mejoras en el diseño del juego.

2. Marco conceptual

2.1. Historia y antecedentes generales: referencias de ilustraciones de lepidópteros desde el siglo XVI.

Desde tiempos remotos el hombre utilizó la representación pictórica de su entorno como medio de comunicación y magia. Probablemente las ilustraciones que encontramos en muchas cavernas jugaron principalmente un papel religioso. Sin embargo podríamos decir que son las primeras representaciones zoológicas de nuestra historia y que su producción duró tres veces más que el periodo de tiempo desde el origen de la escritura. Las más bellas e importantes se encuentran en Europa, Africa y Asia (Dance, 1978).

Es su valor intrínseco como medio de comunicación lo que ha convertido a la ilustración en inseparable compañero del conocimiento biológico. De hecho, la ilustración científica se ha definido como la producción de dibujos de medida exactitud y de otras representaciones gráficas que ayudan al científico a comunicarse (Hodges, 1989).

Sin embargo para que la ilustración pudiera denominarse científica, tuvo que pasar por un proceso de desarrollo que duró varios siglos. Un proceso que se daría a la par de los avances y corrientes científicas, inventos y descubrimientos tecnológicos tales como la impresión por grabado en madera, cobre y acero, la litografía y la imprenta.

A pesar de que las ilustraciones producidas durante la edad media y parte del Renacimiento muestran un interés elemental en la observación de la historia natural de las especies (Dance, 1978), las representaciones producidas estaban sujetas a la interpretación y manipulación del artista. Estas ilustraciones están cargadas de emociones e imaginación. Además su fin seguiría siendo religioso o decorativo en mayor o menor medida. De hecho, la ilustración y la ciencia a lo largo de la historia han establecido una relación en la que unas veces domina una sobre la otra. La producción de una ilustración científica requiere de una estrecha colaboración entre artista y científico a fin de que el resultado cumpla con la misión informativa que el científico requiere y que a su vez sea agradable a la vista (Hodges, 1989).

Las primeras ilustraciones que podrían adquirir el título de ilustraciones científicas fueron producidas por Pisanello y Leonardo da Vinci con sus exploraciones de la anatomía humana (1452-1519). Las ilustraciones de Durero son especialmente importantes por sus características de representación naturalista y realizadas con base en detalladas observaciones. Destaca también

durante esta época el *De Humani Corporis* de Andreas Vesalius (1514- 1564), un detallado estudio de la anatomía humana. Así, se sientan las bases para que durante el siglo XVI se diera origen a los ancestros de los libros ilustrados de la actualidad (Dance, 1978).

Probablemente la primera publicación ilustrada preocupada por informar a sus lectores sobre los seres vivos, además del hombre, es el *Buch der Natur* de Conrad von Meigenberg, publicado en 1475 y en donde la mayoría de las ilustraciones de plantas y animales están basadas en patrones medievales (Dance, 1978). El ejemplo del elefante incluido en esta publicación es especialmente interesante y muestra cómo la imaginación del artista tenía rienda suelta en estas primeras publicaciones ya que claramente fue realizada por alguien que nunca había visto uno (Ford, 1996).

La falta de especímenes e inquietud por diseminar nuevos conocimientos llevaron también al plagio de imágenes. Ejemplos famosos son el rinoceronte de Dürero, quien basó su ilustración en una descripción de un rinoceronte llevado a Italia por el Papa León X, y que fue copiado por siglos, inclusive exagerando errores anatómicos cometidos por el autor original como es el cuerno en el lomo que creció con cada copia. Sin embargo los autores aseguraban haber basado sus ilustraciones en animales reales. Otro ejemplo de plagio es el mandril originalmente realizado por el suizo Conrad Gessner y que aparece en obras subsecuentes de Johnston y Topsell (Ford, 1996). Gessner, prominente naturalista del siglo XVI, es el productor de los primeros trabajos ampliamente ilustrados sobre zoología con su *Historia Animalium*, publicado entre 1551 y 1558 en cuatro volúmenes con variedad de grabados en madera. Su valor reside en que el interés del autor era informar más que impresionar con imágenes fantásticas. Durante este siglo destaca la obra *Archetypa Studiaque Patris* publicado en 1592 de J. Hoefnagel que incluye una ilustración de una mariposa nocturna o “Gran Pavón Nocturno”. Entre obras posteriores que mezclan seres imaginarios con interpretaciones fantásticas está el *De Serpentibus et Draconibus* del médico Johann Johnston publicado en 1653 (Ford, 1996).

Durante el siglo XVII, se dio la transición de los bestiarios fantásticos a obras con interés realista y científico. Entre los autores y obras representativas está el *Insectorum Theatrum* de Thomas Moffet publicado en 1634 y considerada una de las obras pioneras en entomología. Otra obra distintiva aunque de poco valor científico es *The History of Four Footed Beasts and Serpents* de Edward Topsell. Este siglo también incluye obras interesantes como el *Historia Naturalis Brasiliae* de Piso y Marcgrave publicado en 1648 y considerada la primera obra que trata con la historia natural de los trópicos. Importantes obras de esta época incluyen el trabajo de Claude Perrolt *Mémoires pur Servir*

á *l'Histoire des Animaux*, y el *Ornithology* de Francis Willughby. Durante los siguientes siglos, la ilustración médica alcanzó su clímax a través de los hermanos William de Escocia (1718-1783) y John Hunter (1793) quienes publicaron impresionantes imágenes de anatomía humana. Probablemente el trabajo mas conocido de la época por su extraordinaria calidad es la *Anatomía de Gray* de Henry Gray, con dibujos de H. Vandyke Carter publicada en 1858 (Ford, 1996).

Durante el siglo XVIII se da el fin de las creencias medievales y la gestación de importantes corrientes filosóficas. El trabajo más impresionante por su calidad científica es el de María Sibylle Merian, quien publicó *Metamorphosis Insectorum Surinamensium* en 1705. El valor de la obra es que ilustra el ciclo de vida completo de diversas mariposas de Surinam. Nunca antes se había incorporado este nivel de información en una sola lámina ilustrativa. Por su contenido resultó la obra más avanzada sobre insectos publicada en esa época. Existieron otros biólogos e ilustradores extraordinarios en el campo entomológico. Destaca *Mémoires pour Servir a l'Histoire des Insectes* de René-Antoine Ferchault por sus descripciones anatómicas e ilustraciones. Durante el siglo XVIII Georges-Louis Leclerc, Conde de Buffon y su magna obra *Histoire Naturelle, Générale et Particulière avec la Description du Cabinet du Roi*, publicada en 1749. Tan importante fue la obra que se continuó publicando hasta 1788 después de su muerte, además de los *Suites a Buffon* y *Buffon* publicada en varios idiomas (Dance, 1978).

Este siglo también dio cabida al *Systema Naturae* de Carl Linnaeus, un catálogo detallado de todos los seres vivos conocidos que dotó a la biología de un sistema artificial de clasificación basado en gran medida en ilustraciones sin las cuales difícilmente se podrían identificar los seres descritos por Linnaeus (Dance, 1978). Él educó a otros científicos a observar e identificar según su propio sistema. De esta forma hubo manera de reconocer y distinguir especies conocidas por medio de nombres e ilustraciones, y a la vez, se sentaron las bases para el descubrimiento de nuevas especies y la importancia de ilustrarlas. De esta forma se entra a la Edad de la Exploración, en la que los viajes de famosos exploradores como Thomas Cook y Malaspina incluyeron, por primera vez, científicos e ilustradores como parte de sus tripulaciones a bordo.

Ver el Apéndice 1 para consultar otras obras producidas en esta época.

En el siglo XVII, por su gran calidad de ilustración y su relación con las mariposas cabe mencionar al autor inglés Thomas Martyn y sus obras *The English Entomologist*, y *Psiche, Figures of Non-descript Lepidopterous Insects*, publicados en 1793 y 1797 respectivamente. En esta misma línea

están obras de carácter más modesto como la de Eleazar Albin, *A Natural History of English Insects* (1720) que estaban dirigidas a un público más modesto y no a los nobles que podían pagar obras con costosas ilustraciones con base en grabados coloreados a mano (Dance, 1978).

En el siglo XIX, se producen obras relacionadas con mariposas como el *Epitome of the Natural History of Insects of India* (1800) y *An Epitome of the Natural History of the Insects of New Holland, New Zealand, New Guinea, Otaheite, etc.* (1805) de Edward Donovan cuyas ilustraciones se distinguen por la viveza de los colores y el grosor de las tintas. De este mismo autor encontramos ilustraciones de *Papilio phalaris* en *Naturalists Repository* (1824). También hay que mencionar a James Wilson quien incluye un grabado ilustrado a mano de *Thysania agrippina*, la mariposa nocturna más grande del mundo en su obra *Illustrations of Zoology, being new, rare, or remarkable subjects of the Animal Kingdom* (1827) (Dance, 1978).

Otras obras del siglo XIX se mencionan en el Apéndice 2.

El avance científico y los cambios en la mentalidad de los naturalistas originaron la producción de ilustraciones detalladas; representaciones de organismos vivos en condiciones naturales. Destaca John James Audubon que caracteriza su trabajo por la viveza de las aves en hábitats naturales con actitudes reales y nuevas texturas. Su magna obra fue *The Birds of America* publicada entre 1827 y 1838. Otras obras de este periodo que incluyen ilustraciones de mariposas son *British Entomology* (1823-40) de John Curtis, *The Insect* (18-) de Jules Michelet, e *Icones Ornithopterum* (1898) de R.H.F. Rippon (Dance, 1978).

2.2. Presencia y desarrollo de la ilustración científica en México: Ilustración científica sobre lepidópteros mexicanos.

En México, la ilustración se liga estrechamente a las corrientes del conocimiento científico. Esto es especialmente claro durante los siglos posteriores a la conquista en los que se distinguen tres etapas: una a mediados del siglo XVII, otra en el último tercio del XVIII y a fines del XIX (Trabulse, 1995). Sin embargo hay que mencionar la rica obra pictográfica prehispánica, presente en todo nuestro país. Además de los códices, existe la iconografía plasmada en vasijas, muros, estelas e infinidad de artefactos rituales y de la vida cotidiana que nuestros antepasados americanos dejaron entre los restos de sus asentamientos. Es difícil enmarcar esta iconografía bajo el término “científico”, pero sin duda muchas de estas ilustraciones están basadas en mayor o menor grado en la observación de la

naturaleza, posteriormente estilizada en símbolos e imágenes fuertemente ligados a las creencias religiosas de aquellos pueblos. Ejemplo de esto se encuentra en los murales del templo de Tlaloc, en Teotihuacán en el que es posible identificar a la mariposa “Xochiquetzal” representando a *Pterorus multicaudatus*. Elías Trabulse (1995) considera a las primeras ilustraciones científicas realizadas en México aquellas posteriores a la Conquista y que incluyen a aportaciones prehispánicas. Este autor señala las obras de fray Bernardino de Sahagún (Códice Florentino e Historia General de las Cosas de la Nueva España) y fray Diego Durán en las que aparecen representaciones botánicas y zoológicas y la descripción del entorno natural y las reconoce como parte de “una vieja tradición científica mexicana que se extendió hasta principios del siglo XX: la de los manuscritos científicos ilustrados” (Trabulse 1995).

Durante el siglo XVII y XVIII se produjeron manuscritos científicos ilustrados, la mayor parte anónimos, realizados a través de grabados en madera, los cuales muchas veces eran importados de Europa. Cabe mencionar los trabajos de fray Diego Rodríguez, José Saenz de Escobar y Juan Antonio de Mendoza y González por su detalle y precisión en temas de matemática y astronomía. En el campo de las ciencias biológicas y médicas hay que mencionar algunos herbarios y bestiarios de México publicados en Europa como el de Juan Eusebio Nieremberg (1635) y el *Nova Plantarum, Animalium et Mineralium Mexicanorum Historia* de Francisco Hernández (1651). En esta obra encontramos el “axolotl” que ejemplifica cómo, en esos tiempos, la imaginación del artista jugaba un papel preponderante en el trabajo iconográfico. Enfocándonos en la iconografía biológica, hay que mencionar las obras de José Antonio Alzate entre las que figuran tres láminas coloreadas sobre el cultivo de la cochinilla de la grana en *Memorias sobre la Naturaleza, cultivo y beneficio de la grana* (1777) del cual solo existen cinco copias manuscritas con 10 láminas en acuarela a color en las que el autor destaca la importancia de los estudios entomológicos y las grandes riquezas naturales de América (Trabulse, 1995).

En 1881, fray Juan Navarro produjo su *Historia natural o jardín americano* de la cual solo existe una parte que incluye setenta páginas con ilustraciones de flora mexicana con detalle taxonómico (Trabulse, 1995). El final de la época colonial reflejada en la ilustración científica, es marcado por los trabajos de Atanasio Echeverría. De este autor destaca la obra botánica resultante de la expedición botánica a la Nueva España de Martín Sessé (1787 a 1803). Durante este tiempo, Atanasio Echeverría reconoció aproximadamente 4000 especímenes, realizó 1400 dibujos de plantas e ilustró diversas aves. Hay que señalar las láminas con magníficas ilustraciones de mariposas atribuidas a Echeverría durante las expediciones botánicas. El resultado de las expediciones fue la

obra de *Flora Mexicana y Plantae Novae Hispaniae* publicadas en el siglo XIX gracias al trabajo de Martín Sessé y José Mariano Moziño. Moziño es otro importante naturalista que acompañó a Atanasio Echeverría en las expediciones botánicas y posteriormente produjo obras descriptivas ilustradas entre las que está la *Descripción del volcán de Tuxtla*. Posteriormente Echeverría y Moziño formarían parte de la expedición a Nutka en la costa septentrional del Océano Pacífico en 1792. De esta expedición resultó la obra de Moziño *Noticias de Nutka* que junto con las ilustraciones de Echeverría, son una importante obra de la iconografía descriptiva de la Nueva España (Trabulse, 1995).

En tiempos posteriores a la guerra de independencia, sobrevino un decaimiento de la labor científica que se refleja claramente en la falta de ilustraciones de la época. Por otra parte, se introduce el uso de la litografía. Trabulse señala las revistas y colecciones de artículos hechos a semejanza de compendios ingleses, como la fuente de divulgación científica principal durante el período de 1821 a 1868. Sin embargo señala las pocas ilustraciones incluidas y su baja calidad. En ésta línea menciona a *El Mosaico Mexicano* y el *Museo Mexicano* publicados por Ignacio Cumplido entre 1836 y 1845, el último de mejor calidad y mejor ilustrado, incluye temas de biología. Dentro de este período, y por su importancia como contribución a la paleontología, destaca la obra de Andrés del Río *Manual de Geología* en el que ilustra con gran detalle “animales y vegetales perdidos o que ya no existen...”(Trabulse, 1995).

Hay que mencionar también la *Historia Antigua de México* de Francisco Javier Clavigero, reeditado en 1853 y que incluyó diez copias de las ilustraciones botánicas originales del autor, realizadas por Antonio Cal y Bracho. En la obra, las láminas botánicas llamaron la atención del primer catedrático del Jardín Botánico de México, Vicente Cervantes, quien las clasificó utilizando el sistema binario de Linnaeus (Trabulse, 1995).

Durante el último tercio del siglo XIX, se desarrollaron instituciones y sociedades científicas de gran relevancia. Destacan tres integrantes de esta comunidad como los representantes más importantes relacionados con la iconografía científica durante el periodo comprendido de 1879 a 1912: José María Velasco, Rafael Montes de Oca y Alfredo Dugés. Estos tres personajes fueron miembros activos de la Sociedad Mexicana de Historia Natural y colaboradores de la revista *La Naturaleza*. Adicionalmente y lo que probablemente sea una de las causas de la alta calidad de sus trabajos es que Velasco y Montes de Oca eran hombres de ciencia. Este aspecto es poco conocido de Velasco, mejor identificado por sus pinturas del paisaje mexicano. Sin embargo fue fundador de la Sociedad

Mexicana de Historia Natural, aportó al conocimiento de varias especies de plantas y animales y colaboró constantemente en *La Naturaleza*. Sobre este autor, Trabulse publicó recientemente la obra *José María Velasco: Un paisaje de la ciencia en México* en la que detalla la relación que guardó Velasco con el desarrollo de la ciencia en nuestro país. Posterior a la publicación de la segunda serie de *La Naturaleza*, y desde la publicación de la *Ornitología Mexicana* de Alfonso L. Herrera, Velasco delegó parte de su trabajo a su estudiante Adolfo Tenorio. Otras obras de Velasco son *Flora del Valle de México*, *Flora de los Alrededores de México* y *Flora universal iconográfica* las cuales nunca fueron completadas. A la par de este autor estuvo Rafael Montes de Oca, ilustrador que colaboró con Velasco en proyectos importantes como un estudio sobre colibríes, y la *Iconografía Botánica Mexicana* que incluye 57 acuarelas de manufactura conjunta. Otros proyectos de Montes de Oca fueron la *Pomología Mexicana* que incluyó más de 70 ilustraciones de frutos mexicanos. (Trabulse, 1993).

Existe poca información acerca de ilustración de lepidópteros en la historia iconográfica de México. Destacan las láminas de Echeverría producidas durante las expediciones botánicas a la Nueva España y algunas láminas de José Guío de la expedición de Alejandro Malaspina a Acapulco, dentro del *Estudio de Insectos*. En las recientes obras de Elías Trabulse sobre iconografía y ciencia mexicana, se incluyen algunas referencias e ilustraciones de mariposas, algunas referidas a la revista *La Naturaleza*, como la litografía *Insectos de Maguey* y *Ophideres raphael* de Alfredo Dugés.

2.3 Biodiversidad de México

Biodiversidad es, en general, la variabilidad de la vida; incluye los ecosistemas terrestres y acuáticos, los complejos ecológicos de los que forman parte así como la diversidad entre las especies y dentro de cada especie. La biodiversidad abarca, por lo tanto, tres niveles de expresión de variabilidad biológica: ecosistemas, especies y genes (CONABIO, 1998).

México, cuenta con una superficie de 1,972,547 km² y 11,000 km de litoral, 500,000 km² de plataforma continental, 12,500 km² de lagunas costeras y 16,000 km² de zonas estuarinas. En México se encuentran más de treinta tipos diferentes de ecosistemas (Rzedowski, 1994). En nuestro país existe una alta variedad climática y de suelos que albergan todos los tipos de vegetación conocida del planeta con excepción de la tundra (Soberón *et al.*, 1993). Además, cuenta con complejos sistemas hidrológicos que incluyen cuencas, ríos, esteros, lagunas, manglares, arrecifes y ambientes marinos de gran riqueza

biológica (CONABIO, 1998). En nuestro país se han identificado seis tipos de hábitats terrestres continentales o zonas ecológicas: (1) tropical cálido-húmeda, (2) tropical cálido-subhúmeda, (3) templada húmeda (4) templada subhúmeda, (5) árida y semiárida (de mayor extensión) y (6) inundable o de transición tierra-mar (CONABIO 1998). Adicionalmente se reconoce que México es el país con mayor diversidad ecológica de América Latina y el Caribe al estar presentes dentro de sus límites políticos 9 de los 11 tipos de hábitats y 51 de las 191 ecoregiones identificadas por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) también realizó para México un ejercicio de regionalización ecológica y biogeográfica del cual se deriva un sistema con 19 provincias y 51 ecoregiones (CONABIO, 1998).

En cuanto a tipos de vegetación, Rzedowski (1978) realizó una clasificación agrupando los principales tipos de vegetación de acuerdo con sus características fisiográficas, climáticas, edafológicas y fisonómicas. Encontró que la mayor parte del territorio está cubierto por matorral xerófilo (38%) seguido por bosques de coníferas y encinos (19%) y bosque tropical caducifolio (14%) (CONABIO, 1998).

Por tipo de vegetación se reportan los bosques de encino como los más ricos en número de especies de plantas (332), seguido por el bosque mesófilo de montaña (298) y el bosque de coníferas (294) (SEMARNAP, 1996). Para un listado completo ver cuadro 1.

Cuadro 1. Riqueza de especies de plantas y endemismos por tipo de vegetación (SEMARNAP, 1996)

Tipo de Vegetación	No. de especies de plantas	No. especies de plantas endémicas
Bosque de coníferas	294	18
Bosque de encino	332	19
Bosque mesófilo de montaña	298	38
Bosque tropical perennifolio	217	9
Bosque tropical caducifolio	253	10
Bosque tropical subcaducifolio	194	7
Bosque espinoso	145	4
Matorral xerófilo	250	36
Pastizal zacatonal	26	0
Vegetación acuática y subacuática	56	4
Bosque secundario	204	3
Pastizales inducidos y cultivos	112	2

La compleja topografía de nuestro territorio y una larga historia geológica, aunados a la convergencia de dos importantes regiones biogeográficas, el neotrópico y el neártico que convergieron hace aproximadamente seis millones de años han dado lugar a una gran variedad de comunidades naturales, ecosistemas, hábitats y procesos de especiación. (CONABIO, 1998).

Este conjunto de características, ubica a México entre los 12 países en el mundo con megadiversidad biológica junto con Estados Unidos de Norteamérica, Colombia, Ecuador, Brasil, Perú, Zaire, Madagascar, India, China, Indonesia y Australia (CONABIO, 1998). México se encuentra entre los primeros lugares de las listas de riqueza de especies junto con Colombia, Brasil e Indonesia. Ocupa el primer lugar en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas. (CONABIO, 1998).

Adicionalmente existe gran cantidad de endemismos. Más de 900 especies de vertebrados son endémicas, destacando que 60% de los anfibios endémicos del mundo se encuentran en nuestro país. Se registran más de 1200 especies de fanerógamas (CONABIO, 1998). El número de especies conocidas para México es 64 878 aproximadamente (ver cuadro 2), sin embargo esta información se refiere a especies descritas; se estima que el número total de especies en México es de 212 932 especies (CONABIO, 1998).

Cuadro 2. Número de especies por grupo registrado en México (CONABIO, 1998)

Grupo	Número de especies
Vertebrados	4 661
Artrópodos	23 646
Invertebrados	5 855
Plantas	23 702
Hongos	6 000
Protozoarios	1 014
Total	64 878

Con respecto a los artrópodos, se señala que de 22 órdenes analizados se conocen alrededor de 23 mil especies aunque el número estimado varía entre 300 mil y 700 mil especies. En cuanto a insectos, se reportan 19,011 especies que representan el 7.25% del total mundial y de las cuales 3,832 son endémicas (CONABIO, 1998).

Con respecto a aguas interiores y mares existe gran variedad de ecosistemas que albergan aproximadamente 2,122 especies de peces tanto de agua dulce como marinos. Contamos con los tres órdenes de mamíferos marinos existentes, siendo los cetáceos el grupo más diverso (SEMARNAP, 1997).

2.4 Amenazas y pérdida de biodiversidad

La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) señala en el Programa de Areas Naturales Protegidas de México, 1995-2000 (SEMARNAP, 1996) y el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural, 1997-2000 (SEMARNAP, 1997) las principales causas de pérdida de biodiversidad de nuestro país:

a) Modificación de espacios naturales

- La erosión que afecta a cerca del 80% del territorio nacional.
- Uso excesivo de agroquímicos y subsecuente contaminación de cuencas hidrológicas y aguas subterráneas.
- Uso excesivo del agua para fines agrícolas.
- La baja productividad del sector rural, correlacionada con los niveles extremos de pobreza.
- La contracción económica y falta de oportunidades de empleo e ingreso de los sectores industriales y de servicios.

b) Aprovechamiento desmedido de recursos marinos

c) Turismo masivo y desarrollo costero

d) Tráfico de especies

Con respecto al estado de conservación de mariposas en México, Llorente (1998) advierte que la destrucción de hábitats por tala, ganadería y agricultura intensiva, urbanización e industrialización son factores que amenazan las poblaciones, lo cual puede llevar inclusive a posibles extinciones. Este autor señala además, el impacto que tiene el comercio ilegal de ejemplares de mariposas de todo tipo que indiscriminadamente emplea niños y adultos desinformados y, señala, en parte esto podría remediarse con un esfuerzo intensivo de educación (Llorente en Ramamoorthy et.a.l, 1998)

En años recientes, México ha visto un aumento importante en el número de organizaciones civiles y gubernamentales dedicadas a la conservación de la biodiversidad. La aplicación de una legislación que

incluye la Ley General del Equilibrio Ecológico, el establecimiento de la SEMARNAP, la Procuraduría Federal para la Protección al Ambiente (PROFEPA) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, han sentado las bases para un desarrollo más adecuado en términos ambientales. Además un número importante de áreas ha sido incorporado al Sistema Nacional de Areas Protegidas.

Sin embargo muchas iniciativas no alcanzan el éxito o desaparecen en gran medida por falta de apoyo sostenido que garantice alcanzar logros significativos en conservación a mediano y largo plazo. Como resultado, la presión ejercida por las comunidades sobre los recursos naturales no ha disminuido significativamente y en algunas áreas ha aumentado con el consecuente empobrecimiento de los poseedores de los recursos.

2.5. Las Mariposas: Orden Lepidóptera

a) Descripción, Taxonomía y clasificación

El orden Lepidoptera se encuentra dentro de la Clase Insecta del Phylum Arthropoda y del Reino Animal.

El nombre Lepidoptera viene de las raíces griegas *lepis*: escama y *pteron*: ala. Es decir, alas con escamas. Se divide en dos subórdenes: Homoneura y Heteroneura. Los Homoneuros forman un grupo compuesto por mariposas nocturnas primitivas con alas posteriores y anteriores de igual tamaño y venación. Los Heteroneuros incluyen a todas las mariposas diurnas y la mayoría de las nocturnas. Son mariposas cuyas alas anteriores son más grandes que las posteriores, estas últimas presentando además menor número de venaciones (de la Maza, 1991).

Los lepidópteros están integrados por 27 superfamilias. Una de estas, es la Papilionoidea con el 13.1% del total del orden (Llorente, Martínez, Vargas y Soberón, 1993).

b) Morfología

Los lepidópteros, como insectos, presentan características morfológicas típicas con un cuerpo formado por: cabeza, tórax y abdomen. Poseen cuatro alas recubiertas de escamas aunque existen excepciones tales como algunos representantes de la Familia Ithomiidae y que habitan en climas húmedo-tropicales.

En la cabeza se ubican la mayoría de los órganos sensoriales y de alimentación: antenas, palpos labiales, probosis, y ojos compuestos por omatidia. En el tórax se encuentran los órganos de locomoción; tres pares de patas articuladas compuestas por cinco partes (coxa, trocánter, fémur, tibia y el tarso dividido en tarsómeros) y que en el extremo presentan uñas o ganchos con vellos sensitivos y un cojinete o arolium. En el tórax se insertan las cuatro alas en dos apófisis alares. Las alas presentan diversas formas y coloraciones producto de las escamas y presentan dos tipos de coloración: química y física que es meramente óptica. La coloración química se basa en pigmentos que son producto de las plantas de alimentación de las orugas. En muchas mariposas la coloración química y física se mezclan dando efectos iridiscentes (de la Maza, 1991).

Las alas son importantes elementos para la clasificación de las mariposas por su coloración, dibujos y disposición de las venas que forman un armazón quitinoso. Las alas están compuestas por dos membranas cuticulares transparentes (de la Maza, 1991).

c) Desarrollo

El desarrollo de los lepidópteros presenta cuatro fases distintivas que son: huevo, larva, pupa o crisálida y adulto (Beutelspacher, 1980).

El huevo es depositado en forma aislada o en grupos por las hembras sobre la planta de alimentación. El huevo se adhiere a la planta por una sustancia pegajosa que lo cubre y puede tener varias formas tales como globular, elíptico, hemisférico o fusiforme, e incluye ornamentos diversos. Por lo regular presentan una depresión denominada micrópilo (Beutelspacher, 1980).

Las larvas salen del huevo rompiéndolo por el micrópilo y muestran muy diversas ornamentaciones y colores. Algunas además desarrollan pelos y espinas urticantes como defensa contra depredadores. Utilizan características miméticas asemejando ramas o tallos de la planta de alimentación. Otros, tales como las larvas de algunos miembros de la familia Papilionidae, poseen glándulas y órganos protuberantes que despiden olores desagradables y manchas en el dorso que asemejan ojos de serpiente (Beutelspacher, 1980). La función principal de la larva es la de alimentarse por lo que poseen fuertes órganos masticadores y la mayor parte de sus órganos internos están representados por el tracto digestivo. Su cuerpo está formado externamente por una cabeza o cápsula cefálica dura y una serie de segmentos que forman el cuerpo: tres en el tórax y diez en el abdomen (de la Maza, 1991). Las larvas desarrollan patas en los segmentos primero a tercero llamadas torácicas y las del sexto al noveno segmento se llaman falsas patas o propatas. Las ubicadas en el segmento

decimotercero se llaman anales (de la Maza, 1991). El crecimiento de las larvas se lleva a cabo por medio de mudas controladas hormonalmente. La mayoría desarrolla cinco mudas desde su nacimiento hasta la etapa de pupa (Beutelspacher, 1980). Las larvas u orugas secretan de dos glándulas bucales un líquido que al contacto con el aire toma una consistencia sedosa con la cual eventualmente formarán el capullo para entrar a la fase de pupa. Durante la fase de pupa o crisálida, se desarrollan los órganos de la fase adulta los cuales ya habían iniciado su desarrollo desde la última fase del estado larvario. El adulto emerge del capullo e inmediatamente inicia el movimiento de las alas que se encuentran contraídas para que llegue a ellas la hemolinfa y adquieran su forma definitiva antes de endurecerse y secarse (Beutelspacher, 1980).

d) Diversidad de Lepidópteros en la República Mexicana

Se calcula que en México existen alrededor de 25,000 especies de lepidópteros. Una cuarta parte del total calculado para las dos regiones que juntas tienen el 40% del total mundial y cuya estimación es de 200,000 especies (Llorente, Martínez, Vargas y Soberón, 1993). Sin embargo, por la variada topografía de nuestro país y las diversas asociaciones de flora y fauna, el conocimiento es limitado acerca de su riqueza biológica y es posible que exista un número mayor de especies aún no identificadas.

Las mariposas diurnas de México se agrupan en: superfamilia Papilionoidea, que incluye a las familias Papilionidae, Pieridae, Danaidae, Ithomiidae, Satyridae, Riodinidae, Brassolidae, Acraeidae, Heliconiidae, Morphidae, Nymphalidae, Libytheidae y en la superfamilia Hesperioidea que incluye las familias Hesperidae y Megathymidae.

e) Diversidad en el Valle de México

En el Valle de México la composición de lepidópteros va de acuerdo con los límites reconocidos para las zonas neártica y neotropical, existiendo numerosos elementos neotropicales que alcanzan a subir al valle (Beutelspacher, 1980).

Beutelspacher reporta 10 familias de mariposas presentes en el valle que en total incluyen 111 géneros y 163 especies. Sin embargo hay que señalar que el área representada como "Valle de México" puede variar dependiendo de cada autor y el establecimiento de sus límites tendrá un efecto directo en el número de especies registradas. Por ejemplo, en el libro "Mariposas Diurnas del Valle

de México” publicado en 1980, Beutelspacher no define con exactitud el polígono del área considerada.

Llorente, Martínez, Vargas y Soberón (1993) señalan 133 especies para el Valle de México.

Por su parte, Roberto de la Maza E. reporta únicamente para el Parque Ecológico del Ajusco Medio de la Ciudad de México y el Distrito Federal (en prensa), 6 familias, 93 géneros y 130 especies.

Por último, cabe mencionar que la CONABIO reporta el “Número de especies para diferentes grupos taxonómicos registradas para el Distrito Federal”, la cantidad de 38 especies de mariposas (CONABIO, 1998) aunque advierte que en algunos casos como es el de las mariposas, las cifras son aproximaciones basadas en los registros resultado de una revisión bibliográfica.

2.6 La Educación Ambiental en los Jardines Botánicos

Para establecer la relación entre los Jardines Botánicos y la educación ambiental, es necesario comprender los orígenes, definición y objetivos de ambos componentes. Los siguientes dos apartados responden a estas preguntas. El tercero establece el vínculo entre ellos y sienta el marco para el presente trabajo.

a) Educación ambiental: Definición, objetivos y metas.

La definición de educación ambiental está sujeta a continuo debate y desarrollo. La educación ambiental es una disciplina joven que cobra mayor importancia conforme aumenta nuestra preocupación por el entorno y desde el momento en el que se reconoce que la educación es un instrumento importante para contribuir a solucionar o minimizar los problemas ambientales que enfrentamos. Dado que el desarrollo de nuestra sociedad se da en el marco de nuestro entorno, se reconoce a la educación y al desarrollo como “binomio indisoluble” ya que es a través de los procesos educativos que aprendemos lo que es, para qué es y qué representa la naturaleza (Lara Plata, 1996).

Las definiciones de educación ambiental, tienen actualmente variantes, unas ligadas a las realidades de cada país, y otras globales resultantes de conferencias internacionales.

Una de las definiciones de educación ambiental más utilizadas y que presenta con más claridad el concepto la señala como “el proceso por medio del cual el individuo adquiere conocimientos, interioriza actitudes y desarrolla hábitos que le permitan evaluar las relaciones de interdependencia establecidas entre la sociedad y su medio natural”. Esta definición fue establecida por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología para México (Navarro, 1992). Se trata de un proceso permanente de formación y aprendizaje con el que el individuo, en relación con la sociedad en la que vive, intenta mejorar el medio que lo rodea.

La meta de la educación ambiental definida en la carta de Belgrado, surgida en el Seminario Internacional de Educación Ambiental realizado en Belgrado en 1975, es “lograr que la población mundial tenga conciencia del medio ambiente y se interese por él y por sus problemas conexos y que cuente con los conocimientos, aptitudes, actitudes, motivación y deseos necesarios para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones en los problemas actuales y para prevenir los que pudieran aparecer en lo sucesivo” (Teitelbaum, 1978).

Los objetivos que persigue la educación ambiental surgidos de la Conferencia Intergubernamental sobre educación ambiental en Tbilisi en 1977, son los siguientes (Teitelbaum, 1978):

- a) Crear conciencia sobre el medio ambiente y sus problemas.
- b) Difundir conocimientos que permitan enfrentarlo adecuadamente.
- c) Crear y modificar actitudes que permitan una verdadera participación de los individuos en la protección y mejoramiento del medio ambiente.
- d) Crear la habilidad necesaria para resolver los problemas ambientales.
- e) Crear la capacidad de evaluación de medidas y programas en términos de factores ecológicos, políticos, sociales, económicos, estéticos y educativos.
- f) Asegurar una amplia participación social que garantice una acción adecuada para resolver los problemas ambientales.

Respecto a los destinatarios dice que “...es el público en general y dentro de él, el sector de la educación formal (enseñanza preescolar, primaria, secundaria y superior) así como el personal docente y profesionales del medio ambiente que siguen cursos de perfeccionamiento y el sector de la educación no formal.” (Teitelbaum, 1978).

La educación ambiental en el ámbito internacional.

La educación ambiental aunque es una disciplina joven tiene ya un largo camino recorrido.

La definición, meta, objetivos y destinatarios enunciados anteriormente han surgido de varias reuniones internacionales. Podemos decir que en 1969 se comienza a hablar de ella como disciplina, (Lucas en Navarro, 1972) y desde entonces cobra una gran importancia ya que logra convocar reuniones de carácter internacional.

En 1972 se lleva a cabo en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. En este encuentro internacional se sientan las primeras bases respecto a los objetivos y alcances de la educación ambiental, señalando que “es necesario establecer un programa internacional de educación sobre el medio; el enfoque debe ser interdisciplinario y con carácter escolar y extraescolar; abarcar todos los niveles de la enseñanza y dirigirse al público en general...con miras a enseñarle las medidas sencillas que, dentro de sus posibilidades pueda tomar para ordenar y controlar su medio”(Teitelbaum, 1978).

En 1975 se lleva a cabo el Seminario Internacional de Educación Ambiental en Belgrado de la que surgen la meta y destinatarios antes mencionados y formulan los principios de los programas de educación ambiental (Teitelbaum, 1978).

En 1976 se realiza el Taller de Chosica en Perú, así como la reunión celebrada en Bogotá. Las definiciones en ambos talleres contemplan elementos económicos, políticos y culturales específicos de Latinoamérica y lo importante es que se reconoce que la educación ambiental es una disciplina compleja y relacionada con las particularidades de cada región o país y que está estrechamente ligada con el desarrollo sostenible de la sociedad. Establece que “debe proveer las bases intelectuales, morales y técnicas que permitan percibir, comprender y resolver eficazmente los problemas generados en el proceso de interacción dinámica entre el medio ambiente natural y el creado por el hombre” (Teitelbaum, 1978).

Posteriormente el documento de trabajo de la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental de Tbilisi, establece como “uno de los primeros objetivos de la educación ambiental, el permitir al ser humano comprender la naturaleza compleja del medio, resultado de la interacción de sus aspectos biológicos, físicos, sociales y culturales e insertarse en él de una manera consciente que le permita la utilización reflexiva y prudente de las posibilidades y recursos del universo para la

satisfacción de las necesidades materiales y espirituales presentes y futuras de la humanidad” (Teitelbaum, 1978).

A partir de 1985 se llevan a cabo varias reuniones tales como el Primer Seminario sobre Universidad y Medio Ambiente en América Latina, en Bogotá, la conferencia Ciencia y Tecnología, Educación y Necesidades Humanas Futuras, en Bangalore, India, en las cuales se presenta una participación interdisciplinaria y se reconoce la necesidad de llevar a la práctica las definiciones y conceptos aceptados (Navarro, 1992).

En 1992 se lleva a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, Brasil, de la que surge la Agenda 21. Lo más importante de esta reunión es que se fincan responsabilidades a nivel gubernamental de cada país, no dejándola únicamente en manos de los especialistas o investigadores.

La educación ambiental en México.

Para México, González Gaudiano señala que desde los años treinta, existe una preocupación por la educación para la conservación con las ideas que al respecto tuvo el Dr. Enrique Beltrán. Sin embargo es a raíz del aumento de los problemas relacionados con el medio ambiente, especialmente en la Ciudad de México, que surge en nuestro país el interés por educar a la gente, en un principio, en el ámbito de las instancias gubernamentales ligadas al medio ambiente (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) más que a la educación. Paralelamente surgen grupos civiles que inician trabajos de educación ambiental (Navarro, 1992). A partir de los años ochenta se organizan reuniones para tratar de establecer lineamientos respecto a la educación ambiental y es a partir de los años noventa cuando se manifiesta un verdadero interés por promover la educación ambiental. Se fomenta la participación de amplios sectores de la población, se organizan reuniones, congresos y seminarios y se intercambian experiencias. También se organizan reuniones regionales de las redes de educación ambiental.

La educación ambiental no formal.

Habiendo explorado el desarrollo y concepto de la educación ambiental mencionaré como se relaciona con la educación no formal a la cual este trabajo pretende contribuir.

La educación ambiental no formal es un campo pedagógico en construcción que, en México, aún no logra definir alcances y estrategias dado el amplio espectro poblacional, en un país con tal diversidad ecológica y cultural (González, 1993).

La educación ambiental no formal es “un modelo educativo que hace referencia a aquel proceso de enseñanza (estructurado, sistemático y no estandarizado), dirigido a toda la población, que se desarrolla en forma paralela a la educación institucional formal orientando sus objetivos a la adquisición de conocimientos y al desarrollo de actividades positivas hacia el medio ambiente (físico-natural y sociocultural) a través de actividades fundamentalmente prácticas, voluntarias y de duración variable en el tiempo, promovidas tanto por organismos públicos como por entidades privadas” (José Mosquera González en Navarro, 1992). La presente propuesta, queda enmarcada por esta definición en su totalidad.

En los lineamientos conceptuales y metodológicos de la educación no formal la desaparecida Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología identificó tres niveles los cuales ayudan a seleccionar y organizar las actividades más adecuadas en función de las características propias de la población a las que vayan dirigidas: sensibilización, reflexión y concienciación (Navarro 1992).

- 1.-La sensibilización se refiere al primer contacto con el tema, es aquí donde se proporciona información general sobre el mismo, utilizando diversos medios, ya sea material impreso, medios audiovisuales, entrevistas, juegos, etc. En este nivel se pretende un primer acercamiento a un problema determinado.
- 2.-La reflexión representa un nivel considerablemente más complejo que el anterior ya que requiere no solamente estar bien informado sino que también procura la generación de cambios de actitudes.
- 3.- La concienciación hace referencia a un compromiso activo, a una participación consciente y permanente que se manifiesta en una nueva forma de vida, en una relación respetuosa y armónica con la naturaleza que permite asumir la defensa y la construcción de la calidad de vida.

Adicionalmente, se señalan las prioridades que han sido consideradas para el diseño de este trabajo y que han sido identificadas por González Gaudiano (González, 1993).

En primer lugar destaca la vertiente que incluye “Proyectos dirigidos a hacer conciencia sobre el cuidado del medio en general, o sobre la conservación de una especie o área natural”. Este autor y varios más recomiendan que los proyectos, de ser posible se relacionen con las necesidades directas de la población objeto aunque estas no sean prioritarias aparentemente. El objetivo es alcanzar un nivel de conciencia a largo plazo en respuesta a la búsqueda de soluciones y cuestionamientos de la población. También es importante manejar un lenguaje accesible, evitando tecnicismos en el lenguaje e incluyendo actividades que estén a su alcance. González Gaudiano recomienda utilizar mensajes concisos y, de ser posible, que el público obtenga un beneficio directo en favor del medio ambiente.

En segundo lugar, se consideran edad y ocupación, en donde los niños son señalados como el sector más importante por la composición del país, la disposición al aprendizaje y la capacidad educativa hacia los padres y por representar las futuras generaciones (González, 1993). “Son bienvenidos proyectos que se vinculen con instituciones con capacidad de convocatoria de carácter educativa, ocupacional, popular, deportivo y recreativo” (González, 1993). Los jardines botánicos se identifican dentro de éste conjunto dado su amplio poder de convocatoria hacia el sector infantil.

En tercer lugar están las prioridades políticas, la importancia de estrategias que se apliquen a los “espacios de agrupamiento” entre los que González Gaudiano incluye el ámbito escolar. Si bien la presente propuesta se desarrolla en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM, se investigaron los programas escolares de primaria para su diseño y se busca ampliar las actividades que los profesores pueden utilizar para ilustrar varios aspectos del programa educativo formal.

En cuarto lugar están las prioridades metodológicas. “Impulsar metodologías educativas ambientales que se puedan promover en los museos, zoológicos y parques didácticos recreativos adecuadas a los distintos sectores de la población” así como “vincular las tareas educativas de museos, zoológicos y otros espacios de recreación con instituciones que agrupan niños, jóvenes y adultos” (González, 1993). Ambas prioridades han sido consideradas dentro de las actividades de varios jardines botánicos al ser instituciones idóneas para establecer un vínculo con las escuelas de diversos niveles educativos y socioeconómicos.

Por último dentro de las prioridades organizativas el autor menciona “tejer redes de relación constantes entre centros de educación ambiental y centros de agrupamiento temporal como museos, asociaciones de escultismo, zoológicos, etc” (González, 1993).

El proceso para llegar a una definición de educación ambiental lleva una carga histórica, política y social. Los países latinoamericanos deben desarrollar modelos y estrategias según sus realidades, definidas a través del conocimiento de su entorno y considerando los actuales modelos de desarrollo. Es importante identificar las necesidades de todos los sectores de la población, los indígenas y los propietarios directos de los recursos naturales y desarrollar estrategias que permitan un progreso intelectual y una mejor calidad de vida. Para esto, la educación ambiental juega un papel importante y, como González Gaudiano menciona, es esta disciplina en la que se da el terreno propicio para el desarrollo y fortalecimiento de muchas otras, que en conjunto, llevan a una vida más plena de los individuos (González, 1993). Es importante destacar cómo los jardines botánicos cumplen con la mayoría de los requisitos institucionales, metodológicos y educativos de la educación ambiental no formal. Aunque muchas de estas instituciones cuentan ya con programas en este sentido, es importante fortalecerlos mediante el diseño de nuevos programas y temas innovadores especialmente dirigidos a los niños. También hay que impulsar su incorporación en otros jardines botánicos en los que aún no se inician trabajos similares. Espero que esta propuesta cumpla con este objetivo.

b) Los Jardines Botánicos

Los jardines botánicos son instituciones que están enmarcadas en procesos ideológicos y no son neutrales en cuanto a la política (Willison, 1997). Al conocer su origen y desarrollo a través del tiempo vemos cómo se han moldeado, redefiniendo sus metas, objetivos y, en algunos casos, expandiendo el espectro de su misión original.

Los primeros jardines botánicos se establecieron en los siglos XVI y XVII como jardines medicinales en los que los estudiantes podían investigar y conocer las propiedades curativas de las plantas. Así se dio origen a la existencia de jardines para el conocimiento y la investigación. En el siglo XVIII, en el hemisferio Sur, se establecieron jardines con fines de comercio y cultivo de plantas económicamente importantes. En tercer lugar se establecieron en el siglo XIX y XX jardines con fuertes programas de horticultura en varios países con el objetivo de poseer colecciones de plantas e intercambiar semillas (Willison, 1997). Es notorio que de estos tres giros, ninguno está dirigido a la atención de problemas sociales o el bien común. Parecería que durante muchos años, el mundo contó únicamente con instituciones que sirvieron a los intereses específicos del avance del conocimiento, el enriquecimiento de algunos países y un interés particular en el mantenimiento aislado de colecciones y su diversificación a través del intercambio.

Los jardines botánicos no han estado exentos a los procesos de desarrollo de la conciencia ambiental que se ve en los antecedentes de la educación ambiental. Si bien en el pasado los jardines botánicos servían propósitos muy particulares, actualmente el panorama es muy diferente. Aunque muchos jardines botánicos persiguen fines de investigación y conocimiento y desde luego, mantienen colecciones vivas de gran importancia, durante las últimas tres décadas las instituciones han reconocido la necesidad de cambio y ampliación de sus espectros de acción. Esto, dado el aumento de: 1) la destrucción de áreas naturales, 2) el conocimiento del papel que juegan los ecosistemas para nuestra supervivencia y 3) un aumento en la conciencia ambiental en la sociedad. Muchos jardines botánicos han reconocido que pueden jugar un papel primordial en el diseño de nuestro destino y que tienen mucho que aportar al desarrollo sostenible por medio de sus colecciones y experiencia (Willison, 1997).

Si bien la definición de conservación y desarrollo sostenible no es fácil por las implicaciones de cada término, parece existir un sentimiento común dentro de un creciente número de individuos de que es necesario contribuir a encontrar la fórmula que permita el uso de los recursos naturales sin comprometer su existencia a futuro. En el ámbito de los jardines botánicos, la conservación de la naturaleza inclusive se ha convertido o adoptado como la razón misma de su existencia institucional (Willison, 1997).

El origen del movimiento conservacionista en los jardines botánicos se da en los años setenta cuando la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), promovió la conservación *ex-situ* de plantas amenazadas. Sin embargo, durante los años ochenta se sintió la necesidad de contar con programas más substanciales que incluyeran investigación, educación y política (Willison, 1997). Un ejemplo de la fuerza que cobra el reconocimiento del papel que deben jugar los jardines botánicos es el surgimiento de organizaciones como Botanic Garden Conservation International (BGCI), una organización no gubernamental interesada en promover relaciones inter-institucionales entre los jardines botánicos del mundo para la conservación de la biodiversidad (Willison, 1997).

En 1989, BGCI, la UICN y el Fondo Mundial para la Naturaleza, (WWF) publicaron la "Estrategia de Conservación para Jardines Botánicos". Este documento enumera los objetivos principales dirigidos a las principales tareas a realizar para contribuir en forma efectiva a la conservación y desarrollo sostenible en el marco de la Estrategia Mundial de la Biodiversidad, resultante de la Cumbre de la Tierra, de Río de Janeiro. Como resultado, varios jardines han ampliado su misión

hacia la conservación. Sin embargo la estrategia también ha servido de indicador para notar que la mayoría de los jardines botánicos no han entrado a este proceso de modernización. (Willison, 1997).

Aún así, el reconocimiento de la importancia del papel que juegan estas instituciones para la conservación va en aumento. Muchos jardines botánicos han revisado sus proyectos internos y reconocido que, además de la conservación *ex situ* del germoplasma vegetal y de la investigación, existe la posibilidad de incidir en la actitud, la conciencia y la moral de sus visitantes. Esto aunado a que muchos jardines botánicos se encuentran en zonas urbanas de alta densidad poblacional y por lo tanto reciben un alto número de visitantes. Es en este momento cuando se ve a la educación ambiental como un valioso instrumento para enfrentar esta responsabilidad educativa. Como se señaló anteriormente, la educación ambiental busca, entre otras cosas, crear una conciencia sobre el medio ambiente y dotar al ser humano de las herramientas y valores éticos necesarios para apreciar, convivir adecuadamente y utilizar en forma sostenible su entorno natural. Los jardines botánicos, con su localización privilegiada, sus instalaciones, colecciones vivas y personal capacitado ocupan una posición estratégica para hacer una verdadera contribución a la conservación de la naturaleza mediante el desarrollo de proyectos educativos institucionales dirigidos a la población.

Julia Willison, encargada de los programas de educación de la Botanic Garden Conservation Internacional (BGCI), realizó recientemente una investigación sobre la forma en la que los jardines botánicos están aplicando programas educativos para la sostenibilidad y su ideología educacional. La intención fue crear un marco teórico que permite un mejor entendimiento de la educación en los jardines botánicos en un contexto amplio. Utilizando la clasificación desarrollada por Kemmis, Cole y Suggett, realizó un análisis de estrategias y encontró que dentro de esta clasificación, la orientación que dan la mayoría de los jardines botánicos en el mundo es del tipo vocacional/neo-clásico y liberal/progresivo. Un menor número de instituciones tiene una orientación socialmente crítica.

La ideología vocacional/neo-clásica es considerada como un apoyo para que los estudiantes se ubiquen en la sociedad, dotándolos de información y habilidades que satisfagan sus necesidades laborales y de esta forma ocupar nichos predeterminados en sus áreas de trabajo. Sin embargo, esta ideología sin discusión o crítica acepta estructuras y jerarquías sociales existentes. Es decir, no es experimental sino "científicamente objetiva" y maneja el concepto que el medio ambiente puede ser manipulado para satisfacer necesidades y deseos del ser humano (Willison, 1997).

Por otra parte, la ideología liberal/progresiva, busca mejorar a la sociedad mediante la educación de los individuos. Su enfoque es práctico y dirigido a programas de desarrollo social favoreciendo procesos abiertos que cuestionan los modelos y la información presentada. Según Willison, es en esta corriente en la que la mayoría de los jardines botánicos se ubican.

Por último, la corriente socialmente crítica busca promover la justicia social, igualdad y democracia. Busca librar a los estudiantes de principios preconcebidos fomentando el examen crítico de problemas sociales y la participación activa en el desarrollo de una sociedad en continua mejora (Willison, 1997).

La visión tradicional de los jardines con respecto a la interacción con su público es la de organizar visitas guiadas, limitadas a la observación de ejemplares y a la obtención del conocimiento escrito o narrado por parte del guía.

Una definición de la misión de los jardines botánicos es la de servir a la comunidad por medio de sus programas, exposiciones e investigaciones así como la de contar con los medios necesarios que le permitan realizar esta función eficientemente, prosperar y crecer (Robinson, 1996). Para alcanzar esta misión, los jardines botánicos hoy día mantienen colecciones de plantas vivas y muestras asociadas con los objetivos de investigación, educación, difusión y conservación principalmente. Adicionalmente se reconoce que, entre las labores de investigación, se desarrollan proyectos de sensibilización del público acerca de la importancia de las plantas en los ecosistemas y en las cadenas alimenticias (Linares, 1997).

c) Relación entre los Jardines Botánicos y la Educación Ambiental

Los jardines botánicos, con el fin de ofrecer un servicio a la comunidad, se han fijado diversas metas y se encuentran en la constante instrumentación de programas variados entre los que se incluyen actividades educativas y de difusión. De acuerdo con Novo (1995), una institución educativa debe contar con un proyecto de educación ambiental con metas generales que dan sentido a sus acciones y que dan origen a programas que dejen en sus visitantes la inquietud por conocer la naturaleza de su región, y despertar en ellos una curiosidad que les permita conocer y apreciar su medio.

La educación forma parte esencial de los programas de los jardines botánicos. La importancia que tiene la educación dentro del marco estratégico de cualquier jardín botánico radica en que sus

programas son valiosas contribuciones a los sistemas tradicionales de enseñanza (Linares, 1997). Esto cobra especial relevancia en países como México que enfrentan una creciente demanda de servicios educativos. Este aspecto del objetivo educativo establece como necesaria una vinculación con la comunidad que rodea al jardín y la identificación de sus necesidades e intereses. Ningún programa será exitoso si no responde de alguna manera a las necesidades del público a las que va dirigido. Adicionalmente es deseable que el público no se limite a las personas que visitan el jardín sino que se logre llegar a un público más extenso. Con base en lo anterior, el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM (IB-UNAM) ha identificado la necesidad de diseñar programas para profesores de educación primaria y secundaria, para promover un mensaje de conservación en sus estudiantes (Linares, 1997). Con base en lo anterior, y considerando el concepto de Novo (1995) respecto a las finalidades de las entidades educativas, podemos decir que el proyecto educativo del Jardín Botánico del IB-UNAM tiene como meta general la de acercar a su público a su medio ambiente inmediato mediante la instrumentación de programas dirigidos especialmente a profesores y niños(as) de primaria, para desarrollar en ellos una sensibilización hacia el entorno dirigida a elevar sus principios y calidad de vida.

Es necesario acercarse a escuelas e instituciones educativas para ser capaces de diseñar programas y actividades acordes con las necesidades e intereses del público. Para el caso de actividades que buscan complementar la educación formal biológica y ambiental de las escuelas primarias es necesario conocer los programas que dicta la Secretaría de Educación Pública (SEP). En forma adicional es deseable establecer un diálogo permanente con los maestros a fin de ofrecerles una alternativa educativa interesante que los acerque al jardín y enriquezca sus conocimientos sobre la naturaleza (Linares, 1997). El equipo encargado de diseñar los programas educativos debe apoyarse en pedagogos y educadores, lo que hace que el cuadro que compone el área de difusión del jardín botánico sea un equipo interdisciplinario que incluya biólogos, pedagogos, educadores, artistas, y expertos en comunicación. El diseño de programas de educación ambiental no formal y su inclusión en los programas del jardín botánico, fortalecerá la meta de apoyar los programas de educación formal.

Para este trabajo consideramos el aspecto innovador relacionado con el conocimiento y observación de la fauna asociada al jardín botánico. Dado que no existe hasta ahora una actividad similar dirigida a las mariposas, este es el segundo trabajo de tesis producido en relación con este tema y la primera con un enfoque práctico dirigido al fortalecimiento de programas educativos y de difusión (existe la tesis de Gala Katthain, 1971, sobre mariposas del jardín botánico y un trabajo sobre aves). Esta

propuesta contribuirá a presentar un panorama del área para los visitantes y les permitirá relacionar el mundo vegetal con los animales dentro de cadenas alimenticias y ciclos de vida. También permitirá a los profesores de primaria reforzar conocimientos básicos con base en actividades que podrían aplicarse en otras áreas como parques públicos. Este programa pretende vincular a los visitantes con su entorno, inclusive más allá del jardín botánico utilizando como vehículo las mariposas que comunmente se observan en todo el valle de México.

3. Metodología: Programa de ilustración científico-biológica sobre lepidópteros.

a) Descripción de la metodología a utilizar

Existe una amplia diversidad de actividades que se pueden realizar alrededor de los jardines botánicos y su diseño depende en gran medida de la creatividad del personal asociado. Dado que el jardín botánico del IBUNAM cuenta con un proyecto educativo general, existen las bases para desarrollar programas que fortalezcan el proyecto institucional. El proyecto educativo institucional establece las bases y provee información necesaria para el diseño de programas educativos específicos como el de la presente propuesta. Esta información se refiere a conceptos tales como el tipo de público al que se dirige el programa, niveles socioculturales, edades y características del entorno.

Novo (1995) propone una representación gráfica de los componentes de un proyecto educativo institucional general, a partir del cual se ha construido la interpretación del proyecto educativo específico del jardín botánico y de sus componentes estructurales la cual se presenta como figura 1.

Cada institución deberá desarrollar su propio proyecto educativo así como sus propios criterios tomando en consideración los elementos señalados en la propuesta de Novo (1995). El diagrama anterior permite identificar los elementos que, en su conjunto, llevaron a la construcción y propuesta de criterios educativos y metodologías propias por parte del personal del departamento de difusión del JBIBUNAM. Estos criterios y metodología fueron adoptados para el diseño e instrumentación experimental del programa propuesto, asegurando una adecuada relación con el proyecto institucional. Esta coherencia es especialmente importante para asegurar que el nuevo programa se enmarca en el contexto correcto y contribuirá efectivamente a fortalecer el proyecto educativo institucional del jardín botánico.

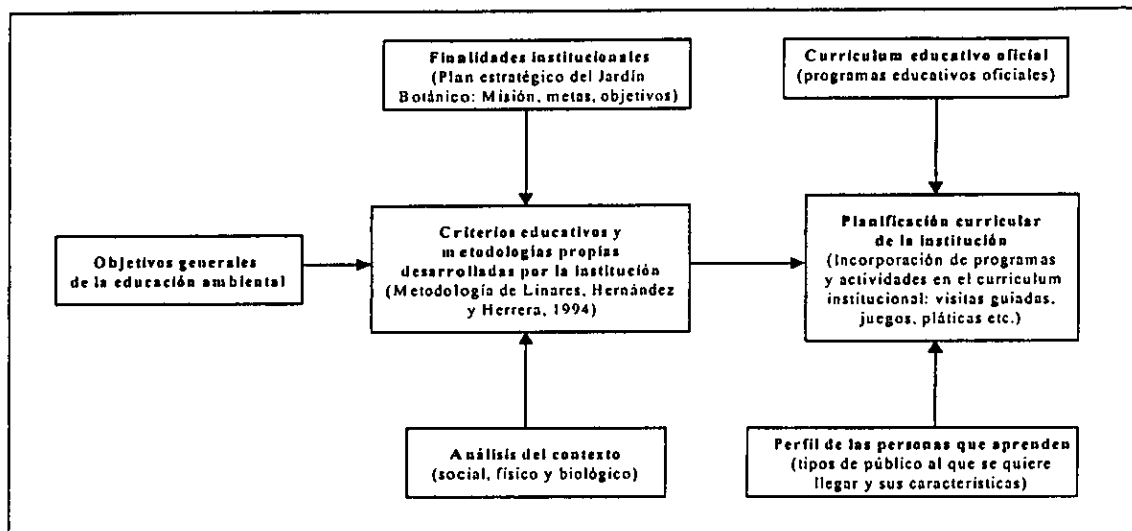


Figura 1. Una representación esquemática del proyecto institucional del jardín botánico del IBUNAM y sus diferentes componentes.

Así pues, se adaptó y aplicó la metodología propuesta por Linares, Hernández y Herrera (1994), y se tomaron en cuenta las pautas para el diseño de programas de educación ambiental propuestas por Novo (1995). A continuación se representa esquemáticamente la relación entre el proyecto educativo institucional del JBIBUNAM y el programa propuesto (ver Figura 2).

En la figura 2 podemos ver la relación existente entre el proyecto educativo institucional y el programa que se propone. Las líneas punteadas señalan los insumos o información que el proyecto institucional provee. De ahí la importancia de que las instituciones cuenten proyectos educativos sustentados y sólidos que sienten la base para el desarrollo de sus programas específicos. Con base en esta plataforma institucional, a continuación se describe cada paso seguido para el diseño del programa según la metodología propuesta por Linares, Hernández y Herrera (1994).

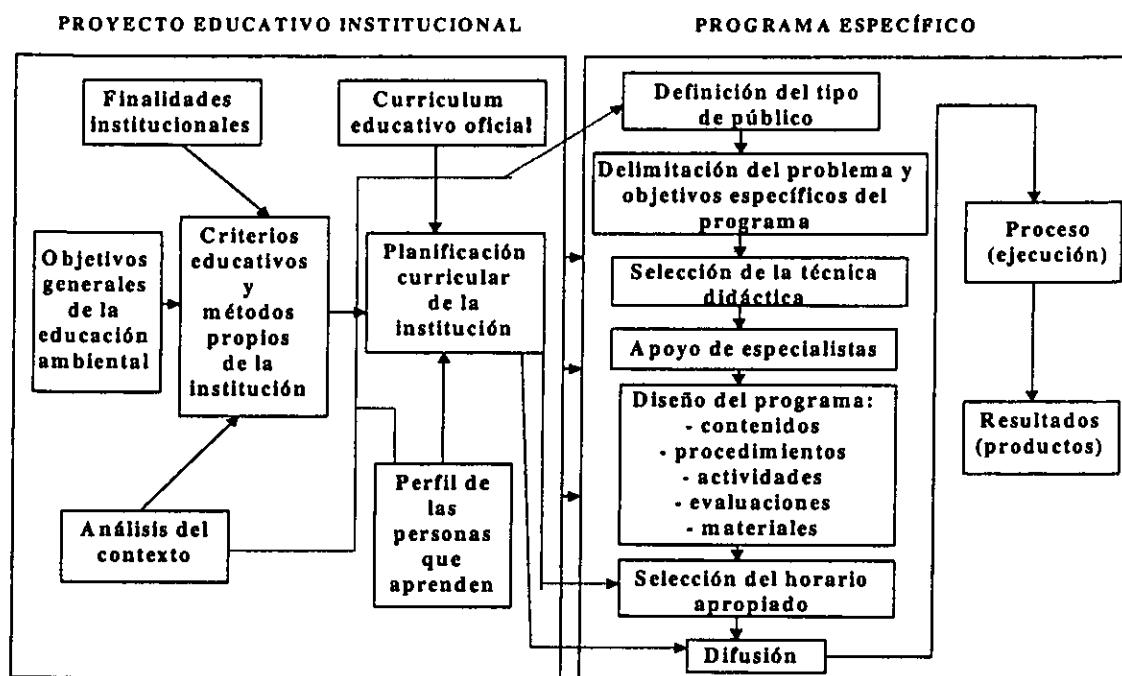


Figura 2. Representación esquemática de la relación entre el proyecto educativo institucional del jardín botánico del IBUNAM y el diseño del programa propuesto. Las líneas punteadas muestran elementos del proyecto institucional que son útiles para el diseño de nuevos programas.

b) Definición del tipo de público al que está encaminada la acción. (Perfil de las personas que aprenden y currículum educativo oficial)

El jardín botánico del IB-UNAM (JBIBUNAM), enfrenta una alta demanda de visitantes. De hecho es una de las unidades académicas del Instituto de Biología con mayor imagen al exterior, debido a sus programas de difusión. A manera de ejemplo, el personal de las áreas de difusión y educación atendió durante 1995 a 40,623 visitantes y el programa de visitas guiadas recibió ese año a 9,100 personas (Bye, R. Página Internet JB IB-UNAM).

Las visitas guiadas son actualmente una de las actividades más solicitadas y se realizan para grupos escolares que van desde el nivel de 4° de primaria hasta profesional (Bye, R. Página Internet JB IB-UNAM). La principal demanda por servicios en general reside en los niveles de primaria y secundaria. En 1996 se atendieron 9,927 visitantes de los cuales 4,469 corresponden a nivel primaria, lo cual equivale al 45%. El resto de los visitantes fueron de niveles, secundaria, preparatoria, nivel

profesional y no determinados (Información proporcionada por Luz María Rangel y personal de visitas guiadas).

De acuerdo con el personal del área de difusión, la mayor parte de los grupos escolares que visitan el jardín botánico son de escuelas oficiales con recursos limitados en cuanto a actividades y materiales de apoyo. De ahí que las actividades de apoyo son de suma importancia y deben tender hacia los aspectos más importantes de los ecosistemas y el papel que juegan los seres vivos dentro de ellos.

Para ubicar la relación de esta propuesta con la enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria y como parte del proceso de identificación del público al cual se dirige, fue necesario definir el currículum oficial por lo que se realizó una revisión del “Plan y Programas de Estudio 1993 de la Educación Básica Primaria” de la Secretaría de Educación Pública (SEP).

Los programas de ciencias naturales en la enseñanza primaria responden a un enfoque formativo. Su objetivo es que los alumnos adquieran conocimientos, actitudes y valores que se manifiesten en una relación responsable con el medio natural (SEP, 1993). La educación de las ciencias naturales está enfocada a cuatro principios orientadores:

1. Vincular la adquisición de conocimientos sobre el mundo natural con la formación y la práctica de actitudes y habilidades científicas. Los programas parten de la idea que el entorno de los niños ofrece oportunidades y retos para el desarrollo de las bases del pensamiento científico. Se estimula al niño a observar su entorno y a habituarse a preguntar sobre lo que los rodea.
2. Relacionar el conocimiento científico con sus aplicaciones técnicas. Se pretende que los alumnos perciban que están rodeados de artefactos que el hombre ha diseñado con base en principios científicos y se busca estimular su curiosidad acerca de su funcionamiento.
3. Otorgar atención especial a los temas relacionados con la preservación del medio ambiente y de la salud. Estos temas están presentes en los seis grados reconociendo la importancia de estudiarlos reiteradamente separándolos en unidades específicas de aprendizaje y aumentando el grado de detalle.

4. Propiciar la relación del aprendizaje de las ciencias naturales con los contenidos de otras asignaturas. Está orientado a establecer vínculos considerados prioritarios con otras materias como español, matemáticas, educación cívica, geografía e historia.

De los cuatro principios orientadores anteriores, el presente trabajo se enmarca dentro de los principios 1 y 3 principalmente. Estos se refieren al objetivo de desarrollar en los niños aptitudes y mentalidades científicas, estimulándolos a preguntarse acerca del medio que los rodea y fomentando su conocimiento y sentido de conservación de la naturaleza.

Los contenidos en ciencias naturales han sido organizados en cinco ejes temáticos que se desarrollan simultáneamente a lo largo de los seis grados de la educación primaria y que son:

- Los seres vivos
- El cuerpo humano y la salud
- El ambiente y su protección
- Materia, energía y cambio
- Ciencia, tecnología y sociedad

El programa de cada grado está organizado en unidades de aprendizaje que permiten al niño avanzar progresivamente en los temas correspondientes a los cinco ejes. A su vez, cada eje incluye una serie de temas de acuerdo con el área de estudio. Habiendo revisado los temas de los programas escolares para los seis grados de primaria encontramos que este trabajo fortalecerá su instrucción, sirviendo como elemento de refuerzo de conocimientos para aquellos incluidos dentro del eje "Los seres vivos".

El eje de "Los seres vivos" agrupa conocimientos acerca de las características más importantes de los seres vivos, sus semejanzas y diferencias y los principales mecanismos fisiológicos, anatómicos y evolutivos que los rigen (SEP, 1994).

Este eje enfatiza las relaciones entre seres vivos y las cadenas que forman. Además se mencionan las relaciones con el hombre, su papel en el medio y los efectos causados por la alteración de estas relaciones.

Con base en la revisión de los programas por grado escolar, a continuación se presentan los temas con los que la presente propuesta se relaciona:

Primer grado

Para este nivel la propuesta servirá para apoyar los temas

1- "Plantas y animales" El ejercicio de identificación de un tipo de animal, en este caso, las mariposas o los insectos en general en la que los niños(as) podrán observar en el jardín botánico un animal en su medio natural.

2- "Diferencias y semejanzas entre plantas y animales". Al incentivar la observación y el dibujo de las mariposas, los niños adquirirán elementos que les permitirán distinguir entre algunos tipos de animales y plantas que en el Jardín Botánico del IBUNAM encontrarán a su alrededor.

3- "Plantas y animales en la casa y el entorno inmediato". Siendo las mariposas insectos comunes en el Valle de México, se espera que después de llevar a cabo la actividad en el jardín botánico los niños podrán reconocer algunas mariposas como animales de su entorno.

Segundo grado

Al igual que para el primer grado, la utilidad de esta propuesta radica en que facilita la ilustración de la materia y el acercamiento a las plantas y animales dentro de los siguientes temas:

1- Lo vivo y lo no vivo en el entorno inmediato. Características y diferencias generales.

- Lo vivo (plantas, animales, el ser humano)
- Características del entorno: objetos, animales y plantas

2- Los seres vivos y su entorno

- Diferencias y semejanzas entre plantas y animales
- Características de algunos animales de la comunidad

3- Cuidado y protección de los seres vivos del medio

4- Funciones comunes de plantas y animales. Alimentación, circulación, respiración, excreción y reproducción.

5- Los seres vivos en los ambientes terrestre y acuático

- El ambiente terrestre
- Características generales de los animales terrestres
- Fuentes de alimentación de los seres vivos

6- Animales ovíparos y vivíparos

- Identificación de algunos ejemplos

Tercer grado

Para el tercer grado, la utilidad de la propuesta fortalece la instrucción del tema:

1- Cadenas alimenticias

- Animales herbívoros, carnívoros y omnívoros
- Elementos de la cadena alimenticia: productores, consumidores y descomponedores

Cuarto grado

Para el cuarto grado los temas relativos a ciencias naturales son más y se tocan con mayor detalle por lo que la actividad tendría mayor aplicación:

1- Noción de ecosistema

- Factores bióticos y abióticos
- Tipos de organismos que habitan en un ecosistema (productores, consumidores y descomponedores)
- Cadenas alimenticias
- Niveles de organización (individuo, población y comunidad)
- Ejemplos de ecosistemas

2- Seres vivos

- Animales vertebrados e invertebrados
- Características generales del crecimiento y del desarrollo: nacer, crecer, reproducirse y morir.
- Animales vivíparos y ovíparos. Características generales

Quinto grado

Encontramos tres temas con relación a la propuesta de actividad en el JBIBUNAM.

1- Diversidad biológica

- Diversidad biológica y representativa del país
- Estrategias para la conservación de la flora y la fauna

3- Características de los organismos unicelulares y pluricelulares

2.- Ecosistemas artificiales

- Comunidades urbanas

Sexto grado
Temas relacionados:

1- Evolución de los seres vivos

- Relación de la selección natural con la adaptación

2- Los grandes ecosistemas

- Rasgos principales de los ecosistemas
- Factores bióticos y abióticos de los ecosistemas

El plan de estudios de primaria también incluye a lo largo de los seis grados el eje “El ambiente y su protección”. Después de esta revisión notamos que el enfoque general del eje se basa en los efectos producidos por el hombre sobre el medio, principalmente aire, agua y suelo. También se habla de los efectos sobre los ecosistemas y los recursos naturales de la comunidad. De lo anterior encontramos una relación mucho más directa de la presente propuesta con los temas ya mencionados del eje “Los seres vivos”. Dentro de éste eje notamos que es posible que esta propuesta sea útil para reforzar los temas en todos los niveles escolares, sin embargo, dado que las actividades propuestas requieren de concentración y cierto grado de habilidades motrices para la elaboración de dibujos detallados, se consideró que se lograrían mejores resultados aplicando este trabajo en niños(as) de cuarto, quinto y sexto grados.

Adicionalmente, se revisaron los libros de texto del Programa de Educación Primaria de la Secretaría de Educación Pública, para identificar aquellos que incluyan temas o secciones directamente relacionadas con las mariposas. Los resultados de esta búsqueda se detallan en el **Apéndice 3**.

Con base en lo anterior, la actividad propuesta en esta tesis está dirigida a niños de 8 a 12 años de escuelas primarias incorporadas a la Secretaría de Educación Pública, y está diseñada para servir de apoyo para la asignatura de ciencias naturales del programa oficial.

c) Delimitación del problema de estudio y delimitación del objetivo del programa propuesto.

Para delimitar el problema de estudio, se revisaron las actividades que el Jardín Botánico del IBUNAM actualmente ofrece:

- Visitas guiadas a sus colecciones con preferencia a grupos escolares.

- Audiovisuales sobre temas botánicos.
- Reuniones diversas como el encuentro de pintura infantil en el mes de junio.
- Curso de horticultura infantil “Quilchiuhcáyotl”.

Adicionalmente a las visitas guiadas, en el JBIBUNAM se ofrecen actividades complementarias para niños de varios niveles y edades, entre estas podemos mencionar ciclos de conferencias, talleres e investigaciones. Muchas de estas actividades tienen un enfoque activo en las que el visitante participa directamente en ellas. A la fecha el Departamento de Difusión y Educación cuenta con los siguientes talleres con aplicación continua a los estudiantes que solicitan visitas guiadas:

- Adivina quien soy (hortalizas)
- Cadena alimenticia
- Plantas medicinales
- Memorama de desiertos y otros ecosistemas
- Arboles de la Ciudad de México

Como materiales de apoyo se cuenta con:

- Chalecos didácticos (Como apoyo a visitas de grupos escolares que utiliza el guía del JBIBUNAM)
- Cajas botánicas (Con el mismo uso que el anterior pero con diferentes materiales)

Objetivo del programa propuesto:

Contribuir al enriquecimiento de la visión del visitante sobre su medio, utilizando como centro de atención la observación y dibujo de la fauna asociada al Jardín Botánico del IBUNAM, utilizando a las mariposas diurnas como herramienta así como su relación con las plantas de los jardines y parques públicos del Valle de México.

d) La selección de la técnica didáctica más apropiada y accesible.

La técnica didáctica a utilizarse es el dibujo basado en la observación detallada de ejemplos de mariposas seleccionadas y materializadas en la forma de azulejos. Con base en el dibujo, los materiales de apoyo y la explicación previa que el personal del JBIBUNAM impartirá, los niños

aumentarán sus conocimientos sobre la anatomía y el ciclo de vida de algunas mariposas, su importancia en las cadenas alimenticias como consumidores y como alimento de diversas especies.

El programa busca llegar al nivel de sensibilización y ejercitar varios sentidos en los niños(as) de primaria como una herramienta de contacto con su medio natural cotidiano. Así, considera actividades a realizar, a partir de una serie de azulejos con ilustraciones de mariposas, colocados en áreas específicas del Jardín Botánico. El hilo conductor lo constituye un grupo de especies de mariposas seleccionadas con base en su abundancia en el JBIBUNAM durante todo el año. Parte importante del propósito es que los niños y profesores sean capaces de identificar estas especies y se vuelva evidente la importancia de las mariposas dentro de los ecosistemas. Se utilizará el dibujo científico como la técnica adecuada en función de que se ha demostrado que el dibujo detallado, basado en observación cuidadosa, lleva a un aumento en el conocimiento del sujeto de estudio. La elaboración del dibujo que los niños(as) elaborarán como parte de la actividad se reforzará con datos sobre la biología de las mariposas incluidos en los azulejos.

e) La obtención del apoyo de especialistas.

Para la elaboración del presente trabajo se contó con la colaboración de especialistas de los tres aspectos principales que lo componen:

Jardines botánicos y difusión: M. en C. Edelmira Linares Mazari. Directora del Departamento de Difusión y Educación Ambiental del JBIBUNAM.

Educación Ambiental: M. en Ed. Aída Hernández Fernández. Coordinadora del Programa de Educación Ambiental del Ajusco Medio, del Instituto de Ecología de la UNAM.

Lepidópteros: M.V.Z. Roberto de la Maza Elvira. Director de Prospección de Áreas Naturales Protegidas del Instituto Nacional de Ecología SEMARNAP.

f) El diseño del programa a utilizar.

Para lograr un diseño adecuado al público seleccionado y para garantizar su éxito, se llevaron a cabo varios pasos que permitieron realizar adecuaciones en la marcha. Esto permitió llegar a un modelo final el cual sería probado y evaluado con la participación de los niños y niñas participantes. Los pasos para el diseño del programa se describen a continuación:

- Creación, diseño y realización de una mascota caricaturizada.

La utilización de una mascota es un recurso didáctico importante ya que permite que los niños(as) establezcan un vínculo emocional y afectivo con el sujeto de estudio, en este caso, las mariposas. Se diseñó la mascota llamada "Beto Lepidóptero", mariposa que representa una de las especies más comunes del Valle de México *Pterorus multicaudatus*, de la familia Papilionidae y cuyo nombre común es "Llamadora", "Chirriónera", "Chichos" y "Xochiquetzal". El guía del jardín botánico se apoya en esta mascota para realizar la presentación de las principales características de las mariposas y la explicación de las actividades con base en una serie de carteles ilustrativos que incluyen a "Beto" y sus partes morfológicas, la estructura de un ala de mariposa con escamas vistas con lupa y el ciclo de vida de "Beto", con especial énfasis en el proceso de metamorfosis.

- Selección del método de evaluación de los resultados obtenidos.

La evaluación del programa debe permitir la interpretación objetiva de los resultados que se obtengan de la aplicación experimental. Esta evaluación se basó en la adquisición de conocimientos y habilidades por parte de los participantes. Esto se realizó por medio de la aplicación de cuestionarios escritos. "Se pueden aplicar en forma de exámenes de conocimientos y pueden proporcionar a los alumnos la oportunidad de aportar datos sinceros y significativos, ya que son indicadores importantes del éxito o fracaso de la actividad" (Bennett, 1993). Se aplicaron reactivos de opción múltiple, por ser los más versátiles para realizar pruebas objetivas y pueden utilizarse para medir el aprendizaje en todos los niveles y en cualquier materia.

Para evaluar los conocimientos adquiridos, se utilizó el diseño de evaluación monogrupal con examen previo y final, porque permite comparar la información obtenida antes y después del programa, y es particularmente útil en la evaluación formativa y valoración del programa sobre la marcha, ya que proporciona la base para ir incorporando cambios.

La aplicación de este diseño, requiere que los cuestionarios sean los mismos al principio y al final y que el intervalo de tiempo entre éstos sea breve para controlar las influencias externas. Las respuestas que se obtengan de la aplicación de los cuestionarios, se evaluarán por medio del método estadístico "t" de Student para determinar el impacto que tuvo la actividad en los niños. También se realizó una comparación entre los dibujos de mariposas realizados antes y después de la prueba para evaluar si existen diferencias significativas.

- Selección de la información básica: Características del Jardín Botánico del IBUNAM y selección de las mariposas (análisis del contexto).

El Jardín Botánico del IBUNAM se localiza dentro de la porción Suroeste de Ciudad Universitaria. Forma parte de las instalaciones del Instituto de Biología y se ubica dentro de una zona de alta biodiversidad dentro de un ecosistema único llamado Pedregal de San Angel. Debido al crecimiento urbano de la Ciudad de México, actualmente sólo queda una superficie que fue decretada como reserva ecológica en 1983 con una superficie inicial de 124.5 hectáreas para después ser ampliada a 146.9 en 1993 (Trueba, 1995).

El Pedregal de San Angel está constituido por roca volcánica resultado de la erupción del volcán Xitle hace aproximadamente 2,400 años. Sin embargo existen teorías que definen su edad hasta los 10,000 años. El Xitle forma parte de la Sierra del Chichinautzin formada por actividad volcánica durante el Cuaternario (700 mil años) y que a su vez forma parte del Eje Volcánico Transversal. Se estima que el Pedregal de San Angel se formó al hacer erupción la boca norte del volcán, corriendo lava en dirección del cerro Zacatépetl, cercándolo por completo. Un derrame subsecuente cubrió parcialmente el anterior y se desbordó hacia el Este (Trueba, 1995). Como resultado se formó el pedregal con una superficie de 80 Km. cuadrados y un espesor de 10 metros.

El Jardín Botánico del IBUNAM se encuentra a una altitud aproximada de 2,300 m.s.n.m. y presenta una vegetación tipo matorral xerófilo (Rzedowski, 1994) o matorral de "palo loco" o "candelero" *Senecio praecox*, arbusto que mide 2-5 m de altura, con el tronco y las ramas carnosas, glabras y frágiles, hojas aglomeradas en los extremos de las ramas y flores amarillas (Sánchez, 1969). Es la especie característica de lugares rocosos en condiciones de clima semiárido a semihúmedo. Es una comunidad que se distribuye de entre los 2250 a los 2600 m.s.n.m. (Rzedowski, 1994). Asimismo, colinda con un manchón de bosque de encino *Quercus centralis* perturbado que circunda las faldas orientales del Cerro Zacatépetl.

Rzedowski señala que en el pedregal se observan rasgos característicos de climas templados y regiones áridas. Según este autor, el período vegetativo empieza normalmente a fines de mayo y durante junio, julio y agosto va en aumento el número de especies que reanudan su desarrollo así como el volumen total de la vegetación y la cantidad de organismos en reproducción. Septiembre y octubre presentan el máximo de formas en flor y fruto pero en éste último mes decrece bastante la

intensidad de la fotosíntesis. En noviembre, diciembre y enero todavía se reproducen muchas especies a pesar de que la actividad vegetativa se restringe prácticamente a leñosas y suculentas. Febrero, marzo, abril y mayo se caracterizan por un número reducido de formas, aunque la reproducción de casi todos los árboles y muchos arbustos de talla elevada coincide con esta época (Katthain, 1971).

El pedregal se ha dividido en dos tipos fisonómicos: la zona caracterizada por especies arbustivas que ocupa aproximadamente el 75% del área total y se ubica en partes cubiertas por una capa de lava de espesor apreciable con suelo escaso y situado entre 2,240 y 2,200 m.s.n.m. La otra zona es la de terrenos encima de los 2,800 m.s.n.m. con mayor cantidad de suelo (Katthain, 1971). Gala Katthain (1971) menciona que el Jardín Botánico Exterior se ubica en la zona que se caracteriza por formas poco elevadas y resistentes con abundancia de elementos herbáceos.

Con base en los trabajos realizados en 1989 por Roberto de la Maza E. acerca de la determinación de especies y su abundancia en diversos ecosistemas del Valle de México, se hizo una selección de las mariposas más comunes durante el año en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. El Jardín Botánico del IBUNAM se consideró dentro de la categoría de pedregal perturbado en el cual se reporta un total de 73 especies de mariposas diurnas con abundancias variables durante los doce meses del año.

En el Cuadro 3 se observa que el número de especies se mantiene relativamente constante durante el año a excepción de los meses de enero y febrero en los que baja considerablemente. Asimismo los meses que presentan mayor número de especies son agosto y octubre.

Cuadro 3. Especies de mariposas y número de individuos observados durante un año en el pedregal perturbado del sur del Valle de México según de la Maza, 1989 (en prensa).

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
No. de especies	5	12	25	24	31	26	23	37	30	37	30	21
No. de individuos	15	47	71	61	73	55	36	85	82	227	111	104

Con respecto al número de individuos, se registra un aumento progresivo desde el mes de enero hasta diciembre con una baja durante los meses de junio y julio. Asimismo se observa que los meses en los que se registró un mayor número de individuos son octubre, noviembre y diciembre (Ver Apéndice 4 - Lista de especies reportadas por Roberto de la Maza E. para el pedregal perturbado).

Por otra parte, cabe mencionar la tesis de Gala Katthain Duchateau (1971) "Estudio Taxonómico y datos ecológicos de especies del Suborden Rhopalocera (Insecta, Lepidoptera) en un área del Pedregal de San Angel, D.F. México", en la que señala 54 especies de mariposas diurnas agrupadas en 9 familias específicamente para el Jardín Botánico Exterior (Ver Apéndice 5 - Lista de especies en orden taxonómico según Hoffman C.C. (1940) y Dos Pasos (1946) para el Jardín Botánico Exterior, según Katthain 1971).

Katthain realizó colectas en el Pedregal de San Angel durante los años 1968 y 1969 y redescubrió las especies colectadas y la diagnosis de géneros y familias. Sin embargo, la autora señala que el número de especies estudiadas es solamente una muestra de las especies presentes en la zona y que su diversidad se ve favorecida por la variada topografía y la presencia de microhábitats.

Con base en el estudio de Roberto de la Maza (1995), en cuanto a frecuencia de especies, y los trabajos de Carlos R. Beutelspacher (1980) para las mariposas del Valle de México y G. Katthain (1971) para el Jardín Botánico, se realizó una selección representativa de algunas mariposas que habitan durante todo o casi todo el año en la zona, y que presentan variedad de formas y colores útiles para fines educativos .

A continuación se presentan las descripciones detalladas que se utilizaron como base para seleccionar la información de los azulejos. La información precisa de los azulejos se encuentra en el Apéndice 6.

Familia Papilionidae

Subfamilia Papilioninae

Pterorus multicaudatus (Kirby,1884)

Nombre común: Llamadora, chichos, xochiquetzal.

Descripción: Mariposa grande de 9 a 13 cm. Con colas largas. Cabeza tórax y abdomen de color negro en la región media dorsal y amarillo lateral y ventral existiendo en el abdomen una línea negra lateral. Alas amarillas con franjas negras longitudinales. Alas posteriores con borde escalonado y cuatro colas. Existe una hilera de manchas de color azul sobre la franja negra de las alas posteriores.

Hembra: Igual al macho pero más grande y con color algo más anaranjado.

Plantas de alimentación larval: *Salix* (sauce), *Prunus capuli* (capulín), *Fraxinus* (Fresno, es la planta de la que más se alimenta), *Ligustrum* (Trueno), *Citrus aurantium* (Naranja).

Distribución: zonas templadas y frías hasta 2,800 m.s.n.m. Es la mariposa más común en el Valle de México.

Hábitos: prefiere el dosel de los arboles de bosques. Patrulla en los bordes de cañadas y frecuentemente se ve en espacios abiertos. Es abundante en los jardines de la ciudad. Fácilmente observable durante la mayor parte del año con mayor abundancia en la primavera.

Pterorus garamas (Huebner, 1834)

Descripción: Cabeza tórax y abdomen de color negro. Las alas son negras con una banda medial amarilla que forma una curva. En la región apical de las alas anteriores se presentan una serie de manchas amarillas rectangulares. Las alas posteriores tienen el borde ondulado y poseen una cola. En el margen externo se aprecian lúnulas amarillas y entre ellas y la franja amarilla se observan grupos de escamas azules.

Hembra: Generalmente igual al macho, aunque existen formas melánicas.

Plantas de alimentación larval: *Persea gratissima* (Aguacate) y otras lauráceas.

Distribución: Estados del Centro (Jal., Mich. , Gua., Pue. Edo de Mex. y D.F. De las mariposas más comunes del Valle de México.

Hábitos: Prefiere lugares más húmedos y protegidos, está asociada a los aguacates y magnolias cultivadas. Prefiere el dosel de las áreas arboladas.

Familia Pieridae

Subfamilia Coliadinae

Phoebis sennae (Cramer, 1779)

Descripción: De 50 a 60 mm. Dorsalmente las alas son amarillas. Ventralmente son más oscuras con tonos verdes y una mancha parda en la terminación de la célula discal del ala anterior. En la mitad de

las alas posteriores se observan dos manchas plateadas y otras irregulares y difusas de color pardo en toda la superficie del ala.

Hembra: Es de color amarillo con manchas pardas dispuestas irregularmente. La cara ventral es amarilla con manchas pardas de disposición irregular. Presenta mancha en la terminación de la célula discal de las alas anteriores.

Plantas de alimentación larval: *Cassia tomentosa* (retama), *Trifolium* (trébol) y otras leguminosas.

Distribución: Mesa Central y Mesa del Norte, región del Pacífico. Se distribuye en todo el Valle de México.

Hábitos: es más común observarla de mayo a noviembre durante la época de vuelo.

Phoebis philea (Johanson, 1763)

Descripción: Extensión alar de 68 a 75 mm. Tórax y abdomen amarillo con largos pelos en el dorso del tórax. Alas amarillas con una mancha anaranjada rectangular que atraviesa la célula discal. Borde costal negro cerca del ápice igual que la terminación de cada vena en el margen externo. Alas posteriores amarillas con anaranjado en los bordes posteriores. Ventralmente es amarillo cremoso con manchas pardas en la terminación de la célula discal y escamas pardas en toda la superficie alar.

Hembra: Diferente al macho. Color amarillo rosáceo con un margen pardo y una serie submarginal ligeramente quebrada de manchas pardas. En la terminación de la célula discal presenta una mancha negra. Alas posteriores con serie submarginal de manchas pardas. Ventralmente es de color más amarillo con dos manchas plateadas en la terminación de la célula discal.

Plantas de alimentación larval: *Cassia tomentosa* (retama).

Distribución: Se distribuye en todo el Valle de México. Beutelspacher la reporta para el Pedregal de San Angel y Peñón, D.F. y casi todo el país.

Hábitos: es más común observarla de julio a noviembre durante la época de vuelo.

Zerene cesonia cesonia (Stoll, 1790)

Nombre común: "Cara de perro"

Descripción: Extensión alar de 48 a 52 mm. tórax negro con amarillo en la parte ventral. Alas amarillas con márgenes negros. En las alas anteriores el borde oscuro forma una silueta que asemeja una cara de perro con una mancha oscura que parece el ojo. Las alas posteriores presentan un borde ondulado oscuro y dos manchas circulares anaranjadas. Alas anteriores son amarillas ventralmente

con mancha ocelar negra con el centro plateado. Las posteriores son amarillas con mancha anaranjada con centro plateado.

Hembra: Igual al macho.

Plantas de alimentación larval: Leguminosas *Cassia*, *Desmodium*, *Dahlia*, y *Trifolium*.

Distribución: de Estados Unidos a Guatemala..

Hábitos: vuela de julio a noviembre y prefiere campos de cultivo. Vuela casi todo al año excepto las épocas mas frías. Abunda en la época de lluvias.

Anteos maerula lacordairei (Boisduval,1836)

Descripción: Extensión alar de 80 a 85 mm. Tórax y abdomen amarillos. Alas anteriores y posteriores son amarillas con un punto negro en la terminación de la célula discal. La cara ventral es más pálida con una mancha alargada en la terminación de la célula discal con escamas plateadas.

Hembra: Igual forma que el macho pero con alas de color blanco verdoso con puntos negros en la terminación de la célula discal. Ventralmente son iguales pero más claras.

Plantas de alimentación larval: Leguminosas (*Cassia*)

Distribución: Sur de Estados Unidos hasta Colombia. En México en casi todo el país. Observable también en los viveros de Coyoacán. Vuela principalmente en agosto.

Anteos clorinde nivifera (Fruhstorfer,1970)

Descripción: Extensión alar de 80 a 85 mm. Cabeza, tórax y abdomen blancos. Alas blancas con mancha amarilla en la célula discal de las alas anteriores. Las alas posteriores son blancas con una mancha oscura al final de la célula discal. Su superficie inferior es verdosa clara.

Hembra: Blanco amarillenta, pierde la mancha amarilla

Plantas de alimentación larval: Leguminosas (*Cassia*)

Distribución: Estados Unidos a Paraguay. En México en casi todo el país.

Hábitos: Especie errante que visita flores rojas. Vuelo alto, poderoso a tres o cuatro metros de altura. Vuela de marzo a noviembre por movimientos migratorios. Vuela en marzo y es escasa en el Valle de México según Beutelspacher (1980).

Eurema mexicana mexicana (Boisduval,1836)

Descripción: Extensión alar de 40 a 45 mm. Tórax y abdomen negros en el dorso y amarillos ventralmente. Alas de color blanco amarillento en su cara dorsal con amplia área submarginal de color pardo oscuro con su inicio blanco en la parte media. Alas posteriores son amarillas con margen pardo oscuro. La región ventral de las alas anteriores es blanquecina y las posteriores son amarillas con una franja parda transversal.

Hembra: Igual al macho en forma, pero de color más uniforme.

Plantas de alimentación larval: Leguminosas (Cassia, Acacia, Mimosa)

Distribución: Sur de Estados Unidos a Colombia. En México en todas las regiones montañosas entre 800 y 2500 m.s.n.m. de altitud.

Hábitos: Habita en todo el país y todo el Valle de México. Abunda en la época de lluvias de agosto a octubre. Rara en primavera. Se encuentra en matorrales altos aunque visita terrenos abiertos. Es una especie de coloración variable desde el naranja intenso, amarillo o al blanco amarillento.

Familia: Nymphalidae

Subfamilia: Heliconiinae

Dione moneta (Butler, 1873)

Descripción: Extensión alar de 65 a 70 mm. Tiene alas moderadamente alargadas y “espejos” plateadas en la superficie inferior. Presenta una mancha roja en el disco celular. Dorsalmente tiene alas color anaranjado o pardo amarillento con un patrón de marcas oscuras en forma de lúnulas. Presenta venas negras que se unen en una línea negra en el borde externo.

Hembra: Igual al macho.

Plantas de alimentación larval: Passiflora, (pasionaria)

Distribución: Tamaulipas a Nayarit a Brasil. Casi toda la República hasta alturas de 5,500 m.s.n.m.

Hábitos: Utiliza el dosel del bosque y se encuentra abundantemente en los bordes. Es una especie que se protege en el patrón “naranja”. Se distingue por los puntos plateados en la superficie ventral y un campo café rojizo en el ala anterior. Vuela todo al año.

Subfamilia: Nymphalinae

Nymphalis antiopa (Linneo, 1758)

Descripción: Extensión alar de 65 a 80 mm. Tórax y abdomen color pardo oscuro, casi negro. Alas en cara dorsal de color guinda con amplio margen amarillo en las orillas y serie de manchas azules dentro de la franja. En las alas anteriores el borde costal presenta puntos amarillos. En la cara ventral las alas son gris oscuro metálico con líneas negras onduladas y manchas submarginales en forma de "V" por dentro de la franja amarilla submarginal.

Hembra: Igual al macho.

Plantas de alimentación larval: *Salix* (sauce), *Populus* (alamo), *Ulmus* (olmo)

Distribución: Cosmopolita

Hábitos: Vuela todo el año.

Vanessa atalanta (Fruhstorfer, 1909)

Descripción: Extensión alar de 45 a 50 mm.

Hembra: Igual al macho.

Plantas de alimentación larval: Se alimenta de *Urtica* (ortiga), *Parietaria*.

Distribución: Desde Norteamérica hasta Guatemala. Se encuentra en casi todo México en áreas subtropicales y templadas. Se puede observar en los alrededores de la Ciudad de México.

Hábitos: Vuela de septiembre a octubre. También se reporta como escasa pero presente durante todo el año. Prefiere bordes de bosques o arboledas en los que vuela rápidamente cerca del suelo después de las 12:00 hasta la tarde. Se posa frecuentemente en el suelo. Es nervioso y arisco.

Subfamilia: Marpesinae

Marpesia chiron (Cramer, 1780)

Descripción: Extensión alar de 50 a 55 mm. Tórax y abdomen pardos en su cara dorsal y blanquecino en la parte ventral. Tiene alas café oscuro con franjas claras a lo largo. En la región apical de las anteriores tiene una serie de puntos blancos. Tiene dos colas en las alas posteriores una larga y otra corta. En la cola corta se observa un color anaranjado. En la parte ventral la mitad basal de las alas es blanca con líneas pardas. El resto es café pardo con tres manchas circulares en la parte trasera de las alas posteriores.

Hembra: Igual al macho.

Plantas de alimentación larval: Se alimenta de *Artocarpus* y *Chlorophora* (moráceas).

Distribución: Vive en casi todo el país en alturas menores a 2,300 m.s.n.m., de Tamaulipas y Sonora hacia el Sur, principalmente en zonas tropicales. Se observa en la Ciudad de México y sus alrededores.

Hábitos: Vuela abundantemente en julio y octubre durante su época migratoria que va del noreste al sureste. Vuela a tres o cuatro metros del suelo y se reconoce por su color oscuro y colas largas.

Marpesia petreus (Cramer, 1877)

Descripción: Extensión alar de 50 a 60 mm. Tórax y abdomen pardos en su cara dorsal y blanquecino en la parte ventral. Tiene alas café oscuro con franjas claras a lo largo. En la región apical de las anteriores tiene una serie de puntos blancos. Tiene dos colas en las alas posteriores una larga y otra corta. En la cola corta se observa un color anaranjado. En la parte ventral la mitad basal de las alas es blanca con líneas pardas. El resto es café pardo con tres manchas circulares en la parte trasera de las alas posteriores.

Hembra: Igual al macho.

Plantas de alimentación larval: Se alimenta de *Ficus* (amate) y otras moráceas

Distribución: Sur de Texas a Brasil. En México toda la zona tropical y subtropical desde Sonora y Tamaulipas.

Hábitos: Vuela entre fines de julio y octubre durante su época migratoria. Especie subtropical que visita el Parque de la Ciudad de México. Su vuelo es recto a tres o cuatro metros de altura. Migra de noreste a sureste. Se reconoce por sus bordes aserrados y largas colas con bandas longitudinales.

Subfamilia Melitinae

Anemeca eremberghii (Geyer, 1833)

Descripción: Expansión alar de 45 a 50 mm. Cabeza, tórax y abdomen negros. Alas color negro mate con franjas blanco amarillentas entre las venas hacia el borde externo. En su lado ventral las alas presentan una mancha roja en su base. Las alas anteriores con su parte apical blanco amarillenta y las posteriores de ese color con venas negras.

Hembra: Igual al macho.

Plantas de alimentación larval: *Buddleja* (tepozán).

Distribución: De Durango y Zacatecas a Oaxaca en zonas templadas, áridas y semiáridas. Especie endémica.

Hábitos: Vuela en primavera y otoño. Se encuentra principalmente en vegetación secundaria de zonas muy perturbadas. Vuelo lento y torpe. Se distingue por su color oscuro con venación amarilla en la superficie ventral.

Familia: *Danaidae*

Subfamilia: *Danainae*

Danaus plexippus (Linneo, 1758)

Nombre común: "Monarca"

Descripción: Expansión alar de 85 a 95 mm. Cabeza negra con puntos blancos y pronoto como región ventral del tórax. Alas pardo rojizo a anaranjado destacando las venas negras. En las anteriores se presenta un margen negro con dos series de puntos blancos como un área negra después de la terminación de la célula discal en la que destacan varias manchas blancas o amarillentas. Las alas posteriores presentan un margen negro en el que destacan dos series de puntos blancos. Hacia la mitad de la vena Cu₂ se aprecia una dilatación negra correspondiente al órgano odorífero. En su parte ventral las alas son más claras.

Hembra: Igual al macho pero sin órganos odoríferos.

Es notable porque viene desde Canadá a México todos los años.

Plantas de alimentación larval: Se alimenta de *Asclepias*.

Distribución: Vive en todo el país y se puede observar en todo el Valle de México.

Hábitos: Vuela de junio a diciembre y enero.

- Diseño y realización de un cuadernillo de actividades.

Para la realización de las actividades se diseñó un cuadernillo con la información básica que se pretende compartir con los niños(as) y que contiene la explicación del juego a realizar, las pistas y espacios para la elaboración de los dibujos científicos. El cuadernillo de trabajo consta de 14 páginas. En la primer hoja de trabajo se presenta un espacio para que los niños(as) dibujen una mariposa tal y como lo hacen normalmente y basada en sus conocimientos en ese momento. En las siguientes páginas se presenta la información general sobre las mariposas (morfología, distribución, hábitos alimenticios, ciclo de vida e importancia) además incluye esquemas de la anatomía de "Beto" y del ciclo de vida de las mariposas.

El juego "Descubre como es una mariposa" se desarrolló de manera que los niños aprendan las bases de lo que significa hacer una ilustración científica y conozcan las partes de que componen una mariposa, colores de las alas, la distribución, la alimentación y el vuelo. El juego está diseñado de manera que los niños revisen cuidadosamente los 15 azulejos y rellenen con la información, las pistas del cuadernillo. Al final se tiene una mariposa hipotética basada en la información de los azulejos. Es una actividad dinámica y divertida que los niños realizan al aire libre pero que requiere de atención y concentración, es por eso que está dirigida a niños de 8 años en adelante. Además, es necesario que los alumnos tengan bien desarrollada la coordinación motriz fina. Finalmente se les pide que identifiquen la especie a la que pertenece "Beto", la mascota, para reforzar la información de la mariposa más representativa del Valle de México, además de destacar las diferencias entre una mascota y una ilustración científica.

Se desarrollaron dos versiones del cuadernillo de trabajo. Una dirigida a profesores y guías del Jardín Botánico en la que se incluyen notas explicativas para el desarrollo de la actividad tales como número de niños y pasos para su aplicación (**Ver Apéndice 7**). La segunda versión se dirigió a los alumnos y únicamente incluye la información de apoyo, los espacios para dibujar y las pistas para la realización de la actividad (**Ver Apéndice 8**).

Como prueba de efectividad, se diseñó un cuestionario (**ver Apéndice 9**), que consta de 10 reactivos de opción múltiple. Esto con el fin de evaluar la existencia de un aumento de conocimiento en los niños(as) después de realizar la actividad mediante el manejo estadístico de los resultados, corroborando la utilidad y el diseño de la propuesta. La actividad se diseñó para poder realizar una comparación entre los dibujos que realicen los participantes con sus conocimientos iniciales y el que produzcan mediante la actividad, aplicando los principios básicos de la ilustración científica.

g) Selección del horario apropiado.

El horario más apropiado para la realización del programa fue durante las mañanas, aproximadamente a las 12:00 hrs. Dado que las mariposas prefieren sol y temperaturas cálidas. Esto facilitó la observación directa de ejemplares vivos. Sin embargo, para no depender de la observación directa de ejemplares vivos se realizaron los azulejos ilustrados, lo cual permite aplicar en juego prácticamente a cualquier hora del día.

También se consideró que el horario coincidiera con los horarios de visita de las escuelas con base en los itinerarios de actividades del Jardín Botánico. De esta forma el presente programa podrá ofrecerse como parte de las actividades que el Jardín Botánico del IBUNAM ofrece a sus grupos de visitantes.

h) Difusión necesaria para llegar al tipo de público deseado

La difusión del programa se realizó en forma similar a otras actividades que ofrece el Jardín Botánico del IBUNAM. El personal del Departamento de Difusión ofreció las nuevas actividades a las escuelas visitantes como parte de las actividades normales al momento de realizar la planeación mensual y semanal de visitas.

4. Pruebas experimentales y aplicación del programa con grupos escolares de primaria

a) Prueba piloto de las actividades y materiales, incorporación de correcciones y producción de la versión final.

De acuerdo con Bennet (1993), para probar la efectividad de las actividades y materiales realizados, se recomienda hacer una prueba piloto con un pequeño número de alumnos de características similares a los que se van a evaluar realmente (Bennett, 1993). Con este fin se realizó una prueba piloto con 30 alumnos de cuarto grado de primaria en las instalaciones del Jardín Botánico. Lo anterior dio oportunidad de verificar la claridad de la prueba y los materiales, legibilidad y tiempo requerido para la actividad. Adicionalmente permitió realizar ajustes al formato, contenido y distribución de la información de los cuadernillos con base en las preguntas de los alumnos y las sugerencias de los profesores. Los cuestionarios fueron puestos a prueba para determinar el grado de dificultad de cada pregunta y comprobar su efectividad como método de evaluación. Para esto se siguió el siguiente procedimiento:

1. Se determinó el tamaño del grupo total de alumnos que participaron en la prueba piloto (30 niños).
2. Se aplicó el cuestionario consistente en 10 reactivos (preguntas), pudiendo dar un máximo de 10 puntos.
3. Se calificaron los cuestionarios.

4. Se clasificaron los cuestionarios en dos grupos según su calificación. 14 cuestionarios calificaron alto (mayor o igual a 8 puntos) y 16 calificaron bajo (menor o igual a 7 puntos).
5. Se identificaron las respuestas correctas para cada pregunta, dentro de los cuestionarios del grupo de calificaciones altas y los de calificaciones bajas, obteniendo los resultados que se presentan como Cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados de la prueba piloto y aplicación del cuestionario: Número de aciertos para cada pregunta del cuestionario, para la categoría de alumnos que obtuvieron calificaciones altas (mayor o igual a 8 puntos) y los de calificaciones bajas (menor o igual a 7 puntos).

No. de pregunta	Número de aciertos por pregunta registrados en el grupo con calificaciones mayores o iguales a 8 puntos	Número de aciertos por pregunta registrados en el grupo con calificaciones menores o iguales a 7 puntos
1	5	10
2	10	1
3	11	2
4	9	10
5	8	7
6	3	3
7	13	4
8	14	7
9	7	5
10	8	2

6. Para identificar el grado de dificultad de cada pregunta del cuestionario, se aplicó la fórmula y escala propuesta por Bennet (1993) a los datos del cuadro 6. La fórmula aplicada se expresa a continuación:

Numero de respuestas correctas a la pregunta (n) dentro del grupo de calificaciones altas

+

Numero de respuestas correctas a la pregunta (n) dentro del grupo de calificaciones bajas

Grado de dificultad
de la pregunta (n) = _____

Número total de alumnos participantes en la prueba piloto

Nota: La fórmula anterior únicamente toma en consideración las respuestas contestadas correctamente para las 2 categorías definidas dentro del grupo piloto: la de calificaciones altas (mayor o igual a 8 puntos) y la de calificaciones bajas (menos o igual a 7 puntos).

7. A los valores obtenidos con la fórmula anterior se aplicó la siguiente escala:

(1.00 - 0.75) = Grado de dificultad fácil

(0.74 - 0.26) = Grado de dificultad medio

(0.25 - 0.00) = Grado de dificultad difícil

Los valores y grados de dificultad obtenidos fueron los siguientes:

Pregunta 1.- $5+10/30 = 0.5$ medio

Pregunta 2.- $10+1/30 = 0.36$ medio

Pregunta 3.- $11+2/30 = 0.43$ medio

Pregunta 4.- $9+10/30 = 0.63$ medio

Pregunta 5.- $8+7/30 = 0.5$ medio

Pregunta 6.- $3+3/30 = 0.2$ difícil

Pregunta 7.- $13+4/30 = 0.56$ medio

Pregunta 8.- $14+7/30 = 0.7$ medio

Pregunta 9.- $7+5/30 = 0.4$ medio

Pregunta 10.- $8+2/30 = 0.33$ medio

8. Resultados de la interpretación por pregunta:

- a. Las preguntas 1,2,3,4,5,7,8,9 y 10 presentan un grado de dificultad medio
- b. La pregunta 6 se catalogó como pregunta difícil.

Dado que la mayoría de las preguntas obtuvieron un grado de dificultad medio, se consideró que la prueba es viable para la obtención de datos significativos durante el desarrollo del experimento. En caso de tener una mayoría de preguntas con grado de dificultad difícil o fácil hubiera sido necesario diseñar nuevamente los reactivos (preguntas).

b) Aplicación de pruebas con grupos de primaria.

Para la puesta en marcha del programa se realizaron las siguientes actividades que se puntualizan en orden secuencial:

1. Diseño de la actividad y método de prueba.
2. Manufactura de 75 azulejos en cerámica con dibujos y descripciones detalladas de las mariposas seleccionadas para su colocación en el Jardín Botánico.
3. Diseño de cuadernillos de trabajo.
4. Incorporación de correcciones y ajustes de forma y contenido.
5. Diseño del cuestionario como instrumento de evaluación.
6. Aplicación del examen en prueba piloto, evaluación de grados de dificultad (prueba de Bennett).
7. Elaboración de materiales gráficos de apoyo: Cartel de "Beto el Lepidóptero" con sus partes del cuerpo, cartel de anatomía de mariposa, cartel de escamas en ala de mariposa.
8. Plan de visitas y aplicación de la actividad con escuelas Primarias (por parte del equipo del Departamento de Difusión del JB).
9. Aplicación de la actividad a 203 niños de seis grupos de escuelas primarias del Distrito Federal: dos grupos de cuarto grado (65 niños), dos grupos de quinto grado (68 niños) y dos grupos de sexto grado (70 niños). Las actividades se realizaron con apoyo del personal del Departamento de Difusión del JB IB-UNAM.

Descripción detallada del desarrollo de las pruebas experimentales de la actividad en las instalaciones del Jardín Botánico y con los seis grupos de primaria.

1. Se seleccionó un lugar apropiado para la actividad. Se probaron varias locaciones siendo el *arboretum* el lugar más apropiado por ubicación y condiciones como temperatura y aislamiento de pasos con tráfico distractorio.
2. Se colocaron los azulejos de las 15 especies de mariposas en un área aproximada de 50 m². Se detectó que un área mayor afecta el tiempo total de la actividad al forzar a los alumnos a desplazarse mayores distancias entre un azulejo y otro.
3. La actividad dio inicio posteriormente a que los alumnos habían realizado la visita guiada por el Jardín Botánico, con el apoyo de las guías.
4. Se pidió a los alumnos ubicarse frente al caballete con los carteles ilustrativos.
5. Se les repartió un cuestionario y un lápiz a cada alumno solicitándoles lo respondieran en un tiempo de 10 minutos.
6. Se recogieron los cuestionarios y se le entregó a cada niño un cuadernillo de trabajo, pidiéndoles dibujen en el espacio marcado para esto, una mariposa como se la imaginan.
7. Se impartió la plática respecto a las mariposas con el cuadernillo de apoyo en un tiempo de 20 minutos.
8. Se explicó el contenido y reglas del juego y se dio inicio a la actividad consistente en dibujar una mariposa hipotética con las partes de distintas mariposas de los azulejos según las pistas incluidas en el cuadernillo.
9. Se solicitó a los niños que identificaran a "Beto" en los azulejos y lo describieran según la información solicitada en el cuadernillo (dibujarlo y copiar sus características).
10. Se solicitó a los niños(as) que contestaran el cuestionario nuevamente.
11. Se recogieron los exámenes contestados y los cuadernillos (tiempo total aproximado 40 minutos).

La evaluación de la actividad se llevó a cabo por medio de un diseño monogrupal con examen previo y final, este diseño únicamente utiliza a los alumnos que toman parte en el programa, es decir que la información que se recoge no se puede contrastar con la de otros grupos similares que no hayan tomado parte del programa (control).

El intervalo de tiempo entre los exámenes fue breve, para controlar las influencias externas, y se utilizaron los mismos exámenes en todo el programa. Este diseño ofrece la oportunidad de comparar la información obtenida después de la actividad con la obtenida antes de la misma.

Debido a que las actividades del programa se realizaron en una sola sesión de trabajo de menos de una hora de duración para cada uno de los seis grupos, y se llevaron a cabo las evaluaciones previa y

final durante la misma, podemos decir que se eliminaron al máximo los factores externos que podrían afectar el resultado de la evaluación. El diseño de la evaluación mide el progreso que se observa en el aprendizaje como consecuencia de las actividades realizadas mediante los resultados de los exámenes previo y final. De esta forma es posible determinar los logros atribuidos al programa en su conjunto.

Los cuestionarios son los primeros indicadores del éxito o fracaso de la actividad, por lo cual se realizó la prueba de dificultad a las preguntas durante la prueba piloto.

Habiendo aplicado las actividades a los seis grupos seleccionados, se procedió a analizar los datos aplicando instrumentos estadísticos.

5. Resultados y análisis de datos.

a) Análisis de los cuestionarios aplicados

Durante las actividades participaron 203 niños, de tres escuelas primarias del Distrito Federal con la siguiente distribución y grados escolares:

62 niños(as) de cuarto grado de la escuela "Nabor Carrillo Flores" divididos en dos grupos

68 niños(as) de quinto grado de la escuela "Mario Reyes H" divididos en dos grupos

70 niños(as) de sexto grado de la escuela "Miguel Alemán" divididos en dos grupos

Con el fin de evaluar la efectividad del juego se tomó como indicador la existencia o ausencia de un aumento de conocimientos en los participantes y la mejora en la calidad y estructura de los dibujos resultantes. Para medir el primer indicador se realizó la comparación de resultados obtenidos entre los cuestionarios aplicados antes de la actividad (E1) con los aplicados al final de la misma (E2) para cada grupo de cada grado escolar y se les aplicó un análisis estadístico.

Las calificaciones y las diferencias obtenidas entre los exámenes previo (E1) y final (E2) para los dos grupos de cuarto de primaria se presentan en el cuadro 5. Asimismo, a continuación se presenta el mismo análisis realizado para cada uno de los grupos de los niveles de quinto y sexto de primaria en los cuadros 6 y 7 respectivamente.

Cuadro 5. Calificaciones obtenidas en los exámenes previo (E1) y final (E2) y cálculo de las diferencias entre ambas para cada niño(a) de cada uno de los dos grupos de cuarto grado de primaria a los que se aplicó la actividad.

Calificaciones obtenidas por alumno de cuarto grado de primaria							
Grupo 1				Grupo 2			
No. de niños	Calificaciones del examen previo (E1)	Calificaciones del examen final (E2)	Diferencias (E2-E1)	No. de niños	Calificaciones del examen previo (E1)	Calificaciones del examen final (E2)	Diferencias (E2-E1)
1	2	2	0	1	2	6	4
2	6	9	3	2	2	6	4
3	3	7	4	3	2	5	3
4	4	6	2	4	3	6	3
5	5	4	-1	5	1	8	7
6	8	10	2	6	4	6	2
7	5	8	3	7	3	7	4
8	3	3	0	8	5	10	5
9	2	6	4	9	2	7	5
10	2	5	3	10	2	6	4
11	2	6	4	11	7	6	-1
12	5	6	1	12	1	7	6
13	1	3	2	13	3	9	6
14	3	6	3	14	1	5	4
15	4	7	3	15	3	5	2
16	1	5	4	16	2	8	6
17	8	10	2	17	5	9	4
18	2	3	1	18	2	9	7
19	4	7	3	19	5	10	5
20	5	5	0	20	2	4	2
21	8	10	2	21	3	6	3
22	6	6	0	22	4	8	4
23	5	9	4	23	4	7	3
24	3	6	3	24	3	7	4
25	8	10	2	25	5	8	3
26	4	6	2	26	2	6	4
27	4	7	3	27	2	2	0
28	4	5	1	28	3	8	5
29	3	7	4	29	5	9	4
30	6	9	3	30	4	7	3
31	4	3	-1	31	2	2	0
Total	130	196	68		94	209	116
Total de niños que participaron en la actividad (grupo 1 + grupo 2 = 62 niños(as))							

Cuadro 6. Calificaciones obtenidas en los exámenes previo (E1) y final (E2) y cuantificación de las diferencias entre ambas para cada niño(a) de cada uno de los dos grupos de quinto grado de primaria a los que se aplicó la actividad.

Calificaciones obtenidas por alumno de quinto grado de primaria							
Grupo 1				Grupo 2			
No. de niños	Calificaciones del examen previo (E1)	Calificación del examen final (E2)	Diferencias (E2-E1)	No. de niños	Calificaciones del examen previo (E1)	Calificaciones del examen final (E2)	Diferencias (E2-E1)
1	4	8	4	1	5	9	4
2	4	10	6	2	5	9	4
3	4	7	3	3	6	9	3
4	3	6	3	4	6	9	3
5	3	9	6	5	3	7	4
6	3	7	4	6	4	10	6
7	4	6	2	7	5	10	5
8	6	6	0	8	6	8	2
9	5	8	3	9	7	8	1
10	6	10	4	10	5	8	3
11	4	10	6	11	8	10	2
12	6	10	4	12	4	7	3
13	3	7	4	13	6	10	4
14	5	7	2	14	2	7	5
15	0	3	3	15	5	8	3
16	3	9	6	16	6	10	4
17	5	6	1	17	3	4	1
18	4	9	5	18	1	6	5
19	4	8	4	19	3	9	6
20	4	7	3	20	5	10	5
21	5	8	3	21	5	9	4
22	3	7	4	22	4	9	5
23	3	8	5	23	3	8	5
24	3	7	4	24	3	8	5
25	3	7	4	25	6	8	2
26	4	7	3	26	3	7	4
27	2	10	8	27	4	10	6
28	2	7	5	28	4	9	5
29	3	10	7	29	5	10	5
30	1	2	1	30	3	10	7
31	2	2	0	31	5	10	5
32	5	10	5	32	3	9	6
33	4	9	5	33	4	7	3
34				34	5	9	4
35				35	2	6	4
Total	120	247	127		154	297	143
Total de niños que participaron en la actividad (grupo 1 + grupo 2 = 68 niños(as))							

Cuadro 7. Calificaciones obtenidas en los exámenes previo (E1) y final (E2) y cálculo de las diferencias entre ambas para cada niño(a) de cada uno de los dos grupos de sexto grado de primaria a los que se aplicó la actividad.

Calificaciones obtenidas por alumno de quinto grado de primaria							
Grupo 1				Grupo 2			
No. de niños	Calificaciones del examen previo (E1)	Calificación del examen final (E2)	Diferencias (E2-E1)	No. de niños	Calificaciones del examen previo (E1)	Calificaciones del examen final (E2)	Diferencias (E2-E1)
1	9	10	1	1	2	6	4
2	7	8	1	2	3	5	2
3	6	9	3	3	4	4	0
4	4	4	0	4	4	10	6
5	5	9	4	5	3	6	3
6	5	6	1	6	6	9	3
7	5	9	4	7	3	6	3
8	4	8	4	8	5	10	5
9	5	9	4	9	4	8	4
10	5	7	2	10	3	8	5
11	4	9	5	11	3	6	3
12	4	8	4	12	2	9	7
13	5	5	0	13	5	9	4
14	4	6	2	14	5	10	5
15	4	6	2	15	5	7	2
16	4	9	5	16	6	8	2
17	5	9	4	17	3	7	4
18	3	4	1	18	4	7	3
19	4	7	3	19	4	9	5
20	8	9	1	20	3	9	6
21	6	9	3	21	7	9	2
22	2	8	6	22	6	9	3
23	6	9	3	23	3	9	6
24	4	10	6	24	2	8	6
25	4	6	2	25	3	9	6
26	6	9	3	26	3	8	5
27	6	8	2	27	2	7	5
28	7	8	1	28	5	8	3
29	4	6	2	29	3	4	1
30	6	8	2	30	4	8	4
31	5	4	-1	31	6	8	2
32	6	10	4	32	4	6	2
33	3	9	6	33	3	6	3
34	4	4	0	34	5	7	2
35	4	4	0	35			
36	6	7	1	36			
Total	179	270	92		133	259	126
Total de niños que participaron en la actividad (grupo 1 + grupo 2 = 70 niños(as))							

Para el análisis estadístico de los datos se tomaron muestras de 30 niños para cada grado y sus correspondientes calificaciones de la población total de cada grupo y, con base en los datos obtenidos en el análisis de diferencias en calificaciones (E2-E1) presentado en los cuadros 7,8,y 9, se realizaron los siguientes cálculos:

Se calculó la suma de las diferencias obtenidas elevadas al cuadrado.

Se calculó la media aritmética (Total de diferencias entre cuestionarios sobre total de datos).

Se calculó la desviación estándar de la muestra (30 niños).

Se calculó la desviación estándar de la población (total de niños por grado escolar con sus respectivas calificaciones)

A continuación se presentan los resultados numéricos obtenidos para cada grupo por grado escolar:

4° Grado Grupo 1

(n) Número de datos = 30 alumnos en la muestra

Suma de valores (Suma de diferencias entre el Examen (cuestionario) previo (E1) y final (E2). (E1-E2) = 67

Suma de valores elevados al cuadrado. Sumatoria de (E1-E2) al cuadrado = 209

(Z) Media aritmética de las diferencias (E1-E2) = 2.23

(S2) Desviación estándar de la muestra = 1.430

Desviación estándar de la población = 1.406

4° Grado Grupo 2

(n) Número de datos = 30 alumnos en la muestra

Suma de valores (Suma de diferencias entre el Examen (cuestionario) previo (E1) y final (E2). (E1-E2) = 115

Suma de valores elevados al cuadrado. Sumatoria de (E1-E2) al cuadrado = 533

(Z) Media aritmética de las diferencias (E1-E2) = 3.83

(S2) Desviación estándar de la muestra = 1.782

Desviación estándar de la población = 1.752

5° Grado Grupo 1

(n) Número de datos = 30 alumnos en la muestra

Suma de valores (Suma de diferencias entre el Examen (cuestionario) previo (E1) y final (E2). (E1-E2) = 117

Suma de valores elevados al cuadrado. Sumatoria de (E1-E2) al cuadrado = 549

(Z) Media aritmética de las diferencias (E1-E2) = 3.9

(S2) Desviación estándar de la muestra = 1.787

Desviación estándar de la población = 1.757

5° Grado Grupo 2

(n) Número de datos = 30 alumnos en la muestra

Suma de valores (Suma de diferencias entre el Examen (cuestionario) previo (E1) y final (E2). (E1-E2) = 121

Suma de valores elevados al cuadrado. Sumatoria de (E1-E2) al cuadrado = 553

(Z) Media aritmética de las diferencias (E1-E2) = 4.03

(S2) Desviación estándar de la muestra = 1.496

Desviación estándar de la población = 1.471

6° Grado Grupo 1

(n) Número de datos = 30 alumnos en la muestra

Suma de valores (Suma de diferencias entre el Examen (cuestionario) previo (E1) y final (E2). (E1-E2) = 117

Suma de valores elevados al cuadrado. Sumatoria de (E1-E2) al cuadrado = 539

(Z) Media aritmética de las diferencias (E1-E2) = 3.9

(S2) Desviación estándar de la muestra = 1.688

Desviación estándar de la población = 1.660

6° Grado Grupo 2

(n) Número de datos = 30 alumnos en la muestra

Suma de valores (Suma de diferencias entre el Examen (cuestionario) previo (E1) y final (E2). (E1-E2) = 81

Suma de valores elevados al cuadrado. Sumatoria de (E1-E2) al cuadrado = 297

(Z) Media aritmética de las diferencias (E1-E2) = 2.7

(S2) Desviación estándar de la muestra = 1.643

Desviación estándar de la población = 1.615

Se aplicó la fórmula de “t” de Student, partiendo del supuesto de que la muestra se encuentra normalmente distribuida.

$$t = \frac{\text{media de las diferencias (Z)}}{S^2 / \text{raíz cuadrada de la muestra (n)}}$$

Se encontró que, en cuanto a las respuestas de los cuestionarios, las diferencias son significativas en todos los casos:

4° grado (t= 11.78 p< 0.001)

5° grado (t= 14.92 p< 0.001)

6° grado (t= 13 p< 0.001)

Valor de t de tablas para 29 grados de libertad = 3.659 con p menor a 0.001

Para la interpretación de los resultados, se consideraron las siguientes hipótesis nula y alternativa:

Hipótesis nula (Ho) = Las calificaciones obtenidas en los cuestionarios antes y después de la actividad son iguales.

Hipótesis alternativa (Ha) = Las calificaciones obtenidas en los cuestionarios antes y después de la actividad son diferentes.

Se consideró que si el valor absoluto del estadístico calculado es mayor que el valor absoluto crítico o estadístico de tablas, entonces se rechaza (Ho) y las diferencias son significativas.

Por otra parte, si el valor absoluto del estadístico calculado es menor que el valor absoluto crítico o estadístico de tablas, (Ho) no se rechaza y las diferencias se deben al azar.

Dado que los resultados obtenidos para “t” en todos los casos son mayores al valor de “t” de tablas (3.659), deducimos que las diferencias entre los cuestionarios aplicados antes y después de la actividad son significativas. Podemos inferir, mediante la interpretación de los resultados estadísticos

que los niños aprendieron la información acerca de las mariposas más comunes del Jardín Botánico gracias a la actividad aplicada durante los ejercicios experimentales de esta tesis.

A continuación, se realizó el análisis de las respuestas obtenidas a cada pregunta de opción múltiple por inciso, para cada niño(a), por grupo y por grado escolar para identificar la proporción de niños que contestaron cada pregunta correctamente antes y después de la actividad. El siguiente paso consistió en elaborar una tabla resumida con los resultados para cada grupo de cada grado escolar. Posteriormente se sumaron los resultados de los dos grupos para totalizar el número de respuestas correctas obtenidas para cada pregunta en el examen previo (E1) y el examen final (E2) por grado escolar. De esta forma es posible comparar en forma condensada las diferencias obtenidas por pregunta por grado escolar para posteriormente elaborar la gráfica correspondiente.

A continuación se muestran las tablas obtenidas (cuadros 8, 9 y 10) que resumen por grado escolar el número de niños que contestaron correctamente cada pregunta del examen inicial (E1) y los que lo hicieron en el examen final (E2).

Cuadro 8. Número de niños de cuarto grado que contestaron correctamente las preguntas del examen previo (E1) y los que contestaron correctamente durante el examen final (E2).

	Total E1	Total E2	Diferencia
Pregunta	Respuestas correctas	Respuestas correctas	
1.-	8	49	41
2.-	19	50	31
3.-	31	39	8
4.-	27	44	17
5.-	26	28	2
6.-	16	34	18
7.-	23	40	17
8.-	37	47	10
9.-	24	42	18
10.-	13	47	34

Cuadro 9. Número de niños de quinto grado que contestaron correctamente las preguntas del examen previo (E1) y los que contestaron correctamente durante el examen final (E2).

	Total E1	Total E2	Diferencia
Pregunta	Respuestas correctas	Respuestas correctas	
1.-	9	58	49
2.-	16	51	35
3.-	34	57	23
4.-	49	63	14
5.-	33	51	18
6.-	10	51	41
7.-	42	55	13
8.-	43	58	15
9.-	16	49	33
10.-	19	53	34

Cuadro 10. Número de niños de quinto grado que contestaron correctamente las preguntas del examen previo (E1) y los que contestaron correctamente durante el examen final (E2).

	Total E1	Total E2	Diferencia
Pregunta	Respuestas correctas	Respuestas correctas	
1.-	20	57	37
2.-	15	40	25
3.-	45	60	15
4.-	45	59	14
5.-	28	51	23
6.-	27	44	17
7.-	37	61	24
8.-	52	62	10
9.-	22	49	27
10.-	21	48	27

En el **Apéndice 10** se encuentra señalado en negritas el inciso correcto y el número de niños que lo contestaron antes y después de la actividad para cada grupo por grado. Como ejemplo, en la hoja de resultados para el primer grupo de cuarto grado, vemos que para la primera pregunta, la mayoría de los participantes respondieron equivocadamente y únicamente tres acertaron al señalar el inciso b) como la respuesta correcta. Sin embargo al revisar los resultados después de la actividad, vemos cómo la gran mayoría de los participantes respondieron correctamente y únicamente dos de ellos señalaron opciones incorrectas al marcar los incisos a) y c).

Los resultados obtenidos por pregunta contestada correctamente por grupo de cada grado escolar se encuentran en el **Apéndice 11**.

Subsecuentemente se realizaron las gráficas con las diferencias obtenidas entre las respuestas del examen previo (E1) y final (E2) por pregunta y para cada grado escolar.

Las figuras 3,4 y 5 presentan las diferencias obtenidas en las respuestas a cada pregunta del cuestionario de evaluación antes y después de la aplicación de la actividad con niños de cuarto, quinto y sexto grado de primaria respectivamente.

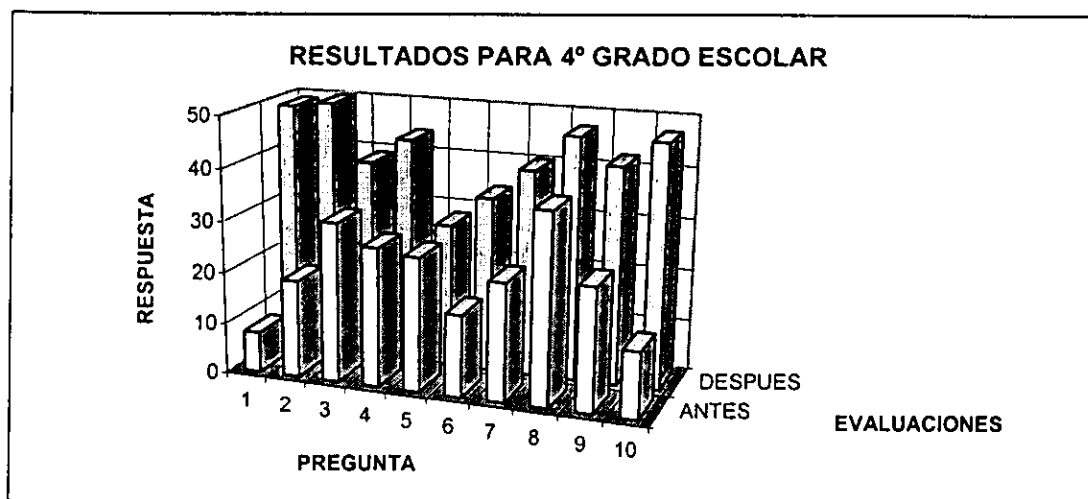


Figura 3: Diferencias detectadas en las respuestas a cada pregunta del cuestionario de evaluación antes y después de la aplicación de la actividad con niños de cuarto grado de primaria. Las preguntas 1,2 y 4 son de aspectos biológicos, la 3 de hábitos, 9 de hábitat, la 5,6,7,10 de aspectos ecológicos y la 8 de una ilustración científica.

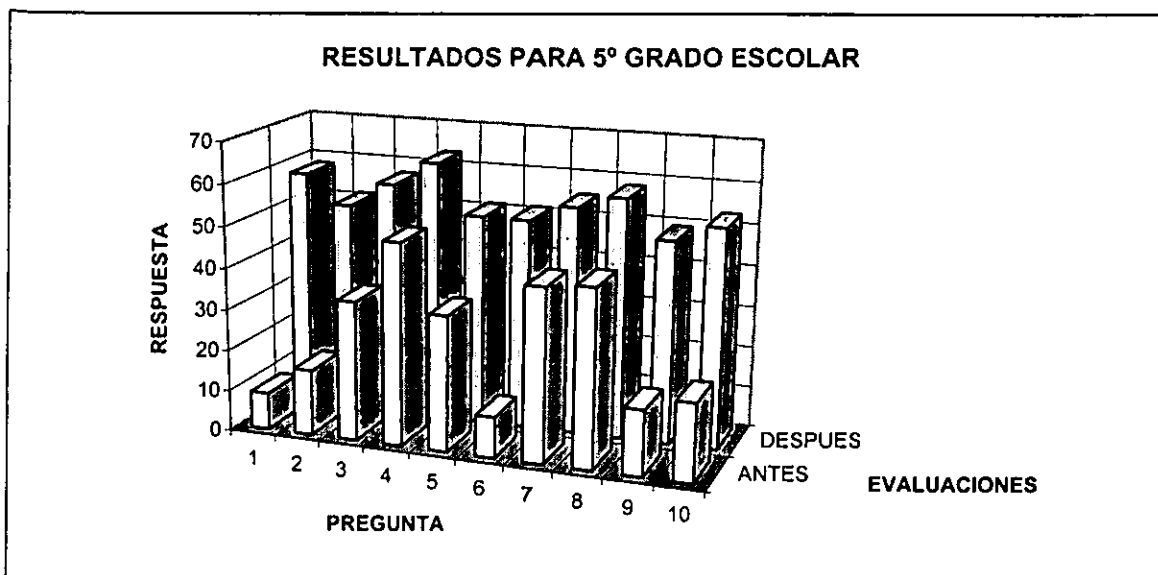


Figura 4: Diferencias detectadas en las respuestas a cada pregunta del cuestionario de evaluación antes y después de la aplicación de la actividad con niños de quinto grado de primaria. Las preguntas 1,2 y 4 son de aspectos biológicos, la 3 de hábitos, 9 de hábitat, la 5,6,7,10 de aspectos ecológicos y la 8 de una ilustración científica.

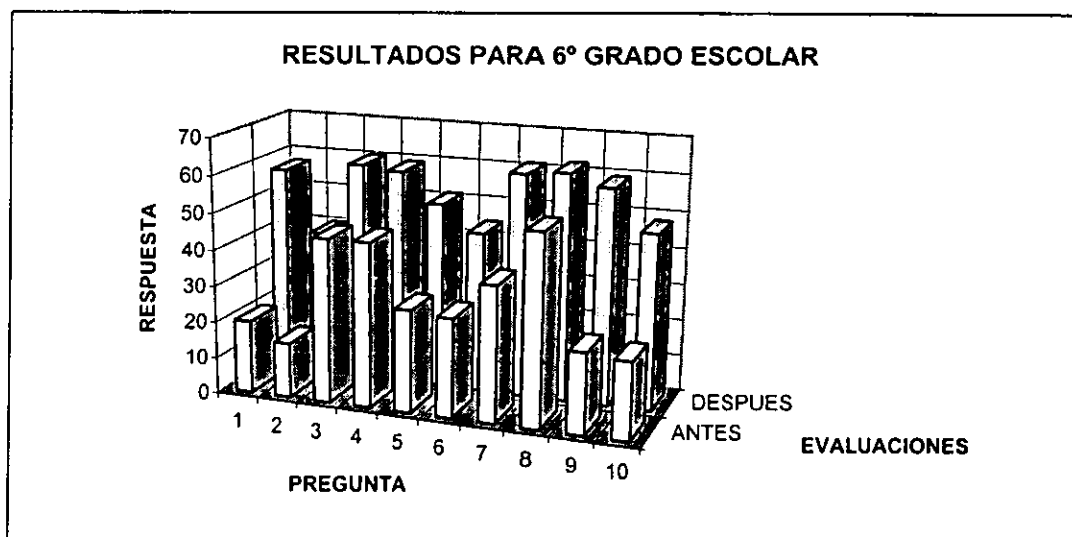


Figura 5: Diferencias detectadas en las respuestas a cada pregunta del cuestionario de evaluación antes y después de la aplicación de la actividad con niños de quinto grado de primaria. Las preguntas 1,2 y 4 son de aspectos biológicos, la 3 de hábitos, 9 de hábitat, la 5,6,7,10 de aspectos ecológicos y la 8 de una ilustración científica.

Adicionalmente se calcularon los promedios de las calificaciones obtenidas en la prueba aplicada antes de la actividad y los de las calificaciones de los cuestionarios aplicados después para cada

grado escolar. Para esto se sumaron las calificaciones de los exámenes E1 y E2, el resultado se dividió entre el número de participantes en la actividad obteniendo los resultados que se muestran en el cuadro 11 y se realizó la gráfica correspondiente que se presenta como Figura 6.

Cuadro 11. Promedios por grado escolar de las respuestas obtenidas de los exámenes previos y finales.

Promedios	4° Grado	5° Grado	6° Grado
Examen previo (E1)	3.61	4.01	4.44
Examen final (E2)	6.53	7.98	7.55

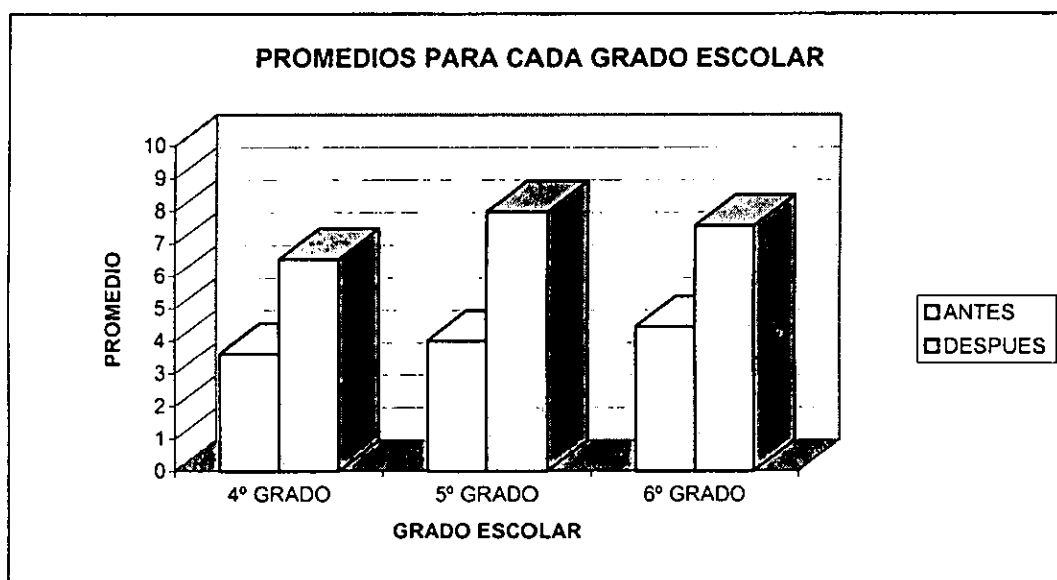


Figura 6: Gráfica que compara los promedios obtenidos en las evaluaciones antes y después de la aplicación de la actividad para los tres grados escolares (4°, 5° ya 6°) de las escuelas primarias.

b) Análisis de dibujos

Para aplicar el segundo indicador de resultado consistente en un aumento en la calidad y estructura de los dibujos resultantes, se evaluaron los dibujos realizados por los niños(as) para identificar diferencias entre los dibujos iniciales y los realizados después de haber participado en la actividad.

Se revisaron 200 dibujos que los niños realizaron, y la descripción de la especie a la que pertenece “Beto, el lepidóptero”. Los resultados obtenidos se incluyen en el cuadro 12 y muestran como más del 50% del total de participantes realizaron dibujos con clara diferenciación anatómica y proporciones después de la actividad en todos los grados escolares. Con respecto a la anatomía, la columna “Total niños” señala los alumnos(as) que participaron en la actividad. La Frecuencia se refiere a aquellos que realizaron un dibujo con clara diferenciación anatómica y proporciones correctas. Relativo a la descripción de “Beto”, la Frecuencia señala el número de niños que lo describieron correctamente. La columna Otras Especies señala algunas de las familias a las que se refirieron los niños al hacer la descripción de “Beto”.

Cuadro 12. Resultado de la evaluación de los dibujos realizados por los alumnos de 4°,5° y 6° grado de las 3 escuelas primarias participantes.

GRADO ESCOLAR	ANATOMÍA			DESCRIPCIÓN DE BETO		OTRAS ESPECIES
	Total niños	Frecuencia	%	Frecuencia	%	
4°	62	43	67.7	56	90.3	2 Pieridae 2 Nymphalidae 1 Danaidae
5°	68	50	73.5	40	58.8	3 Nymphalidae
6°	70	50	71.4	46	65.7	4 Nymphalidae

Las figuras 7,8 y 9 son muestras de los dibujos realizados por niños(as) de cada grado escolar antes y después de la aplicación del juego. Nótese que en los tres ejemplos, los dibujos finales presentan con mayor claridad las partes anatómicas de las mariposas a diferencia de los dibujos iniciales. Podemos atribuir estas diferencias a que durante a la actividad se promovió la observación y el dibujo cuidadoso de las mariposas.

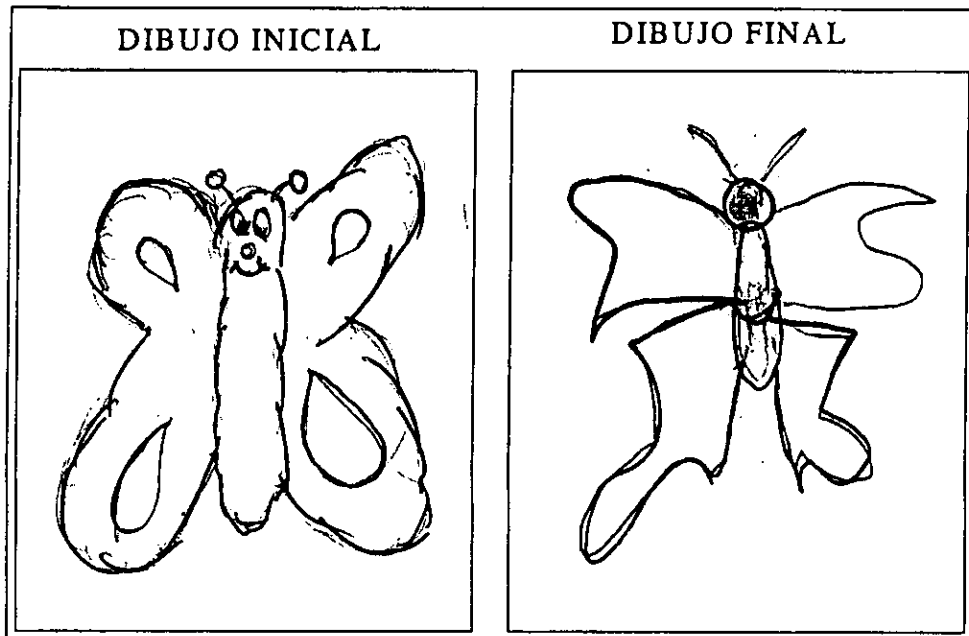


Figura 7. Dibujos realizados por la alumna Mariana Anguiano Gregorio de Cuarto Grado de Primaria, antes y después de la aplicación de la actividad.

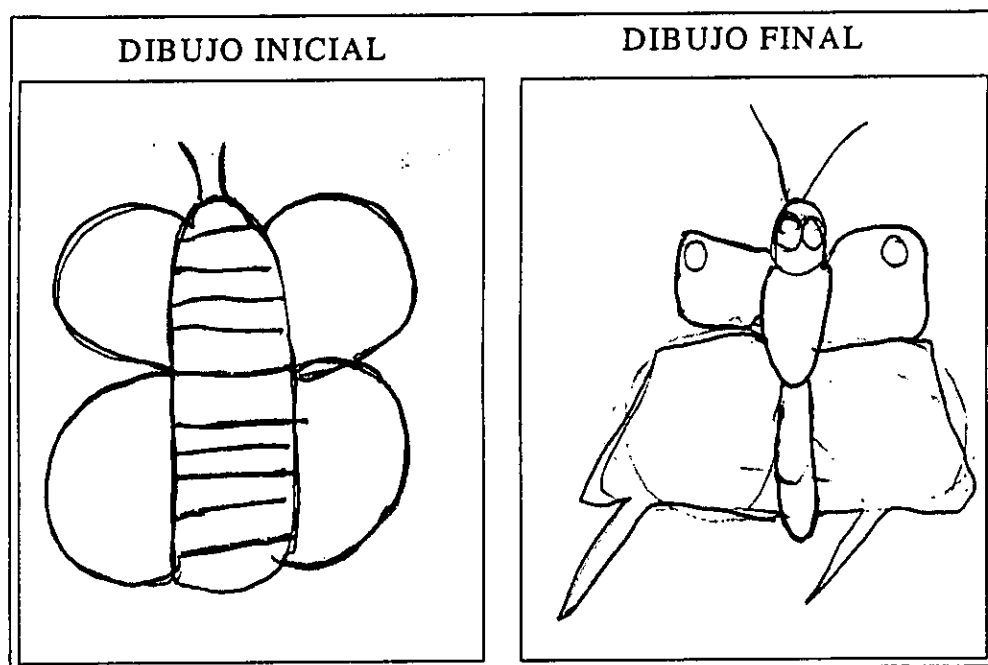


Figura 8. Dibujos realizados por el alumno Juan Jesus P. de Quinto Grado de Primaria, antes y después de la aplicación de la actividad.

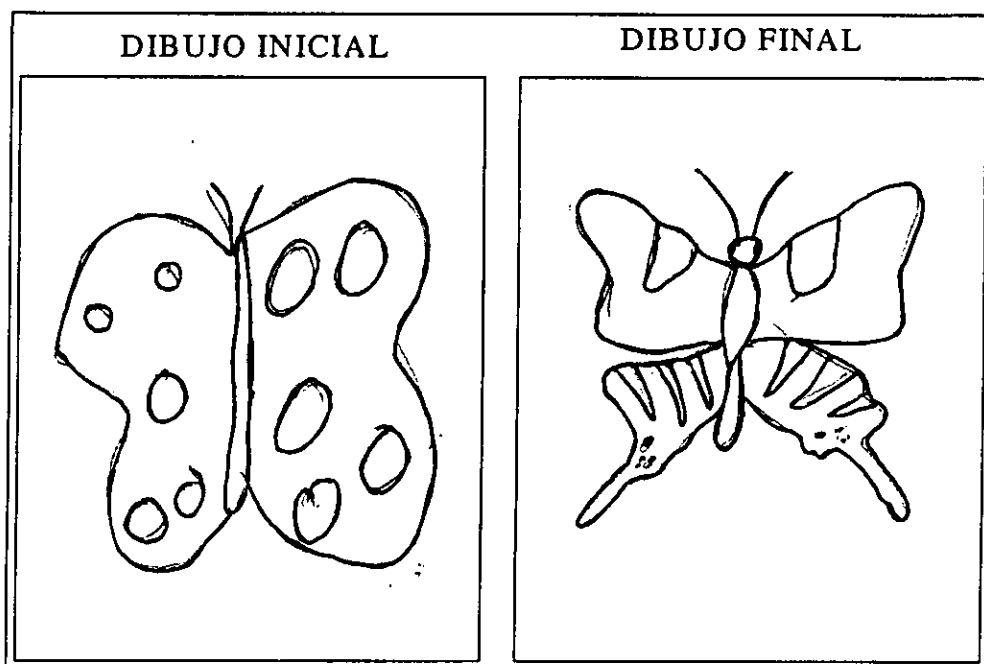


Figura 9. Dibujos realizados por el alumno Javier Ivan G. de Sexto Grado de Primaria, antes y después de la aplicación de la actividad.

6. Discusión y conclusiones

El análisis estadístico de los datos demostró un aumento significativo de conocimientos ($p < 0.001$) en cada uno de los grupos de todos los grados escolares gracias a la aplicación del juego. Adicionalmente, el análisis de los dibujos mostró diferencias importantes en cuanto a los realizados antes de la prueba con los producidos mediante la actividad. En el caso de estos últimos, es notable la diferenciación anatómica y proporciones correctas de las mariposas mientras que en los primeros, se observan interpretaciones basadas principalmente en la imaginación de los alumnos(as). De hecho, del total de dibujos realizados gracias a la actividad, un 71% muestra las características anatómicas básicas de una mariposa.

Los datos del análisis sugieren que el juego es adecuado para los grupos escolares de cuarto a sexto de primaria. Sin embargo, en los dibujos de niños y niñas de cuarto grado se nota mayor detalle y apego a las características de las mariposas de los azulejos. Una interpretación podría ser que los niños de ese nivel (aproximadamente 8 años) se encuentran en una etapa más receptiva a la información y los retos que involucra el juego, mientras que los niños de quinto y sexto podrían estar sujetos a distracciones diversas propias de su edad.

En general se observó mayor interés y participación en niños(as) de cuarto grado. Los alumnos de quinto y sexto fueron más difíciles de involucrar y en algunos casos aislados, inclusive mostraron poco interés. Por otra parte, en forma casual, se aplicó el juego a algunos niños acompañantes de grados menores a cuarto, quienes tuvieron dificultades en responder el cuestionario y ubicar las respuestas a las pistas en los azulejos.

Tras el desarrollo de los ejercicios prácticos, se notó que es recomendable aplicar el juego a grupos no mayores a 20 niños(as). Un número mayor de alumnos requiere de mayor control y guías del jardín como apoyo. También es recomendable invitar a los profesores(as) de las escuelas a participar pues en varios de los ejercicios su participación fue de espectadores únicamente. Sería recomendable invitarlos a participar en forma más activa pues son ellos quien en un momento dado podría tomar las actividades desarrolladas y aplicarlas en sus escuelas y parques, dando seguimiento posterior a lo aprendido aplicándolo con otros grupos diferentes.

Un punto importante es que los cuadernillos de trabajo se queden en poder de los alumnos como recuerdo y material de apoyo futuro para sus clases. En el caso de las actividades aplicadas, los cuadernillos fueron recogidos para evaluar la efectividad del juego lo cual provocó la protesta de varios alumnos. Esto puede interpretarse como una muestra del interés que despertó la actividad en los grupos y cómo el uso de "Beto Lepidóptero" como mascota guía tiene un efecto positivo.

Hay que destacar el bajo costo de la actividad gracias al tipo de materiales empleados. Sin embargo se trata de una inversión inicial y permanente. Esto permite la aplicación repetida de la actividad sin incurrir en costos que podrían impedir su aplicación por razones presupuestales. Por otra parte, mediante la realización de materiales impresos en lugar de azulejos fijos, es posible aplicar el juego en cualquier jardín o parque público cercano a las escuelas, lo cual aumenta su versatilidad. Por último, se considera se cumplieron los objetivos planteados.

Este trabajo constituye una contribución a los programas del Jardín Botánico y puede inclusive ser adoptado por otros jardines, realizando únicamente algunas adecuaciones en la selección de las especies de mariposas. Se demostró que los alumnos(as) aprenden y adquieren nuevos conocimientos en apoyo a los obtenidos en sus clases. Se enseñó que para realizar un dibujo científico, es necesario observar cuidadosamente las partes del objeto de estudio y, una vez realizado, obtendremos una versión artística muy apegada a la realidad.

7. Bibliografía consultada

Bennett, D.B. 1993. Evaluación de un Programa de Educación Ambiental. Programa Internacional de Educación Ambiental, UNESCO-PNUMA. España. Pgs. 34-37.

Beutelspacher, C.R. 1991. Haga su Propia Colección de Mariposas. Ed. Cient. La Prensa Médica Mexicana. México, D.F. 136 pp.

Beutelspacher, C.R. 1980. Mariposas Diurnas del Valle de México. Ed. Cient. La Prensa Médica Mexicana. México, D.F. 33 pp.

Chao, L.L. 1997. Introducción a la Estadística. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. 527 pp.

Comision Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. La Diversidad Biológica de México: Estudio de País. México. 339 pp.

Dance, S.P. 1978. The Art of Natural History. Arch Cape Press. New York. 224 pp.

Daniel, W.W. *et al.* 1988. Estadística con Aplicaciones a las Ciencias Sociales y a la Educación. McGraw-Hill. México. 504 pp.

De la Maza, R. 1991. Mariposas Mexicanas. Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V. México, D.F. 302 pp.

De la Maza Elvira, R. 1995. Guía de las Mariposas del Parque Ecológico de la Ciudad de México, Tlalpan y del Distrito Federal", en prensa.

Dirzo, R.M. 1986. Insectos y Plantas. Secretaría de Educación Pública. México, D.F. pp. 21-23.

Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable, A.C. 1997. ¿Cómo son las mariposas?. Vol. 1. "Serie: Las mariposas y tú". Mexico.

Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable, A.C. 1997. Forma de vida de las mariposas. Vol. 2. "Serie: Las mariposas y tú". Mexico.

Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable, A.C. 1997. Reproducción y ciclo de vida de las mariposas. Vol. 3. "Serie: Las mariposas y tú". México.

Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable, A.C. 1997. Clasificación y conservación de las mariposas. Vol. 4. "Serie: Las mariposas y tú". México.

Ford, B.J. 1996. Images Imperfect, the Legacy of Scientific Illustration (Chapter in) Yearbook of Science and the Future: 134-157, Chicago: Encyclopedia Britannica.

González Gaudiano, Edgar J. 1993. Elementos Estratégicos para el Desarrollo de la Educación Ambiental en México. Universidad de Guadalajara, Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza, SEDUE. Guadalajara Jal. 112 pp.

Hodges, E.R.S. 1989. The Guild Book of Scientific Illustrators. Van Nostrand Reinhold Books. New York. 350 pp.

Jennings, T. 1992. El Joven Investigador: Animales del jardín. Cuarta Edición. Ediciones SM. Madrid.

Katthain Duchateau, Gala. 1971. Estudio Taxonómico y datos ecológicos de especies del Suborden Rhopalocera (Insecta, -lepidoptera) en un area del Pedregal de San Angel, D.F. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Dpto. de Biología, UNAM. 55 pp.

Lara Plata L. 1996. Educación Ambiental para el Desarrollo. Instituto Nacional Indigenista. Subdirección de Investigación. Proyecto: Pueblos Indios y Medio Ambiente. Tlaquepaque, Jalisco. 15 pp

Linares, E., Hernández, C.C., & Herrera E. 1994. La Educación en los Jardines Botánicos: Un Mundo de Ideas. Asoc. Mex. de Jardines Botánicos, A.C. Publ. Esp. 3. México, D.F. 97 pp.

Linares, E. *et al.* 1994. Los Programas Educativos de los Jardines Botánicos, una Herramienta... Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Artículo en prensa. 15 pp.

Linares, E. *et al.* 1997. Los Jardines Botánicos y la Educación Ambiental. Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 46 pp.

Llorente, *et al.* 1993. Diversidad Biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Vol. XLIV(especial), México, D.F. 427 pp.

Memling, C. 1990. Mariposas y Palomillas. Ed. Trillas. México.

Mitchell, R. y Herbert S. Zim. 1994. Mariposas y Palomillas. Ed. Trillas. Serie Guías del Saber. México.

Navarro, N.L. 1992. Propuesta de un Proyecto de Educación Ambiental No Formal. Facultad de Filosofía y Letras. U.N.A.M. Tesina, México, D.F. 159 pp.

Ramamoorthy, T.P. *et al.* 1998. Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Pg 168.

Robinson, F. 1996. Public Garden. Vol. 11. No. 2 Journal of the American Association of Botanical Gardens and Arboreta. PA. Pg. 18.

Rzedowski, J. 1994. Vegetación de México. Limusa, Noriega Editores. México. 248,260,300.

Secretaría de Educación Pública. 1994. Educación Básica: Primaria. Plan y Programas de Estudio 1993. México. 162 pp.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. (1996). Programa de Areas Naturales Protegidas de México, 1995-2000. SEMARNAP. México, D.F. 138 pp.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Instituto Nacional de Ecología. (1997). Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural, 1997-2000. SEMARNAP-INE. México, D.F. 207 pp.

Soberón, J. *et al.* (1993) Diversidad Biológica en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Vol. XLIV(especial), México, D.F. 427 pp.

Thomassin, S. 1995. Guía de la Exploración de la Naturaleza. Ed. Octaedro. Barcelona. 145-152.

Teitelbaum, Alejandro. 1978. El Papel de la Educación Ambiental en América Latina. UNESCO. 120 pp.

Trabulse, E. 1993. José María Velasco: Un Paisaje de la Ciencia en México. Instituto Mexiquense de Cultura. 230 pp.

Trabulse, E. 1995. Arte y Ciencia en la Historia de México. Fomento Cultural Banamex. 269 pp.

Trueba, C.C. 1995. El Pedregal de San Angel. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 20-63.

World Resources Institute, The United Nations Environment Programme, The United Nations Development Programme, The World Bank. (1996) World Resources, 1996-1997. Oxford University Press. New York. 335 pp.

8. Apéndices

Apéndice 1. Obras que incluyen ilustraciones de mariposas producidas el siglo XVII.

Twelve New Designs of English Butterflies (1742) del autor inglés Benjamin Wilkes, *The Aurelian* (1776) de Moses Harris, *Natural History of the Rarer Lepidopterous Insects of Georgia; from the Observations of John Abbot* (1797), *Nauwkeurige Waarnemingen omtrent de Veranderingen van Veele Insekten* (1774) de Jacob L' Admiral, *Beschouwing der Wonderen Gods* (1762-1860) de J.C. Sepp.

Adicionalmente cabe mencionar a:

Marie Sybille Merian es *Histoire des Insectes de L'Europe* (1730)

M. Catesby *The Natural History of Carolina, Florida and the Bahama Islands* (1731-43)

A. J. Roesel von Rosenhof, *Insecten Belustigung* (1746-61)

G. D. Ehret, *Plantae et Papiliones Depictae* (1748-62)

G. W. Knorr, *Deliciae Naturae Selectae etc.* (1754)

A. Seba, *Locupletissimi Rerum Naturalium Thesauri Accurata Descriptio* (1765)

P. Cramer, *De Uitlandische Kapellen (Papillons Exotiques des Trois Parties du Monde)* (1775-82)

J.J. Ernst, *Papillons D'Europe Peints D'Après Nature* (1779)

W. F. Martyn, *A New Dictionary of Natural History* (1785)

N. Meerburg, *Plantae Rariores Vivis Coloribus Depictae* (1789)

J.J. Roemer, *Genera Insectorum Linnaei et Fabricii, Iconibus Illustrata* (1789)

Apéndice 2. Obras ilustradas producidas en el Siglo XIX.

- J. Huebner, *Sammlung Exotischer Schmetterlinge* (1806)
- T. Say, *American Entomology* (1824)
- E. Bury, H. Harvell, *A Selection of Hexandrian Plants* (1831-34)
- J.T.C.Ratzeburg, *Die Forst-Insecten* (1837-44)
- W. de Haan, *Bijdragen tot de Kennis der Papilionidae* (1839-44)
- J.F. von Waltheim, *Entomographia Imperii Rossici etc.* (1851)
- W.C. Hewitson, *Illustrations of New Species of Exotic Butterflies* (1856-76)
- A.W. Scott, *Australian Lepidoptera with their Transformations* (1864-65)
- A.R. Wallace, *On the Phenomena of Variation and Geographical Distribution as Illustrated by the Papilionidae of the Malayan Region* (1865)
- J.O. Westwood, *Thesaurus Entomologicus Oxoniensis* (1874)
- A. Depuiset, *Les Papillions* (1877)
- A.J. Butler, *Illustrations of Typical Specimens of Lepidoptera Heterocera in the collection of the British Museum* (1881)
- F. Moore, *The Lepidoptera of Ceylon y Lepidoptera Indica* (1882-83)
- W. H. Edwards, *The Butterflies of North America* (1884)
- J. Whitehead, *Exploration of Mount Kinabalu* (1893)
- C.Brunner von Wattenwyl, *Observations on the Cooration of Insects* (1897)
- F.W. Frohawk, *Natural History of English Butterflies* (1924)

Apéndice 3. Temas y lecciones de los libros de texto del Programa de Educación Primaria de la Secretaría de Educación Pública en donde se identificaron temas relacionados con mariposas.

Tercer Grado

Lección 10: el agua y los seres vivos

Página: 53, Vamos a explorar

Cuarto Grado

Lección 8: el sentido de los sentidos

Página: 38, Compara los sentidos

Bloque: 2, Los seres vivos y su ambiente

Página: 42,43 y 45, Cada ser vivo

Lección 17: Cómo cambian las cosas

Página: 80, Desarrollo de una mariposa

Lección 18: ¿Qué produce los cambios?

Página: 87, ¿Sabías que...? Mariposa Monarca

Lección 29: Consecuencias del uso y abuso

Página: 132, Selvas tropicales

Bloque 5: Pongamos todo junto

Página: 154 y 155, Animales invertebrados

Quinto Grado

Capítulo 5: Los seres vivos y su medio

Páginas, 42, 44 y 45,

Capítulo 13: La vida en el agua

Página: 106

Sexto Grado

Capítulo 1: Ecosistemas

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

Páginas: 12 y 13

Capítulo3: Bosques templados

Página: 38

Capítulo 5: Contaminación

Página: 69

Apéndice 4. Lista de especies reportada por Roberto de la Maza E. para el pedregal perturbado.

Familia Papilionidae

Subfamilia Papilioninae

Pterorus multicaudatus (Kirby, 1884)

Pterorus garamas (Huebner, 1834)

Papilio polyxenes asterius (Cramer, 1772)

Battus philenor philenor (Linneo, 1771)

Familia Pieridae

Subfamilia Coliadinae

Phoebis sennae

Phoebis philea

Phoebis agarithe

Aphrissa statira jada (Butler, 1870)

Colias eurytheme (Boisduval, 1852)

Zerene cesonia cesonia (Stoll, 1790)

Anteos maerula lacordairei (Boisduval, 1836)

Anteos clorinde nivifera (Fruhstorfer, 1970)

Eurema दौरa lydia (C.&R. Felder, 1861)

Eurema mexicana mexicana (Boisduval, 1836)

Eurema. salome jamapa (Reakirt, 1866)

Eurema dina westwoodi (Boisduval, 1836)

Eurema proterpia (Fabricius, 1775)

Eurema nicippe (Cramer, 1779)

Eurema nise

Nathalis iole (Boisduval, 1836)

Subfamilia Pierinae

Pontia protodice (Boisduval & Leconte 1833)

Leptophobia aripa elodia (Boisduval, 1836)
Ascia monuste monuste (Linneo, 1764)
Catantixia nimbice nimbice (Boisduval, 1836)
Catantixia teutila (Doubleday, 1847)

Familia Nymphalidae

Subfamilia Danainae

Danaus plexippus plexippus (Linneo, 1758)
Danaus gilippus thersippus (Bates, 1863)

Subfamilia Satyrinae

Cyllopsis pertepida pertepida (Butler, 1866).
Gyrocheilus patrobas patrobas (Hewitson, 1861)

Subfamilia Heliconiinae

Dione moneta poeyi (Butler, 1873)
Dryas iulia moderata (Stichel, 1907)
Heliconius charitonia vazquezae (C. & B. 1950)

Subfamilia Aegynninae

Euptoieta claudia dodgei (Gunder, 1927)

Subfamilia Melitinae

Anthanassa texana texana (Edwards, 1863)
Thessalia cyneas (Godman & Salvin, 1878)
Anemeca eremberghii (Geyer, 1833)
Chlosyne lacinia adjutrix (Scudder, 1875)

Subfamilia Nymphalinae

Cynthia virginiensis (Drury, 1773)
Cynthia cardui (Linneo, 1758)
Cynsthia anabellae (Field, 1971)
Junonia lavinia coenia (Huebner, 1822)
Siproeta stelenes biplagiata (Fruhstrofer, 1909)

Subfamilia Eurytelinae

Eunica monima (Cramer, 1782)

Subfamilia Lmenitdinae

Hamadryas guatemalena marmarice (Fruhstorfer, 1916)

Subfamilia Marpesinae

Marpesia petreus (Cramer, 1778)
Marpesia chiron marius (Cramer, 1780)

Subfamilia Coloburinae

Smyrna karwinskii

Familia Lycaenidae:

Subfamilia Riodininae:

Calephelis perditalis perditalis (Barnes & McDunnough).
Emesis zela (Butler, 1871)

Subfamilia Strymoninae:

Xamia xami xami (Reakirt, 1866).

Erora quaderna quaderna (Hewitson, 1868).

Subfamilia Polyommatinae:

Hemiargus isola isola (Reakirt, 1866).

Leptotes marina (Reakirt, 1868).

Celastrina ladon gozora (Boisduval, 1852).

Familia Hesperidae:

Subfamilia Pyrginae:

Urbanus proteus proteus (Linneo, 1758).

Urbanus dorantes dorantes (Stoll, 1790).

Urbanus simplicius (Stoll, 1790).

Autochton cellus (Boisduval y Le Conte, 1837)

Erynnis funeralis (Scudder y Burgess, 1870).

C. asychis

Pyrgus communis (Auct.).

Subfamilia Hesperinae:

Piruna gyrans (Ploetz, 1884).

Atalopedes campestris (Boisduval, 1852).

Stinga morrisoni (Edwards, 1878).

Hylephyla phyleus phyleus (Drury, 1770).

Poanes zabulon (Boisduval y Le Conte, 1837).

Ochlodes snowi pilza (Evans, 1955).

Paratrytone monticola (Godman, 1900).

Paratrytone aphractioia (Dyar, 1913).

Amblyscirtes phylace (Edwards, 1878).

Amblyscirtes fluonia (Godman, 1900).

Lerema accius (Abbot & Smith, 1897).

Panoquin ocola

Apéndice 5. Lista de especies en orden taxonómico según Hoffman C.C. (1940) y Dos Pasos (1946) para el Jardín Botánico Exterior, según Katthain 1971.

Familia Papilionidae:

Battus philenor L.

Papilio polixenes L.

Papilio multicaudatus Boisd.

Papilio garamas garamas Hüb.

Familia Pieridae:

Colias cesonia Stoll

Phoebis sennae eubule L.

Phoebis philea L.

Eurema mexicana Boisd.

Eurema salome Felder

Eurema nicippe cramer

Nathalis iole Bdv.

Catascticta nimbice Boisd.

Catascticta teutila Doubleday

Pieris protodice Boisd. y Lec.

Leptophobia arippa Boisd.

Familia Danaidae:

Danaus berenice Cram.

Danaus plexippus Hüb.

Familia Satyridae:

Megisto rubricata Edw.

Euptychiasericella Bat.

Gyrocheilus patrobas Hew.

Familia Nymphalidae:

Anthanassa texana Edw.

Morpheis ehrenbergii Hbn.

Nymphalis antiopa L.

Vanessa virginensis Dru.

Vanessa cardui L.

Junonia genoveva Cram.

Limenitis bresowii Gey.

Agraulis vainillae incarnata Riley

Metamorpha selenes biplagiata Fruhst.

Evonyma monima Cram.

Familia Libytheidae:

Libytheana carinenta mexicana Cram.

Familia Riodinidae:

Lephelisca nemesis Edw.

Emesis zela zela Btlr.

Familia Lycaenidae:

Leptotes marina Reak.

Hemiargus isola Reak.

Lycaenopsis pseudoargiolus gozora Boisd.

Mitoura xami Reak.

Strymon sp.

Familia Hesperidae:

Apyrrothrix araxes Hew.

Urbanus dorantes Stoll

Urbanus simplicius Stoll
Urbanus teleus Hbn.
Autochton cellus Boisd. y Lec.
Achloydes pallida Feld.
Pyrgus communis Grote
Heliopetes arsalte L.
Erynnis albomarginatus G. y S.
Dalla cyclosticta Dyar
Hylephila phyleus Dru.
Paratrytone melane Edw.
Poanes hobomok Harris
Amblyscirtes tutolia Dyar.
Panoquina nyctelius Latr.

Apéndice 6. Información sobre mariposas seleccionadas, plasmada en los azulejos realizados para el Jardín Botánico.

1. Pterorus multicaudatus

Familia: Papilionidae

Nombre común: Llamadora, chichos, xochiquetzal

Se alimenta de fresno (*Fraxinus* sp.), sauce (*Salix*), capulín (*Prunus*), trueno (*Ligustrum*), naranjo (*Citrus aurantium*)

Es la mariposa más común en el Valle de México.

Prefiere el dosel de los arboles. Abundante en los jardines de la ciudad. Se ve la mayor parte del año, especialmente en la primavera.

2. Pterorus garamas

Familia: Papilionidae

Se alimenta de la planta del aguacate (*Persea*) y de (*Magnolia*),

Es una de las mariposas más comunes en el Valle de México y el Centro de nuestro país.

Prefiere volar cerca de las copas de los árboles y busca lugares húmedos y protegidos.

Se ve la mayor parte del año, especialmente en la primavera.

3. Phoebis sennae

Familia: Pieridae

Se alimenta de retama (*Cassia tomentosa*), trébol (*Trifolium* sp.) y otras leguminosas.

Se distribuye en todo el Valle de México.

Se ve la mayor parte del año, especialmente de mayo a noviembre.

4. Phoebis philea

Familia: Pieridae

Se alimenta de retama (*Cassia tomentosa*).

Se distribuye en todo el Valle de México y se puede encontrar en el Pedregal de San Angel.

Es común observarla de julio a noviembre en su época de vuelo.

5. Zerene cesonia

Familia: Pieridae

Nombre común: "Cara de perro"

Se alimenta de leguminosas como frijol silvestre y trébol (*Trifolium*).
Se distribuye desde Estados Unidos hasta Guatemala.
Prefiere volar en campos de cultivo y abunda en la época de lluvias.

6. Anteos maerula

Familia: Pieridae

Se alimenta de leguminosas.

Vive desde Estados Unidos hasta Colombia.

Vuela principalmente en agosto aunque se puede ver todo al año.

Común en los viveros de Coyoacán.

7. Anteos clorinde

Familia: Pieridae

Mariposa blanca con dos manchas amarillas en las alas anteriores.

Se alimenta de leguminosas y visita flores rojas.

Vive desde Estados Unidos hasta Paraguay. En México se encuentra en casi todo el país.

Vuelo poderoso a 3 o 4 metros de altura.

Vuela de marzo a noviembre.

8. Eurema mexicana

Familia: Pieridae

Su color puede variar desde naranja intenso hasta blanco amarillento.

Se alimenta de leguminosas.

Vive desde Estados Unidos hasta Colombia. en México gusta de regiones montañosas aunque habita en todo el Valle de México.

Abunda en la época de lluvias de agosto a octubre.

Se encuentra en matorrales altos y visita terrenos abiertos.

9. Dione moneta

Familia: Nymphalidae

Color de alas rojizo. Por debajo, las alas tiene manchas plateadas billantes.

Se alimenta de “pasionaria” (*Passiflora*).

Vive en casi todo el país y se puede observar en todo el Valle de México en jardines.

Vuela casi todo el año.

10. Nymphalis antiopa

Familia: Nymphalidae

Mariposa de color guinda con margen amarillo amplio.

Se alimenta de “sauce” (*Salix*) y “olmo” (*Ulmus*).

Vive en todo México, tanto en regiones frías como templadas.

Habita en todo el Valle de México.

Su época de vuelo es todo el año.

11. Vanessa atalanta

Familia: Nymphalidae

Se alimenta de *Urtica*, *Parietaria*, *Boehmeria*, *Humulus*.

Se encuentra en casi todo México. Se puede observar en los alrededores de la Ciudad de México.

Vuela de septiembre a octubre.

12. Marpesia chiron

Familia: Nymphalidae

tiene alas café oscuro con franjas claras a lo largo. Tiene colas en las alas posteriores.

Se alimenta de moráceas.

Vive en casi todo el país y se observa en la Ciudad de México y sus alrededores.

Vuela de junio a septiembre.

13. Marpesia petreus

Familia: Nymphalidae

Tiene alas anaranjadas y colas negras y largas.

Se alimenta de moráceas.

Vive en casi todo el país y se observa en la Ciudad de México y sus alrededores en lugares como Tlalpan.

Vuela de agosto a octubre.

14. Danaus plexippus

Familia: Danaidae

Nombre común: Monarca.

Es anaranjada con manchas negras y blancas pequeñas.

Es notable porque viene desde Canadá a México todos los años.

Se alimenta de Asclepias.

Vive en todo el país y se puede observar en todo el Valle de México.

Vuela de junio a diciembre y en enero.

15. Anemeca ehrenbergii

Familia: Nymphalidae

Alas de color negro mate con franjas blanco-amarillentas entre las venas.

Se alimenta del "Tepozán" (*Buddleja*).

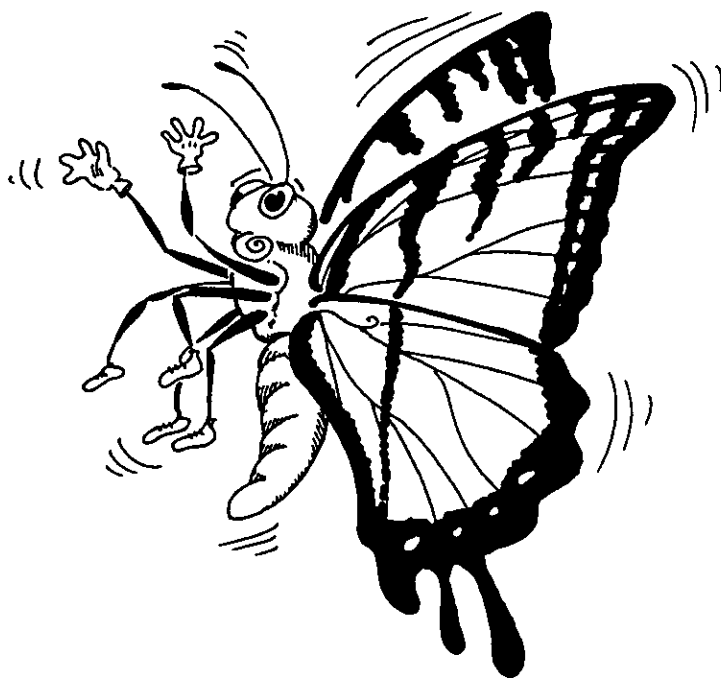
Vive en la región central de México.

Se encuentra en el Pedregal de San Angel y alrededor del Valle de México.

Vuela de abril a noviembre.

Apéndice 7. Cuadernillo de Trabajo versión para profesores

ACTIVIDADES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL SOBRE MARIPOSAS PARA EL JARDÍN



BOTÁNICO DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA DE LA U.N.A.M.

Dr. Robert Bye. Director del Jardín Botánico IBUNAM

M. en C. Edelmira Linares. Coordinadora del Departamento de Difusión

Realización: Jorge Rickards Guevara

PRESENTACIÓN

La presente actividad tiene como propósito que los niños y niñas se familiaricen con los principios de la ilustración científica y con algunas de las mariposas más comunes del Jardín Botánico de la U.N.A.M.

Esto se logra a través de una serie de actividades que incluyen: la descripción de la biología de las mariposas y un juego que refuerza la información y que a su vez los acerca a la realización de una ilustración científica.

Método de aplicación del juego:

1. Preparar los materiales de trabajo (Cuaderno de actividades, lápices y láminas de apoyo).
2. Repartir a los niños un cuaderno de actividades y un lápiz.
3. Solicitar a los niños(as) que dibujen una mariposa en el espacio señalado en sus cuadernillos, haciendo hincapié en que no copien a "Beto" la mascota caricaturizada.
4. Dependiendo de la edad del grupo, dar lectura o explicar la información sobre la biología de las mariposas contenida en el cuaderno de trabajo (Ver nota en la sección respectiva del cuadernillo). Apoyarse en las láminas para ilustrar morfología, metamorfosis y mimetismo. Dedicar a esta actividad aproximadamente 10 minutos.
5. Explicar a los niños el procedimiento del juego.
6. Realizar el juego dando 20 minutos para la respuesta a las pistas contenidas en el cuaderno de trabajo y la realización de la ilustración resultante.
7. Cierre del juego: Pedir a los niños que comparen el dibujo producto del juego con su dibujo inicial y apoyarse en el esquema de mariposa en forma de lámina para señalar sus partes.
8. Explicar que el dibujo del juego se puede considerar como una ilustración científica porque se realizó observando con cuidado las características de las mariposas y copiándolas lo mejor posible.
9. Concluir señalando la importancia de conservar las mariposas y su ambiente.

Tiempo estimado de la actividad 30 minutos.

Información que se da a los alumnos sobre la biología de las mariposas (punto 4 del método del juego)



¡HOLA!

Soy Beto Lepidóptero. Mi segundo nombre significa "alas con escamas" y la mayor parte de la gente me llama mariposa.

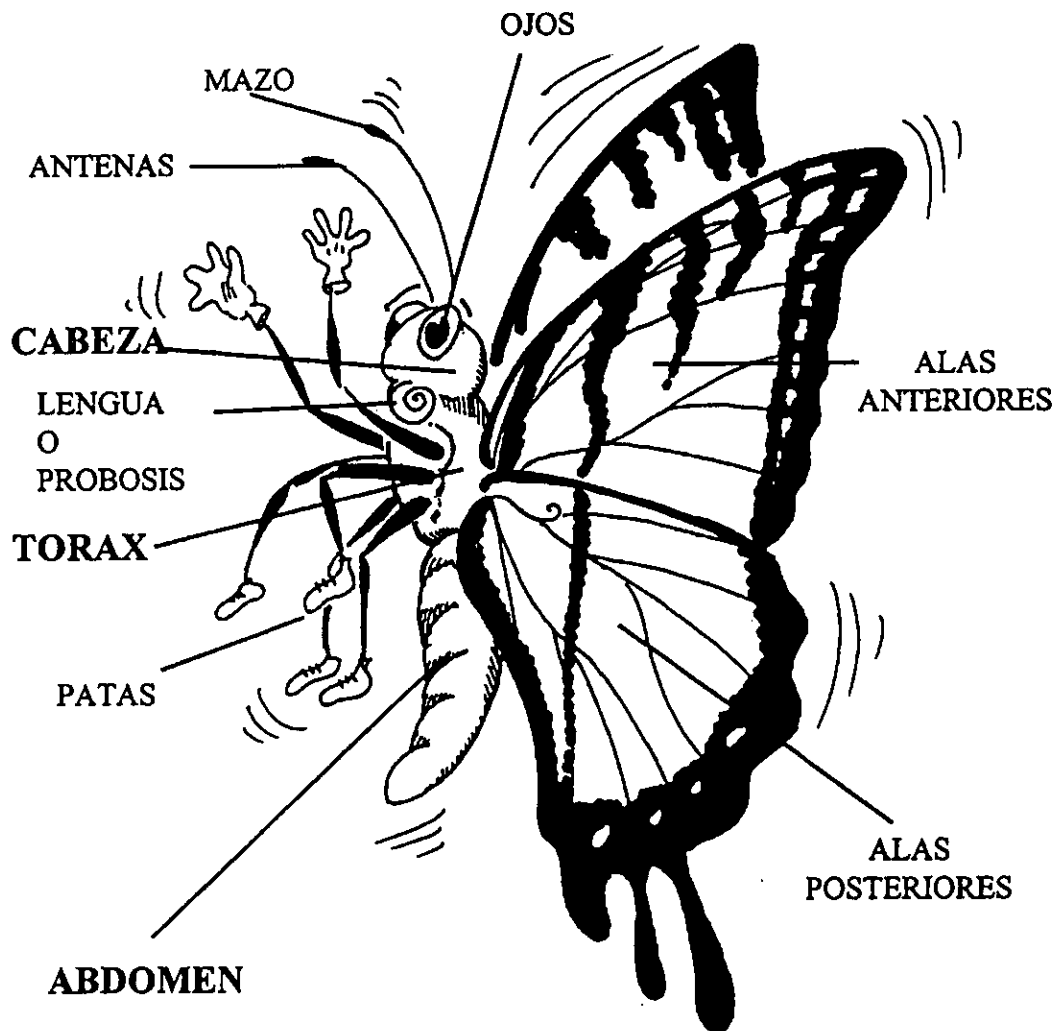
¿Alguna vez has visto una mariposa? Seguramente sí, porque hay mariposas en todo el mundo, aunque preferimos los lugares más cálidos como las selvas y bosques. En México hay más de 2000 mariposas diferentes y en el Valle de México más de 130.

Somos insectos voladores, tenemos seis patas y diferentes formas, colores y tamaños. Algunas nos gusta dormir de noche y a otras dormir de día y, como los humanos, hay hembras y machos que a veces son un poquito diferentes.

Todas tenemos tres partes: Cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza tenemos ojos y una lengua tubular parecida a un espantasuegras que desenrollamos para succionar el néctar de las flores. También tenemos un par de antenas que nos sirven de sensores. En el tórax tenemos dos pares de alas y seis patas para sujetarnos y también para saborear el néctar de las flores.

Existen alas de muchas formas. Unas son alargadas, otras redondas o un poco cuadradas. De algunas de las alas posteriores salen unas colitas flacas, alargadas o puntiagudas. En fin, todas las alas son

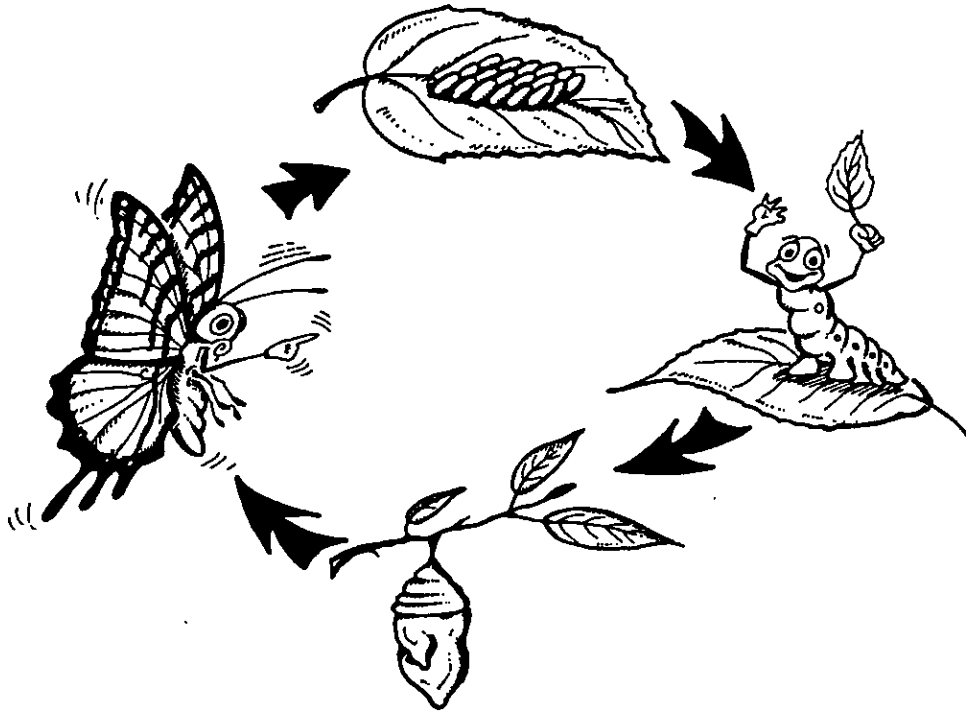
diferentes. Las alas anteriores son más grandes que las posteriores y están llenas de escamas de colores que nos sirven para muchas cosas, como para protegernos del sol y para evitar que nos vean nuestros enemigos porque nos ayudan a confundirnos con el ambiente. También nos sirven para encontrar pareja.



El abdomen es en donde se encuentran los aparatos circulatorio, excretor, digestivo, respiratorio, nervioso y los órganos reproductores.

Todas las mariposas pasamos por un proceso que se llama metamorfosis, en cual inicia cuando nuestra madre pone unos huevecillos en una hoja, después nos convertimos en una oruga y lo único que hacemos es comer y crecer. Después nos convertimos en pupa o capullo, es decir, nos colgamos

de una ramita y nos cubrimos con una especie de cortina de seda y allí dentro se produce la mágica transformación: nos convertimos en mariposa.



METAMORFOSIS

El tiempo de vida de las mariposas varía. Hay algunas que vivimos un día y otras que podemos vivir varios meses.

Las mariposas para defendernos utilizamos algunos recursos como: desprender olores y sabores desagradables. Algunas cuando somos orugas nos cubrimos con espinas que irritan a nuestros enemigos, pero lo que más hacemos es disfrazarnos para parecernos a los lugares donde nos posamos. Imitamos a las piedras, hojas secas, granos de arena, ramas, troncos, hojas verdes, etc. A este proceso se le llama mimetismo, es decir, nos disfrazamos para que no nos distingan. En otros casos tenemos manchas que parecen ojos que nos sirven para asustar a otros animales.

La mayoría de las mariposas, como las abejas, los colibríes y los murciélagos nos alimentamos de néctar de las flores y por eso somos muy importantes pues ayudamos a realizar la polinización de

muchas flores. Cuando nos posamos en una flor, nos llenamos las patas de polen que llevamos a otra flor. Así se mezcla el polen de ambas y se facilita la fecundación de la planta y su posterior reproducción.

Como todos, cumplimos una función dentro de una cadena alimenticia, ya que servimos de alimento para otros animales como pájaros, murciélagos, hormigas, ratones, arañas, lagartijas, ranas y muchos más.

Ahora sí, ya sabes que hay muchos tipos de mariposas y que somos muy bonitas. Cuando veas una no la atrapes, simplemente trata de observar sus características y dibújalas. ¿Sabías que hay científicos que se dedican a dibujar la naturaleza? A esta actividad se le llama **ilustración científica** y para realizarla es muy importante fijarse en todas las partes de lo que se va a dibujar y tratar de copiarlas lo más parecido posible.

No te olvides que, como todos los demás, dependemos de la naturaleza para vivir. Si cuidas nuestra casa, es decir, los árboles, plantas y flores, estarás ayudando a que siempre puedas disfrutar del maravilloso espectáculo que es ver una mariposa.

Ahora que te parece si **¡TE INVITO A JUGAR!**

5. Explicar a los niños el procedimiento del juego con base en la siguiente información y requerimientos (Paso 5 del método de aplicación del juego)

“DESCUBRE COMO ES UNA MARIPOSA”

OBJETIVO:

Que el alumno reconozca las principales características anatómicas de las mariposas y que conozca los principios de la ilustración científica.

TIEMPO APROXIMADO DE DURACION:

45 minutos a una hora.

NÚMERO DE PARTICIPANTES:

De 20 a 25 niños.

MATERIAL:

Azulejos observables en el Jardín Botánico con ilustraciones e información de 15 mariposas u hojas de estampas ilustrativas, cuaderno de trabajo, lápiz con goma y crayolas.

PROCEDIMIENTO:

Posterior a la explicación oral, basada en el contenido del cuaderno de trabajo, se dan las instrucciones del juego: Se pide a los niños(as) que vayan a los mosaicos con las ilustraciones de mariposas, abran su cuaderno de trabajo en la hoja en que se encuentran las pistas y busquen las mariposas que coincidan con las pistas. (No hay un orden establecido para empezar). En la hoja en blanco deberán dibujar una mariposa formada con cada una de las partes que se indican en las pistas, sin dibujar los colores.

Los niños(as) conservarán el cuaderno por lo que podrían colorear sus dibujos posteriormente en su casa o salón de clase.

PISTAS

6. (Paso 6) Se recomienda al profesor dar lectura a cada una de las pistas en voz alta antes de que los niños inicien el juego para asegurar que comprenden las actividades y el contenido de las pistas. Es importante señalarles que cada pista los llevará a dibujar a una parte específica de varias mariposas y, como un rompecabezas, irán armando una mariposa imaginaria. Con cada una de las partes que dibujen.

1. Busca la mariposa con alas amarillas, bordes oscuros y que se le ven mucho las venas en las alas y copia su cabeza sin antenas.
2. Busca la mariposa anaranjada que viene desde Canadá a México y dibuja su tórax.
3. Busca la mariposa amarilla con negro que se alimenta de *Urtica*, *Parietaria*, *Boehmeria* y *Humulus* y dibuja su abdomen.
4. Busca la mariposa amarilla que se le ve la mayor parte del año, especialmente de mayo a noviembre y copia sus antenas.

5. Busca una mariposa que tiene una mancha amarilla grande en cada una de las alas anteriores y que tiene vuelo poderoso de 3 a 4 metros de altura y copia la forma de las alas anteriores.
6. Busca una mariposa café oscuro con franjas claras y que se alimenta de moráceas y copia la forma de sus alas posteriores.

CIERRE DEL JUEGO

Para el cierre del juego (paso 7 del método de aplicación), se recomienda al profesor sentar nuevamente a los alumnos en el suelo o sus lugares para que analicen sus dibujos y los comparen con el primero que realizaron. Poner hincapié en cada una de las partes del cuerpo de la mariposa y pedirles que comparen si estas mismas partes están presentes en su dibujo original. Subrayarles que lo que acaban de hacer puede considerarse una ilustración científica (paso 8) porque las hicieron con base en observar cada parte de las mariposas con cuidado y copiando detalladamente sus características. Señalar que el dibujo obtenido es de una mariposa hipotética. Es deseable platicar sobre la importancia de las mariposas en el medio ambiente y la importancia de su conservación como mensaje final (paso 9 del método).

Para terminar es necesario señalar que para hacer una ilustración científica es muy importante conocer las características de lo que se va a dibujar. También es importante, mostrar el esquema que representa la mariposa que deberían haber dibujado y pedirles que la comparen con la que ellos hicieron al principio y al final de la actividad para que noten las diferencias. Se recomienda hacer hincapié en las características anatómicas principales de las mariposas.

Por último, pedirles que ubiquen a "Beto" en los azulejos o ilustraciones de mariposas que estén disponibles y contesten la siguiente sección. Esto ayudará a los alumnos a distinguir entre una caricatura y una mariposa dibujada con características morfológicas reales. Los cuadernillos de trabajo deben pasar a ser propiedad de cada niño.



POR ÚLTIMO, ADIVINA CUAL DE TODAS LAS MARIPOSAS SE PARECE A MÍ.

Escribe aquí mi descripción:

FAMILIA:

NOMBRE COMÚN:

ALIMENTO:

¿QUÉ COMO?

¿DÓNDE VIVO?

Recuerda que yo, Beto, soy una caricatura.

Apéndice 8. Cuadernillo de Trabajo versión para alumnos.

ACTIVIDADES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL SOBRE MARIPOSAS PARA EL JARDÍN

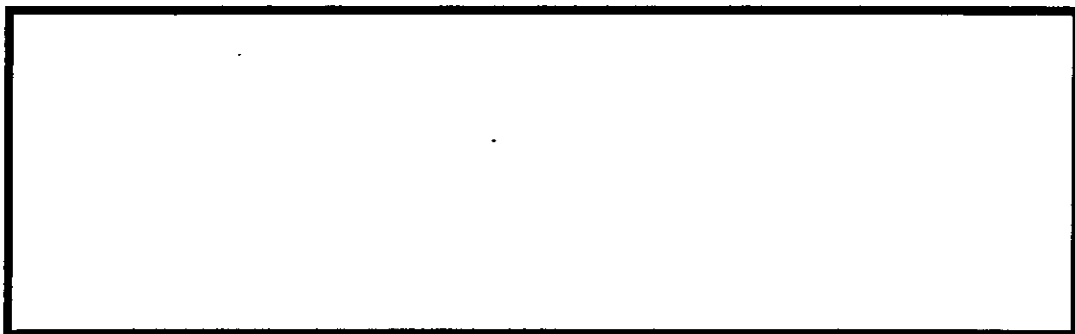


BOTÁNICO DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA DE LA U.N.A.M.

Dr. Robert Bye. Director del Jardín Botánico IBUNAM

M. en C. Edelmira Linares. Coordinadora del Departamento de Difusión

Realización: Jorge Rickards Guevara



Dibuja aquí una mariposa como tu te la imaginas.



¡HOLA!

Soy Beto Lepidóptero. Mi segundo nombre significa “alas con escamas” y la mayor parte de la gente me llama mariposa.

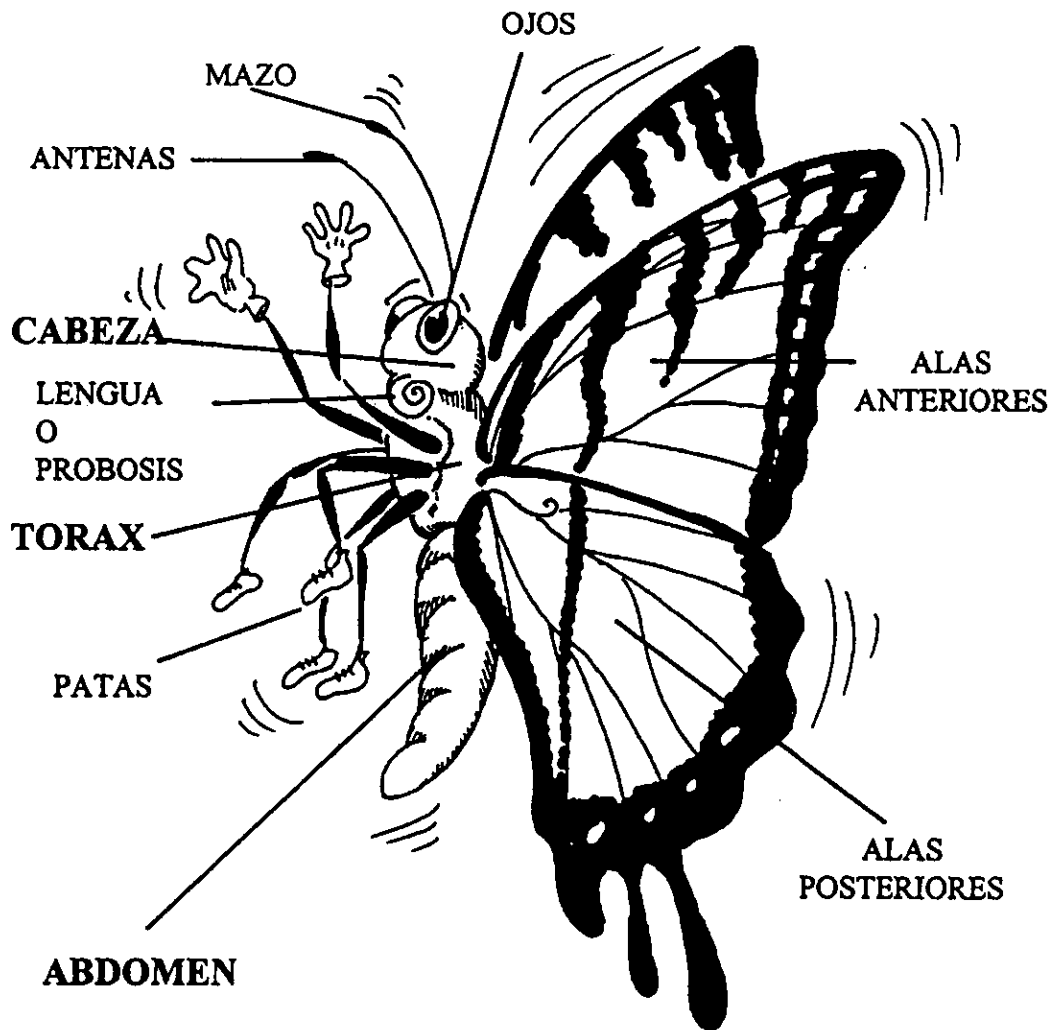
¿Alguna vez has visto una mariposa? Seguramente sí, porque hay mariposas en todo el mundo, aunque preferimos los lugares más cálidos como las selvas y bosques. En México hay más de 2000 mariposas diferentes y en el Valle de México más de 130.

Somos insectos voladores, tenemos seis patas y diferentes formas, colores y tamaños. Algunas nos gusta dormir de noche y a otras dormir de día y, como los humanos, hay hembras y machos que a veces son un poquito diferentes.

Todas tenemos tres partes: Cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza tenemos ojos y una lengua tubular parecida a un espantasuegras que desenrollamos para succionar el néctar de las flores. También tenemos un par de antenas que nos sirven de sensores. En el tórax tenemos dos pares de alas y seis patas para sujetarnos y también para saborear el néctar de las flores.

Existen alas de muchas formas. Unas son alargadas, otras redondas o un poco cuadradas. De algunas de las alas posteriores salen unas colitas flacas, alargadas o puntiagudas. En fin, todas las alas son diferentes. Las alas anteriores son más grandes que las posteriores y están llenas de escamas de colores que nos sirven para muchas cosas, como para protegernos del sol y para evitar que nos vean

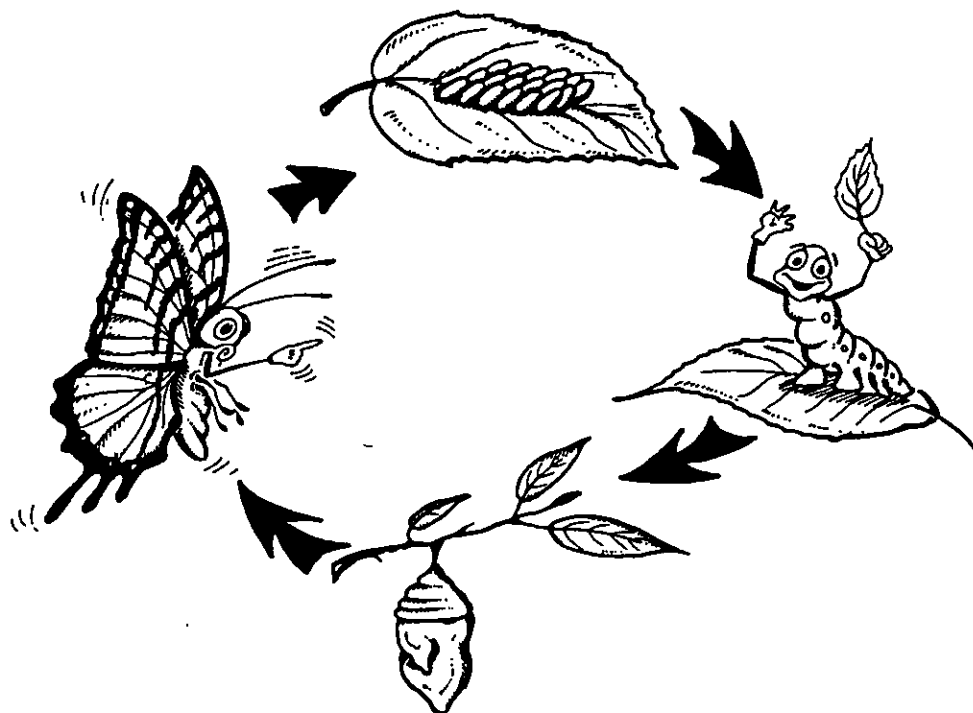
nuestros enemigos porque nos ayudan a confundirnos con el ambiente. También nos sirven para encontrar pareja.



El abdomen es en donde se encuentran los aparatos circulatorio, excretor, digestivo, respiratorio, nervioso y los órganos reproductores.

Todas las mariposas pasamos por un proceso que se llama metamorfosis, en cual inicia cuando nuestra madre pone unos huevecillos en una hoja, después nos convertimos en una oruga y lo único que hacemos es comer y crecer. Después nos convertimos en pupa o capullo, es decir, nos colgamos

de una ramita y nos cubrimos con una especie de cortina de seda y allí dentro se produce la mágica transformación: nos convertimos en mariposa.



METAMORFOSIS

El tiempo de vida de las mariposas varía. Hay algunas que vivimos un día y otras que podemos vivir varios meses.

Las mariposas para **defendernos** utilizamos algunos recursos como: desprender olores y sabores desagradables. Algunas cuando somos orugas nos cubrimos con espinas que irritan a nuestros enemigos, pero lo que más hacemos es disfrazarnos para parecernos a los lugares donde nos posamos. Imitamos a las piedras, hojas secas, granos de arena, ramas, troncos, hojas verdes, etc. A este proceso se le llama **mimetismo**, es decir, nos disfrazamos para que no nos distingan. En otros casos tenemos manchas que parecen ojos que nos sirven para asustar a otros animales.

La mayoría de las mariposas, como las abejas, los colibríes y los murciélagos nos alimentamos de néctar de las flores y por eso somos muy importantes pues ayudamos a realizar la **polinización** de

muchas flores. Cuando nos posamos en una flor, nos llenamos las patas de polen que llevamos a otra flor. Así se mezcla el polen de ambas y se facilita la fecundación de la planta y su posterior reproducción.

Como todos, cumplimos una función dentro de una cadena alimenticia, ya que servimos de alimento para otros animales como pájaros, murciélagos, hormigas, ratones, arañas, lagartijas, ranas y muchos más.

Ahora sí, ya sabes que hay muchos tipos de mariposas y que somos muy bonitas. Cuando veas una no la atrapes, simplemente trata de observar sus características y dibújalas. ¿Sabías que hay científicos que se dedican a dibujar la naturaleza? A esta actividad se le llama ilustración científica y para realizarla es muy importante fijarse en todas las partes de lo que se va a dibujar y tratar de copiarlas lo más parecido posible.

No te olvides que, como todos los demás, dependemos de la naturaleza para vivir. Si cuidas nuestra casa, es decir, los árboles, plantas y flores, estarás ayudando a que siempre puedas disfrutar del maravilloso espectáculo que es ver una mariposa.

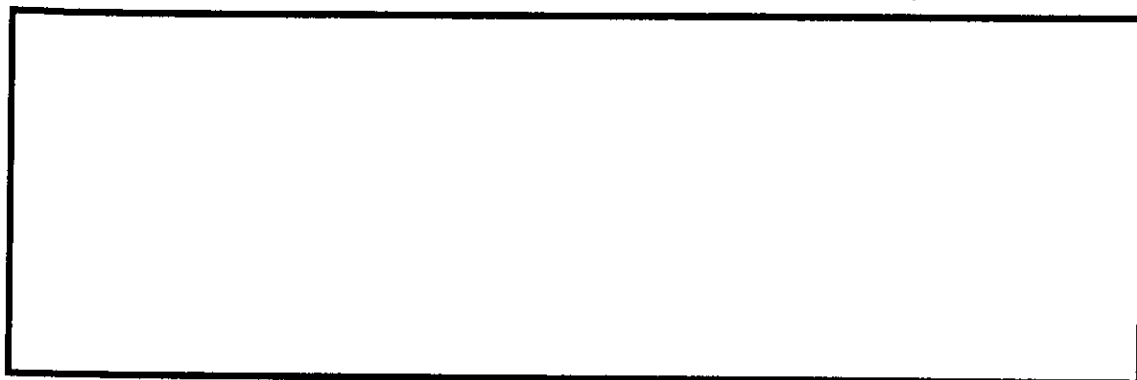
Ahora que te parece si **¡TE INVITO A JUGAR!**

“DESCUBRE COMO ES UNA MARIPOSA”

PISTAS

7. Busca la mariposa con alas amarillas, bordes oscuros y que se le ven mucho las venas en las alas y copia su cabeza sin antenas.
8. Busca la mariposa anaranjada que viene desde Canadá a México y dibuja su tórax.
9. Busca la mariposa amarilla con negro que se alimenta de *Urtica*, *Parietaria*, *Boehmeria* y *Humulus* y dibuja su abdomen.
10. Busca la mariposa amarilla que se le ve la mayor parte del año, especialmente de mayo a noviembre y copia sus antenas.
11. Busca una mariposa que tiene una mancha amarilla grande en cada una de las alas anteriores y que tiene vuelo poderoso de 3 a 4 metros de altura y copia la forma de las alas anteriores.
12. Busca una mariposa café oscuro con franjas claras y que se alimenta de moráceas y copia la forma de sus alas posteriores.

Dibuja aquí una mariposa formada con las partes que se indican en las pistas y al terminar compárala con tu dibujo anterior.



POR ÚLTIMO, ADIVINA CUAL DE TODAS LAS MARIPOSAS SE PARECE A MÍ.

Escribe aquí mi descripción:

FAMILIA:

NOMBRE COMÚN:

ALIMENTO:

¿QUÉ COMO?

¿DÓNDE VIVO?

Recuerda que yo, Beto, soy una caricatura.

Apéndice 9. Cuestionario de conocimientos utilizado para evaluar la adquisición de conocimientos por las actividades realizadas.

1. **Lepidóptero significa:**
 - a) **Alas de colores**
 - b) **Alas con escamas**
 - c) **Alas de insectos**
2. **Todos los insectos, como las mariposas, tienen las siguientes partes:**
 - a) **Pico, plumas y patas**
 - b) **Abdomen, cabeza y alas**
 - c) **Cabeza, tórax y abdomen**
3. **Todas las mariposas están activas:**
 - a) **En el día (diurnas)**
 - b) **En la noche (nocturnas)**
 - c) **Ambos (día y noche)**
4. **La metamorfosis es:**
 - a) **Un proceso mediante el cual las mariposas comen**
 - b) **Un proceso mediante el cual los huevos se transforman en larva, pupa y mariposa**
 - c) **Un proceso mediante el cual las mariposas se defienden de sus enemigos.**
5. **Las mariposas se alimentan de:**
 - a) **Néctar**
 - b) **Hojas**
 - c) **Polen**
6. **El mimetismo es:**
 - a) **Un proceso que usan las mariposas para defenderse (engañar a sus enemigos)**
 - b) **Un proceso mediante el cual los huevecillos se transforman en mariposa**
 - c) **Un proceso que usan para atacar a sus enemigos**
7. **Las mariposas, igual que las abejas y colibríes, nos ayudan a:**
 - a) **Adornar el paisaje**
 - b) **Polinizar las flores**
 - c) **Producir miel**
8. **Para hacer una ilustración científica es necesario:**
 - a) **Que quede bonita**
 - b) **Ser un excelente dibujante**
 - c) **Conocer las características de lo que se va a dibujar**

9. Las mariposas viven:
- a) En casi todo el planeta
 - b) Sólo en bosques y selvas
 - c) En los lugares muy fríos
10. Las mariposas sirven de alimento:
- a) A los perros
 - b) Pájaros, lagartijas y murciélagos
 - c) No son alimento de nadie

Apéndice 10. Análisis de las respuestas a cada pregunta por inciso de opción múltiple, para cada niño(a), por grupo y por grado escolar para identificar diferencias obtenidas para cada pregunta individual.

Se encuentra señalado en negritas el inciso correcto y el número de niños que lo contestaron antes y después de la actividad para cada grupo por grado. Como ejemplo, en la hoja de resultados para el primer grupo de cuarto grado, vemos que para la primera pregunta, la mayoría de los participantes respondieron equivocadamente y únicamente tres acertaron al señalar el inciso b) como la respuesta correcta. Sin embargo al revisar los resultados después de la actividad, vemos cómo la gran mayoría de los participantes respondieron correctamente y únicamente dos de ellos señalaron opciones incorrectas al marcar los incisos a) y c).

Respuestas obtenidas de los grupos 1 y 2 de 4° Grado, por inciso de cada pregunta del examen previo (E1) y final (E2)							
Grupo 1 (31 alumnos)				Grupo 2 (31 alumnos)			
Pregunta	Inciso	E1	E2	Pregunta	Inciso	E1	E2
1.-	a)	12	1	1.-	a)	13	7
	b)	3	29		b)	5	20
	c)	16	1		c)	13	4
2.-	a)	7	0	2.-	a)	1	1
	b)	16	3		b)	19	8
	c)	8	28		c)	11	22
3.-	a)	8	7	3.-	a)	13	7
	b)	4	2		b)	6	7
	c)	19	22		c)	12	17
4.-	a)	13	6	4.-	a)	8	4
	b)	8	20		b)	19	24
	c)	10	5		c)	4	3
5.-	a)	11	13	5.-	a)	15	15
	b)	11	9		b)	5	4
	c)	9	9		c)	11	12
6.-	a)	7	20	6.-	a)	4	14
	b)	12	8		b)	17	10
	c)	12	3		c)	10	7
7.-	a)	14	8	7.-	a)	6	9
	b)	6	22		b)	17	18
	c)	11	1		c)	8	4

8.- a)	10	2	8.- a)	4	5
b)	5	4	b)	6	4
c)	16	25	c)	21	22
9.- a)	12	20	9.- a)	12	22
b)	15	28	b)	15	9
c)	4	3	c)	4	0
10.- a)	7	0	10.- a)	2	1
b)	2	25	b)	11	22
c)	22	6	c)	18	8

Respuestas obtenidas de los grupos 1 y 2 de 5º Grado, por inciso de cada pregunta del examen previo (E1) y final (E2)

Grupo 1 (33 alumnos)				Grupo 2 (35 alumnos)			
Pregunta	Inciso	Antes	Después	Pregunta	Inciso	Antes	Después
1.- a)	7	1	1.- a)	10	2		
b)	1	27	b)	8	31		
c)	25	5	c)	17	2		
2.- a)	0	0	2.- a)	0	0		
b)	27	11	b)	25	6		
c)	6	22	c)	10	29		
3.- a)	21	5	3.- a)	11	5		
b)	1	1	b)	1	0		
c)	11	27	c)	23	30		
4.- a)	8	2	4.- a)	2	0		
b)	19	28	b)	30	35		
c)	6	3	c)	3	0		
5.- a)	12	24	5.- a)	21	27		
b)	5	2	b)	7	4		
c)	16	7	c)	7	4		
6.- a)	6	22	6.- a)	4	29		
b)	21	10	b)	16	2		
c)	6	1	c)	15	4		
7.- a)	3	4	7.- a)	7	5		
b)	21	25	b)	21	30		
c)	9	4	c)	7	0		

8.-	a)	3	2		8.-	a)	6	1
	b)	8	4			b)	8	3
	c)	22	27			c)	21	31
9.-	a)	11	19		9.-	a)	5	30
	b)	21	12			b)	30	5
	c)	1	2			c)	0	0
10.-	a)	3	0		10.-	a)	1	0
	b)	11	25			b)	8	28
	c)	19	8			c)	26	7

Respuestas obtenidas de los grupos 1 y 2 de 6º Grado, por inciso de cada pregunta del examen previo (E1) y final (E2)

Grupo 1 (36 alumnos)				Grupo 2 (34 alumnos)			
Pregunta	Inciso	Antes	Después	Pregunta	Inciso	Antes	Después
1.-	a)	18	5	1.-	a)	10	0
	b)	9	30		b)	11	27
	c)	9	1		c)	13	7
2.-	a)	0	1	2.-	a)	2	0
	b)	23	17		b)	30	12
	c)	13	18		c)	2	22
3.-	a)	11	5	3.-	a)	10	4
	b)	0	1		b)	4	0
	c)	25	30		c)	20	30
4.-	a)	8	2	4.-	a)	2	5
	b)	24	32		b)	21	27
	c)	4	2		c)	11	2
5.-	a)	15	22	5.-	a)	13	29
	b)	6	5		b)	10	2
	c)	15	9		c)	11	3
6.-	a)	16	22	6.-	a)	11	22
	b)	17	11		b)	14	9
	c)	3	3		c)	9	3
7.-	a)	5	3	7.-	a)	10	1
	b)	23	29		b)	14	32

	c)	8	4			c)	10	1
8.-	a)	4	1			8.-	5	2
	b)	5	2			b)	4	3
	c)	27	33			c)	25	29
9.-	a)	13	29			9.-	9	20
	b)	21	7			b)	25	14
	c)	2	0			c)	0	0
10.-	a)	4	2			10.-	0	1
	b)	14	27			b)	7	21
	c)	18	7			c)	27	12

Apéndice 11. Obtención de resultados por pregunta contestada correctamente por grupo de cada grado escolar.

Para los grupos 1 y 2 de cuarto grado:

Resultados por pregunta contestada correctamente en el examen previo (E1) y final (E2) por los grupos 1 y 2 de cuarto grado				
Pregunta	Grupo 1 (31 alumnos)		Grupo 2 (31 alumnos)	
	E1	E2	E1	E2
1	3	29	5	20
2	8	28	11	22
3	19	22	12	17
4	8	20	19	24
5	11	13	15	15
6	12	20	4	14
7	6	22	17	18
8	16	25	21	22
9	12	20	12	22
10	2	25	11	22

Suma de preguntas contestadas correctamente (grupo1 + grupo2) para el examen previo (E1) y final (E2) para cuarto grado (ver figura 1 en el texto)		
Pregunta	Total E1	Total E2
1	8	49
2	19	50
3	31	39
4	27	44
5	26	28
6	16	34
7	23	40
8	37	47
9	24	42
10	13	47

Para los grupos 1 y 2 de quinto grado:

Resultados por pregunta contestada correctamente en el examen previo (E1) y final (E2) por los grupos 1 y 2 de quinto grado				
Pregunta	Grupo 1 (33 alumnos)		Grupo 2 (35 alumnos)	
	E1	E2	E1	E2
1	1	27	8	31
2	6	22	10	29
3	11	27	23	30
4	19	28	30	35
5	12	24	21	27
6	6	22	4	29
7	21	25	21	30
8	22	27	21	31
9	11	19	5	30
10	11	25	8	28

Suma de preguntas contestadas correctamente (grupo1 + grupo2) para el examen previo (E1) y final (E2) para quinto grado (ver figura 2 en el texto)		
Pregunta	Total E1	Total E2
1	9	58
2	16	51
3	34	57
4	49	63
5	33	51
6	10	51
7	42	55
8	43	58
9	16	49
10	19	53

Para los grupos 1 y 2 de sexto grado:

Resultados por pregunta contestada correctamente en el examen previo (E1) y final (E2) por los grupos 1 y 2 de sexto grado				
Pregunta	Grupo 1 (36 alumnos)		Grupo 2 (34 alumnos)	
	E1	E2	E1	E2
1	9	30	11	27
2	13	18	2	22
3	25	30	20	30
4	24	32	21	27
5	15	22	13	29
6	16	22	11	22
7	23	29	14	32
8	27	33	25	29
9	13	29	9	20
10	14	27	7	21

Suma de preguntas contestadas correctamente (grupo1 + grupo2) para el examen previo (E1) y final (E2) para sexto grado (ver figura 3 en el texto)		
Pregunta	Total E1	Total E2
1	20	57
2	15	40
3	45	60
4	45	59
5	28	512
6	27	44
7	37	61
8	52	62
9	22	49
10	21	48

Apéndice 12: Fotografías de las actividades realizadas con grupos escolares en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la U.N.A.M.



Materiales de apoyo y azulejos con mariposas utilizados en las pruebas



Plática previa y explicación del contenido de la actividad con niños de quinto grado de primaria



Alumnos de primaria contestando el cuestionario del cuadernillo de trabajo



Comparación de dibujos previos y finales en los cuadernillos de trabajo