



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Biología

**“CUATROCIÉNEGAS COAHUILA, ESTUDIO DE CASO PARA EL APRENDIZAJE DEL TEMA:
MÉXICO MEGADIVERSO, PARA EL BACHILLERATO”**

T E S I S

Que para optar por el grado de Maestra en Docencia
para la Educación Media Superior

P R E S E N T A

Biól. Estela Madrid Nava

Tutora principal:

Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez (FES Iztacala)

Comité tutor:

M. en C. Consuelo Arce Ortíz (FES Iztacala)

Dr. Sergio Cházaro Olvera (FES Iztacala)

México, Ciudad de México, junio, 2016.



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.

DEDICATORIA

A mis queridos padres Guadalupe Nava Bedolla y José Andrés Madrid López, gracias por darme la vida, por cuidarme, e inculcarme valores y principios los cuales me han permitido alcanzar mis objetivos personales y profesionales.

A mi abuelita: Domitila López, porque es una mujer admirable.

A mi Familia:

A mi adorable y amada hija quién ha sido una luz en mi vida y es uno de los regalos más maravillosos que me ha dado la vida.

A mi amado esposo José Martín Arandía García, gracias por tu comprensión, ayuda y apoyo incondicional que siempre me has dado.

A mis amigos María Esther León Velasco y Alberto Reyes García, y a la M. en C. Martha Olvera García del Instituto de Biología gracias por su apoyo y ayuda incondicional tanto en lo personal como profesional que siempre me han brindado.

A mis amigas de la Maestría: Lupita, Nancy, Laura, Christian, Lilia, Jannet, Erika, y a mis compañeros de la Maestría: Rosa, Tere, Lolita, Yadira, Ramsé, Max (EPD), David, Carlos, y Liliana. Gracias por todos los momentos gratos que pase con ustedes y por todas las enseñanzas y aprendizajes de vida que me dejan. A mis amigas gracias por el apoyo y ayuda incondicional que siempre me han brindado.

A mis maestros de la Maestría especialmente: Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez, Dra. Patricia Papahiu, al M. en C. Rafael Chávez, al Dr. Miguel Monroy, Dra. Arlette López y la M. en D. Esther Nava, M. en C. Irma Dueñas gracias por sus enseñanzas, conocimientos, paciencia, consejos, pero sobre todo por su gran calidad humana.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme educación de calidad y verdaderos valores humanos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada durante el tiempo que duró la Maestría.

A mi tutora Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez por su valiosa asesoría y apoyo recibido en todo momento durante la elaboración de este trabajo y por haber contribuido en mi formación en la maestría.

A mis sinodales: M en C. Consuelo Arce Ortiz, Dr. Sergio Cházaro Olvera, Dra. Martha Juana Martínez, Dra. Arlette López Trujillo, gracias por su tiempo, las observaciones, sugerencias y enriquecedoras aportaciones que contribuyeron para mejorar mi trabajo.

Al M. en C. Alberto Reyes García, gracias por las aportaciones realizadas en este trabajo.

A mis profesoras de práctica docente: Georgina Castañeda Ayala, Ángeles Eva Caltenco González, Ángeles Robledo por sus observaciones consejos y recomendaciones.

A Laura Alanís, Alejandra Orozco, Martha Zacarías y Esther Nava por el seguimiento y excelente trato durante todos los trámites académicos.

Al Ing. Jorge Víquez Rodríguez por la parte estadística.

A la profesora del Colegio de Ciencias y Humanidades, Azcapotzalco Ángeles Eva Caltenco González por permitirme trabajar con sus grupos para la realización de mi tesis.

A los alumnos de los grupos 601 y 634 de sexto semestre de biología IV, semestre 2013-2 del CCH Azcapotzalco por su participación y colaboración en la aplicación de la estrategia didáctica.

Médico Grethel Guízar, M. en C. Consuelo Arce Ortiz, Mtra. Rocío Guadalupe Jaramillo Flores, Coordinadora de preescolar, Mtra. Valeria Ivett Villanueva Serrano subdirectora de administración de personal, a la Supervisora de la zona 348 Mtra. Cynthia Leticia Campoy López y Aurora, a todas les agradezco infinitamente la ayuda y el apoyo que me han brindado en lo personal y profesional y por la gran calidad humana que las caracteriza.

RESUMEN

Actualmente la educación científica se considera una tarea prioritaria, no sólo en lo que se refiere a la formación de profesionales de la ciencia, sino para proporcionar a todas las personas una cultura científica básica, imprescindible para asumir actitudes críticas y tomar decisiones informadas y responsables. Junto a esta creciente importancia concedida a la educación científica nos encontramos, con un grave fracaso en el logro de la enseñanza de la ciencia, acompañado de un continuo descenso en la matrícula estudiantil de las carreras científicas.

Por ello existe una necesidad imperiosa de diseñar estrategias de enseñanza y de aprendizaje alternativas para motivar, retener y mantener interesados a los alumnos en las clases de ciencias e incluirlos en diversas actividades de aprendizaje e incrementar su interés por aprender. Es por lo que el presente trabajo se realizó en un área de las ciencias en particular que es la Biología y tuvo como objetivo diseñar, implementar y evaluar una propuesta de enseñanza situada para el aprendizaje del tema: México país megadiverso, del programa de Biología IV del Colegio de Ciencia y Humanidades. La propuesta se implementó a partir de presentar un estudio de caso: “Cuatrociénegas Coahuila” para estudiantes de nivel bachillerato.

La secuencia didáctica se realizó a 39 estudiantes al momento del estudio, los participantes provienen de dos grupos regulares de sexto semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Azcapotzalco. El trabajo se constituyó en tres fases: la diagnóstica la de intervención pedagógica y la de evaluación. Los resultados muestran una diferencia significativa en los momentos de aprendizaje antes y después de la estrategia pedagógica.

Palabras clave: enseñanza situada, estudio de caso, país megadiverso.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO I.....	
1. La enseñanza de las ciencias.....	6
1.1. El aprendizaje de la ciencia.....	6
1.2. El Programa PISA.....	15
1.2.1. Los ciclos de aplicación.....	16
1.2.1.1. Población objetivo.....	16
1.2.1.2. Países de la OCDE	18
1.2.1.3. Países asociados	18
1.2.1.2. La participación de México en PISA	19
1.2.2 Resultados PISA 2009, para México.....	21
1.2.2.1. Desempeño en comprensión lectora.....	22
1.2.2.2. Desempeño en ciencias.....	22
1.2.2.3. Desempeño en matemáticas.....	23
1.3. Estructura del sistema educativo.....	23
1.3.1. “PISA grado 12”.....	25
1.3.1.1. Características socioeconómicas de los estudiantes de grado 12	27
1.3.1.2. Niveles de desempeño.....	28
1.3.1.3. Resultados en ciencias a nivel nacional.....	30
1.3.1.4. Modalidades del servicio educativo.....	31
1.4. Percepción de la Ciencia y la Tecnología en adolescentes.....	31
1.4.1. Percepción pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT).....	32
1.5. Importancia de la enseñanza de la biología.....	35
1.6. La enseñanza de la biodiversidad y su importancia en el contexto contemporáneo.....	43
1.7. Antecedentes.....	49
1.8. La enseñanza de la biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades.....	54
1.8.1. La enseñanza de la biodiversidad en el Colegio de Ciencias y Humanidades.....	56

1.8.1.1.	Ubicación del tema.....	57
1.8.1.2	Fundamentación académica.....	58
	Objetivo general.....	59
	Objetivos particulares.....	59
	CAPÍTULO II.....	
2.	La enseñanza situada de la biología: Aprendizaje basado en estudio de casos.....	60
2.1	La Concepción constructivista del aprendizaje escolar.....	61
2.2	Aprendizaje significativo.....	63
2.3	Aprendizaje situado.....	68
2.4	Semejanzas y diferencias entre Aprendizaje Basado en el Análisis de Casos (ABC) y Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	72
2.5	Aprendizaje Basado en Casos (ABC).....	74
2.5.1	Antecedentes históricos del estudio de casos.....	74
	Hipótesis.....	77
	CAPÍTULO III.....	
3	México, un país Megadiverso.....	78
3.1	¿Qué es la biodiversidad?.....	78
3.2	Factores que hacen de México un país con una gran riqueza biológica.....	82
3.2.1.	Factores geográficos.....	83
3.2.1.1.	Ubicación geográfica.....	83
3.2.1.2.	Clima.....	84
3.2.1.3.	Precipitación.....	86
3.2.2.	Factores geológicos.....	88
3.2.2.1.	Orografía.....	88
3.2.3.	Factores biogeográficos.....	89
3.2.4.	Factores culturales.....	90
	CAPÍTULO IV.....	
4.	Metodología.....	94
4.1.	Participantes.....	94
4.2.	Criterios de inclusión.....	

4.3.	Materiales e instrumentos.....	94
4.4.	Espacio y tiempo de aplicación.....	94
4.5.	Procedimiento.....	95
4.5.1.	Fase diagnóstica.....	95
4.5.2.	Fase de intervención pedagógica.....	96
4.5.3.	Fase de evaluación.....	98
	CAPÍTULO V.....	
5.	Resultados.....	99
5.1.	Primera actividad.....	99
5.2.	Segunda actividad.....	103
5.3.	Tercer actividad.....	104
5.3.1.	Primer cartel, opinión de acuerdo (anexo 1).....	104
5.3.1.1.	Primer cartel, opinión desacuerdo (anexo 1).....	105
5.3.2.	Segundo cartel, opinión de acuerdo (anexo 1).....	106
5.3.2.1.	Segundo cartel, opinión desacuerdo (anexo 1).....	106
5.3.3.	Tercer cartel, opinión de acuerdo (anexo 1).....	107
5.3.3.1.	Tercer cartel, opinión desacuerdo (anexo 1).....	108
5.3.4.	Cuarto cartel, opinión de acuerdo (anexo 1).....	108
5.4.	Resultados en relación con el concepto de megadiversidad.....	109
5.5.	Resultados de las actividades de aprendizaje “Identifica y selecciona organismos de flora y fauna y ubícalos en el ecosistema que les corresponde (terrestre y/o marino).....	110
	CAPÍTULO VI.....	
	Discusión y conclusiones.....	115
	Bibliografía.....	122
	ANEXO 1	
	ANEXO 2	
	ANEXO 3	
	ANEXO 4	
	ANEXO 5	
	ANEXO 6	
	ANEXO 7	

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años la escuela y la educación en general han estado separadas de la vida. Los niños y los jóvenes han tenido que aprender (sobre todo memorizar) una enorme cantidad de información, repetitiva y ampulosa, que comúnmente nada tiene que ver con su vida. Numerosos estudios prueban que los elevados índices de fracaso escolar, deserción, repetición y marginalidad educativa que afrontan muchos países, más que por falta de inversión en la construcción de escuelas, en la compra de libros o contratación de maestros, se debe, fundamentalmente, a la falta de una educación que sea significativa para la vida (Martínez, 2008). Desde una visión situada, se aboga por una enseñanza centrada en prácticas educativas *auténticas*, “una forma de crear significado desde las actividades cotidianas de la vida diaria” (Sagástegui, 2004, pág. 31).

Para conseguir aprendizajes significativos y funcionales, la Didáctica aconseja planteamientos metodológicos globalizadores e interdisciplinarios. Entre estas metodologías, la del estudio de casos es una de las más prometedoras. En el aprendizaje basado en casos, el estudiante aprende estudiando los casos. Este aprendizaje está anclado en contextos auténticos (Lacosta, 2012). Es una modalidad de enseñanza consolidada en la didáctica cuando lo que se pretende es mejorar la enseñanza de procedimientos y actitudes, además de adquirir los conceptos específicos de la materia (Lacosta, 2012).

Sin duda un tema que ha adquirido relevancia en diferentes ámbitos de la actividad humana y en la educación es la conservación de la biodiversidad. Durante la última década, la preocupación por la conservación de la biodiversidad se ha convertido en un "paradigma de lo que tenemos y estamos perdiendo, el símbolo del mundo en que nuestra cultura y concepción del universo ha evolucionado, nuestro mundo que está a punto de cambiar de manera irreversible" (Núñez *et. al.*, 2003, pág. 387). De ahí la importancia de conocer que México se ubica entre los cinco primeros países llamados “megadiversos”, que albergan entre 60 y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta.

La diversidad conjunta de especies de México representa aproximadamente 12% del total mundial; dicho de otra manera, 12 de cada 100 especies conocidas en el mundo se encuentran en México. Esto representa una proporción muy superior a la que le correspondería por su superficie terrestre de 1.5% del total (CONABIO, 2006).

Tomando en consideración que uno de los temas fundamentales en nuestros días es, sin duda, la conservación de la biodiversidad. Es por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo diseñar, implementar y evaluar una propuesta de enseñanza situada para el aprendizaje del tema: México país megadiverso, del programa de Biología IV del Colegio de Ciencia y Humanidades, a partir de presentar un estudio de caso: “Cuatrociénegas Coahuila”

El trabajo esta conformado por seis capítulos en el primero se da un panorama general de la importancia y la problemática que representa el aprendizaje de los siguientes temas: enseñanza de las ciencias, enseñanza de la biología, enseñanza de la biodiversidad. En el segundo trata sobre una propuesta didáctica específica, que es la enseñanza situada y dentro de ésta, el aprendizaje basado en casos. En el tercer capítulo se define que es la biodiversidad e importancia. Los criterios que se toman en cuenta para considerar a un país como megadiverso. La posición que ocupa México con respecto a otros países megadiversos, así como los factores que influyen para que nuestro país se considere megadiverso. El cuarto la metodología utilizada. Los resultados en el quinto y la discusión y conclusiones en el sexto capítulo.

Capítulo I

1. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

La educación debe concebirse, por un lado, como un derecho; el derecho a tener acceso al conocimiento acumulado por la humanidad y, por otro, como una inversión. Una población educada, informada, alerta, capacitada y motivada es más eficiente que una que carece de estos atributos. Sólo en una sociedad educada se puede pretender la participación ciudadana en actividades cívicas, en un desarrollo sustentable y en la formación de capital social. El binomio conocimiento-desarrollo es en la actualidad una relación biunívoca estrecha que sostiene y adquiere solidez por medio de la educación (Castañón y Seco, 2000).

Desde que Sócrates se refirió a la naturaleza del saber: “Sólo hay un bien, el conocimiento, y un mal, la ignorancia”, las sociedades se han propuesto dos cuestiones principales: ¿qué enseñar? y ¿cómo enseñarlo? Nadie desconoce que lo que aprendan los niños y jóvenes del presente, lo aplicarán los adultos del mañana.

La sociedad del conocimiento a la que la humanidad ingresa rápidamente difiere fundamentalmente de la sociedad industrial, que ya ha dejado su huella atrás. Mientras ésta se basó en la energía y produjo artefactos que han sido en la práctica como el automóvil, el avión, el elevador, los satélites extensiones del cuerpo humano la era del conocimiento, como algunos autores la llaman, es una extensión de la mente humana al introducir nuevos modelos para el aprendizaje. Se caracteriza, además, por la alta velocidad en la que surgen los cambios y por tener como recurso principal la información.

Un principio rector adoptado por la sociedad del conocimiento es el llamado *aprendizaje a lo largo de la vida*. Bajo este principio, el aprendizaje no comienza el primer día de clases ni concluye con la aprobación de determinado nivel o con la obtención de un certificado de estudios. El aprendizaje se realiza *a lo largo* de toda la vida, es decir, se mantiene desde el nacimiento hasta el final de la existencia. Además, no sólo posee una perspectiva longitudinal, también sucede *a lo ancho* de la vida.

Esto significa que el aprendizaje no se desarrolla únicamente dentro del sistema educativo, también se produce en otros espacios que integran la vida social, como el hogar, el juego, el trabajo, entre otros, (INEE, 2012).

En las conclusiones de la Conferencia General de la UNESCO de 1995, J. Delors, entonces de la Comisión Europea, apuntaba: “Solíamos pensar que la vida se dividía en un tiempo para el aprendizaje, un tiempo para el trabajo y un tiempo para el descanso en la jubilación. Pero todo esto se verá trastocado por el mundo que nos viene encima y ésta será una de las cosas más difíciles de asumir. La gente tendrá que seguir aprendiendo a lo largo de toda la vida, aumentando su capacidad para juzgar y actuar, en un sistema de educación formal e informal” (Castañón y Seco, 2000, pág.13).

En efecto, cada vez se asume con mayor frecuencia que la educación debe adquirir nuevas formas y concepciones con base en la transformación *de estudiar para la vida en aprender durante toda la vida*; aprendiendo a conocer, aprendiendo a hacer, aprendiendo a convivir, aprendiendo a ser.

Por lo que educar debe ser algo más que proporcionar conocimientos, debe servir para la vida, debe estar en relación directa con las necesidades del sujeto, poniendo el acento en las capacidades y en favorecer la mejor inserción de los individuos a la sociedad (Veglia, 2007).

A través de la enseñanza de las ciencias se contribuye a formar individuos críticos, reflexivos y responsables, capaces de entender y cuestionar el mundo que los rodea. La educación en ciencias fomenta un rol activo de los alumnos y les brinda herramientas para resolver en forma responsable las diferentes situaciones que se les pudieran presentar (Veglia, 2007).

La ciencia ha sido pieza clave en el devenir histórico del mundo, ha fortalecido la consolidación de los procesos tecnológicos y ha impactado en la cultura de los pueblos. La ciencia y la tecnología, al formar parte de la cultura de la sociedad, constituyen componentes centrales del momento histórico que viven las personas. Este conocimiento se manifiesta a través de diferentes formas, la más usual es la del conocimiento incorporado en objetos y servicios.

Pero también está presente en los individuos mediante las actitudes, los hábitos, los intereses y las habilidades. En la cultura misma está presente mediante valores, creencias, saberes y actitudes; por ello se afirma que la cultura científica es un atributo de la sociedad, que se expresa en las competencias de su ciudadanía, en los actos cotidianos y habituales de los individuos, los cuales son determinantes (Márquez y Tirado, 2009). Por lo que se requiere que los ciudadanos, posean conocimientos de ciencia y tecnología en este campo del conocimiento, La UNESCO señaló que “Una enseñanza científica y tecnológica que sea pertinente y de buena calidad, representa un instrumento esencial, no sólo para la formación de los científicos, sino también para fomentar los conocimientos básicos, las aptitudes prácticas y el espíritu crítico de los niños, los jóvenes y los adultos, facilitando su participación fructífera en una sociedad mundial que evoluciona a pasos agigantados” (SEP, 2014, pág. 22).

Hoy en día, la percepción social de la ciencia y la tecnología comienza a ser reconocida como un campo de interés creciente para los investigadores y los tomadores de decisión política en los países iberoamericanos. Debido a ello, la participación ciudadana en estos aspectos se ha vuelto una preocupación, en tanto se pretende ganar el aporte de los ciudadanos en ámbitos que habían sido exclusivos de la comunidad científica.

Es predecible que, en la medida en que la orientación de la investigación científica se dirija a la solución de problemas sociales concretos, la percepción de la ciencia se tornará más positiva, pero sobre todo estimulará en la sociedad el pensamiento científico y su interés hacia los temas científicos y tecnológicos. Pero algo aún mucho más relevante y apremiante en todo esto es que tanto los niños, adolescentes, jóvenes y adultos estén plenamente conscientes de muchos de los enormes problemas que afronta la humanidad, como son la pandemia del SIDA, el cambio climático, el deterioro ecológico, la pobreza y la crisis energética, pues la participación ciudadana responsable es central para mitigarlos o resolverlos (Márquez y Tirado, 2009).

La generación de conocimiento científico en este siglo no sólo es el motor de desarrollo de muchos países, sino que también ha movilizadado y planteado retos a los sistemas educativos que se han visto rebasados en sus modelos de aprendizaje en función de lo que la ciencia posibilita (Sañudo y Perales, 2014).

Esta vertiginosa producción de conocimiento, sin embargo, no es garantía de su apropiación por los sujetos y la sociedad en general, puesto que prevalecen condiciones tales como el distanciamiento entre el avance científico y tecnológico con lo que se enseña en el aula, la poca o nula aplicación por parte de los estudiantes de los conocimientos derivados de la ciencia para la toma de decisiones informadas, y porque el conocimiento generado en la escuela no impacta en la comunidad (Sañudo y Perales, 2014).

Por lo anterior puede afirmarse que en los últimos años la educación científica vive una contradicción por un lado sin atisbo de duda, nunca antes se ha hecho un esfuerzo tan grande en proporcionar a todas las personas una cultura científica básica (Pozo, 2002), un ejemplo claro lo vemos en la inclusión con carácter obligatorio de asignaturas en ciencias en el currículum de la educación básica (Márquez, 2010). En la Declaración sobre la Ciencia y el Uso del Saber Científico que fue aprobada en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia, celebrada en Budapest en 1999 se manifestó que: “Es urgente renovar ampliar y diversificar la educación básica para todos en el campo de las ciencias, haciendo hincapié en las competencias y los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para participar de manera significativa en la Sociedad del futuro” (SEP, 2014, pág. 22).

Para reforzar la idea anterior vale la pena considerar el crecimiento de la educación obligatoria en nuestro país, que pasó en 2012 de 9 años a 12, a partir de la incorporación del nivel medio superior a la educación obligatoria que imparte el Estado. Por lo tanto la prolongación de la educación obligatoria, supone una extensión también de la educación científica, y esta alcanza a más alumnos y durante más tiempo (Pozo, 2002). Y por otro lado existe una creciente promoción de los saberes científicos en diversos ámbitos (museos, revistas de divulgación, documentales de televisión, etcétera) lo que hace que la presencia de la ciencia en términos cuantitativos sea más extensa e intensa que nunca.

Pero al mismo tiempo, paradójicamente se extiende una creciente sensación de crisis o fracaso de tal educación. Rosáira (2006), señala que los alumnos que tienen interés por las ciencias son en general una minoría en todos los países, e incluso para ellos las dificultades de aprendizaje son enormes.

Se trata de una tendencia mundial que se agudiza año tras año, hasta tal punto que organismos como la Comisión Europea ha alertado en un reciente informe sobre el “peligro capital para el futuro de Europa” que supone la disminución de jóvenes que estudian ciencias (Fernández 2008).

Pozo (2002), menciona que en España, si se analiza el ingreso de los alumnos a la Universidad, hay una crisis generalizada en los estudios científicos. Proporcionalmente cada vez son menos los alumnos que desean cursar carreras científicas. Hoy en día se constata un 25% menos de alumnos universitarios de ciencias que en el año 2000 (Fernández, 2008). A su vez los datos de las investigaciones sobre los niveles de aprendizaje de la ciencia alcanzados por esos mismos alumnos son bastante desconsoladores, tanto desde el punto de vista cuantitativo, si se tiene en cuenta los niveles medios de rendimiento, como desde el punto de vista cualitativo, si se estudia el grado de comprensión y aprendizaje realmente alcanzado (Pozo, 2002).

En la Ciudad de México la problemática antes mencionada no es tan diferente, en un estudio exploratorio realizado por Márquez y Tirado (2009), con una muestra de 1808 estudiantes, encontraron que las cinco profesiones que más les gustaría estudiar son, en orden descendente: Relaciones Internacionales, Diseño Gráfico, Medicina, Arquitectura, Psicología e Informática/Comunicación; las cinco que menos les gustaría estudiar son: Odontología, seguida por Física, Química, Matemáticas, Actuaría y Filosofía.

Es de resaltar que en esta subescala de intereses, dos disciplinas de clara vocación científica, como son la física y la química, quedaron entre las de menor preferencia. El 58.8% y 57.0% respondieron no tener nada de interés por estudiar alguna de estas disciplinas, seguidas muy de cerca (52.2%) por matemáticas.

Cabe señalar que las carreras profesionales que más interesan a los adolescentes son las sociales, y las que suscitan escaso interés son las del ámbito de las ciencias naturales y exactas.

Los datos antes señalados reflejan sin duda alguna el desajuste cada vez mayor que existe entre la ciencia que se enseña (en sus formatos, contenidos, metas, etc.) y los propios alumnos, lo cual refleja una auténtica crisis en la *cultura educativa* que requiere adoptar no sólo nuevos métodos, sino sobre todo nuevas metas, una nueva cultura educativa (Pozo y Gómez 2006a).

1.1. El aprendizaje de la ciencia

Un problema muy habitual en las aulas es que los profesores “explican” o enseñan “conceptos” (la energía cinética, el enlace covalente, la fotosíntesis o la densidad) que los alumnos en realidad aprenden como una lista de datos, que se limitan a memorizar o reproducir en el mejor de los casos. Esto se debe a que la comprensión es más exigente para el alumno que la mera repetición. Comprender requiere poner en marcha procesos cognitivos más complejos que repetir (Pozo y Gómez, 2006b).

Los hechos y datos se aprenden de modo literal, consisten en una reproducción exacta, en la que el aprendiz no pone nada de su parte, salvo el esfuerzo de repetirla, mientras que los conceptos se aprenden relacionándolos con los conocimientos previos que se poseen. Así la adquisición de hechos y datos es de carácter todo o nada (Pozo y Gómez, 2006b).

Los hechos y los conceptos no solo difieren en su aprendizaje, sino también en su olvido. Lo que se aprende como dato tiende a olvidarse fácilmente en cuanto se deja de repasar o practicar.

En cambio, aquello que se comprende se olvida de manera diferente. Tal vez con el tiempo algo se vaya borrando y la comprensión se difumine y deforme, pero teniendo en cuenta los principios que rigen la memoria o la recuperación del conocimiento aprendido, el olvido no es tan repentino ni tan total como en el aprendizaje de datos. Todos estos rasgos hacen que el aprendizaje de conceptos sea más eficaz y duradero que el aprendizaje de datos,

pero también más exigente. Sus resultados son mejores, pero las condiciones para que se ponga en marcha son también más difíciles. Como mostró Ausubel en su teoría sobre el *aprendizaje significativo* deben cumplirse ciertas condiciones para que tenga lugar la comprensión (Pozo y Gómez, 2006b).

Sin duda las dificultades en el aprendizaje de la ciencia se deben a las prácticas escolares y a la solución de problemas, que tienden a centrarse más en tareas rutinarias o cerradas, con escaso significado científico.

Esta pérdida de sentido del conocimiento científico no sólo limita su utilidad o aplicabilidad por parte de los alumnos, sino también su interés o relevancia. De hecho, como consecuencia de la enseñanza recibida, los alumnos manifiestan actitudes inadecuadas o incluso incompatibles con los propios fines de la ciencia, que se traducen sobre todo en una falta de motivación o interés por su aprendizaje. Además de esa falta de interés, los alumnos tienden a asumir actitudes inadecuadas con respecto al trabajo científico, adoptando posiciones pasivas, esperando respuestas en lugar de formularlas, y mucho menos hacerse las preguntas; concebir los experimentos como “demostraciones” y no como investigaciones; asumir que el trabajo intelectual es una actividad individual y no de cooperación y búsqueda conjunta; considerar la ciencia como un conocimiento neutro, desligado de sus repercusiones sociales (Pozo y Gómez 2006a).

El panorama antes citado se agudiza cuando tomamos en cuenta otros factores, presentes en la cultura y que se asocian al bajo nivel de aprendizaje de los alumnos (Rosáira, 2006; Cárdenas, 2007) como:

- La desvalorización, por parte de los propios estudiantes y a veces del grupo social al que pertenecen, de la adquisición de conocimientos científicos.
- Otros intereses más inmediatos.
- Presentación de las ciencias tanto en la escuela como en los medios de comunicación como un área difícil y resultado de la aplicación de poderosos métodos objetivos y fidedignos.
- Actividades instruccionales enfocadas a la memorización de al parecer hechos inconexos o que los alumnos reciban hechos ya descubiertos, dejando de lado su propia exploración de cuestiones científicas.

- También contenidos no motivadores alejados del mundo de los jóvenes.
- Reducción de trabajos prácticos a meros ejercicios siguiendo recetas que no modifican las preconcepciones de los estudiantes.
- Presentación del método científico como algo exacto e infalible o bien como un conjunto de etapas con énfasis en lo cuantitativo, olvidando la duda y la creatividad tan propios del quehacer científico, lo que puede llevar a los estudiantes a pensar en la ciencia como algo árido, sin interés o incluso irrelevante frente a las problemáticas sociales.
- Los alumnos tienen una percepción compartida de que sólo los más capaces pueden triunfar en las clases de ciencias o sólo quienes son muy buenos memorizando, todo ello es probable que convenga a muchos de que es imposible tener éxito en las clases de ciencias o de que ni siquiera es algo particularmente deseable.
- La forma en cómo se construyen por parte de los autores los libros de texto, éstos no logran que los alumnos le den sentido, al presentar el conocimiento aislado de la vida cotidiana del alumno y sin la posibilidad de emplearlo para dar significado a su entorno; ello promueve que la tarea de aprender se oriente fundamentalmente a la memorización de hechos, fórmulas, etcétera.
- Los alumnos también encuentran dificultades conceptuales y en el uso de estrategias de razonamiento y solución de problemas propios del trabajo científico. Por ejemplo, muchas veces no logran adquirir las destrezas que se requieren, ya sea para elaborar una gráfica a partir de ciertos datos o para observar correctamente a través de un microscopio. En otros casos el problema se debe más bien a que saben hacer cosas pero no entienden lo que hacen, y por lo tanto no logran explicar ni aplicarlas a nuevas situaciones (Pozo y Gómez, 2006a).

Sin agotar la lista de razones, es posible apreciar incluso que muchas de éstas se relacionan unas con otras y, por tanto, proponer soluciones para el problema no consistirá solamente en hacer modificaciones a los temas que se presentan a los alumnos en el aula, requiere una aproximación didáctica diferente, que retome los principios del aprendizaje generados por las ciencias cognitivas, así como los aspectos pedagógicos propios del contenido disciplinar. Por muy interesantes que sean estos temas, si se presentan de

manera que los alumnos no aprecien qué sentido tiene aprenderlos o bien de manera que no se favorezca el aprendizaje, la situación actual tiende a perpetuarse (Cárdenas, 2007).

Son muchas las investigaciones que se han hecho en los últimos años en relación con la comprensión de los procesos de aprendizaje de la ciencia. Varios de estos trabajos se han centrado en estudiar las ideas intuitivas, fuertemente arraigadas, con las que los alumnos llegan a la escuela y las dificultades que esas ideas supuestamente provocan en la adquisición del conocimiento científico, de modo que muchas de ellas persisten incluso después de varios años de instrucción específica (Gómez Crespo *et al.*, 2004).

Numerosas investigaciones muestran que el conocimiento cotidiano con el que los alumnos llegan a la escuela compite, la mayoría de las veces con ventaja, con el conocimiento científico que se intenta transmitir a través de ella. Los alumnos no encuentran la necesidad de recurrir a modelos más complejos cuando manejan otro más simple. Cambiar ese conocimiento cotidiano y las “concepciones alternativas” a las que da lugar requiere algo más que sustituir las ideas de los alumnos por otras científicamente más aceptables, como tradicionalmente se ha intentado. Se hace necesario modificar los principios implícitos a partir de los que los alumnos han elaborado su conocimiento, que en la mayoría de los casos son diferentes a los que estructuran las teorías científicas (Gómez Crespo *et al.*, 2004).

A partir de estos estudios se ha asumido que aprender ciencia requiere un profundo cambio conceptual que ayude a reorganizar las representaciones intuitivas o cotidianas de los alumnos y que, por tanto, para lograr un verdadero aprendizaje de la ciencia es preciso diseñar estrategias de enseñanza orientadas al logro de ese cambio conceptual.

Por lo que enseñar ciencias no debe tener como meta presentar a los alumnos los productos de la ciencia como saberes acabados. Al contrario, es recomendable enseñar la ciencia como un saber histórico y provisional, intentando hacerles participar de algún modo en el proceso de elaboración del conocimiento científico, con sus dudas e incertidumbres, lo cual requiere de ellos también una forma de abordar el aprendizaje como un proceso constructivo, de búsqueda de significados e interpretación, en lugar de reducir el

aprendizaje a un proceso repetitivo o reproductivo de conocimientos precocinados, listos para el consumo (Pozo y Gómez, 2006a).

Los resultados de la educación científica han sido preocupación de los gobiernos y de los organismos internacionales, que promueven la formación en este campo de los niños y jóvenes. Es a través de comparar los resultados alcanzados con respecto a estándares internacionales, como se valora la calidad de la formación científica en cada país, un claro ejemplo de ello lo encontramos en el Programa Internacional para la Evaluación de los Alumnos, "PISA"(acrónimo del *Programme for International Student Assessment*), al cual haremos referencia de manera más puntual en el apartado siguiente.

1.2. El Programa PISA

Una de las principales finalidades de la educación en ciencias es lograr la alfabetización científica, a través de la cual las personas reconozcan no sólo los principales conceptos, hipótesis y teorías de la ciencia, sino que sean capaces de usarlos en la resolución de problemas, la comprensión del mundo y la toma de decisiones. La educación en ciencias no sólo debe ser para las ciencias, "...sino a través de la ciencias, para que ésta contribuya a la formación de una ciudadanía participativa, es decir, una educación científica para la acción" (Sañudo y Perales, 2014, pág. 30)

En el momento actual los nuevos currículos de enseñanza de las ciencias se están definiendo sobre la base del desarrollo de competencias. Este concepto puede tener acepciones muy diversas, pero es de interés la definición en el marco del proyecto PISA: que considera la competencia científica como la "Capacidad de los alumnos de utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas y obtener conclusiones a partir de evidencias, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce" (Vélaz, 2006).

El Programa PISA fue diseñado y puesto en marcha por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), a finales de la década de los noventa como un estudio internacional, comparado y periódico del rendimiento de los alumnos con la finalidad de generar indicadores sobre distintos aspectos del funcionamiento de los

sistemas educativos que permitiesen a los países adoptar medidas para mejorar la calidad de la educación, centradas en los resultados del aprendizaje (Vélaz, 2006).

El programa PISA considera que la formación científica es un objetivo clave de la educación y debe lograrse durante el periodo obligatorio de enseñanza, independientemente de que los alumnos continúen sus estudios científicos o no lo hagan, ya que la preparación básica en ciencias se relaciona con la capacidad de pensar en un mundo en el que la ciencia y la tecnología influyen en nuestras vidas. Considera, por tanto, que la formación básica en ciencias es una competencia general necesaria en la vida actual (Gil y Vilches, 2006).

1.2.1. Los ciclos de aplicación

PISA tiene una periodicidad definida: se aplica cada tres años y en cada ciclo se enfatiza un área o competencia diferente. En 2000 el énfasis fue Lectura, en 2003 Matemáticas, en 2006 Ciencias y en 2009 fue nuevamente Lectura. Esto quiere decir que la parte más extensa del examen se refiere al área de concentración correspondiente a ese año (los porcentajes son aproximadamente 66% para el área de concentración y 17% para cada una de las otras áreas) (INEE, 2010).

1.2.1.1. Población objetivo

La población en la que se enfoca PISA son los estudiantes que al momento de la aplicación se ubican en el rango de edad que va de 15 años tres meses a 16 años dos meses; deben estar inscritos en una institución educativa a partir del séptimo grado que en México corresponde al último año de secundaria, y se excluye a los estudiantes que se encuentran por debajo de ese grado (INEE, 2012).

PISA se centra en la capacidad de los estudiantes para usar sus conocimientos y habilidades y no en saber hasta qué punto dominan un plan de estudios o currículo escolar. Por ello, no mide qué tanto los estudiantes pueden reproducir lo que han aprendido, sino que indaga en lo que se denomina *competencia (literacy)*, es decir, la

capacidad para extrapolar lo que se ha aprendido a lo largo de la vida, su aplicación en situaciones del mundo real, así como la capacidad de analizar, razonar y comunicar con eficacia los planteamientos, las interpretaciones y la resolución de problemas en una amplia variedad de situaciones (Flores y Díaz, 2013).

Como se comentó, el estudio se basa en un enfoque dinámico de aprendizaje en el que los nuevos conocimientos y habilidades necesarios para adaptarse con éxito a un mundo cambiante se obtienen continuamente a lo largo de la vida. Un concepto crucial en el enfoque es el término *literacy*, que en México se ha manejado como *competencia*. La *competencia* o *literacy* se refiere a la capacidad de los estudiantes de extrapolarlo que han aprendido y aplicar sus conocimientos y habilidades en nuevos escenarios; así como de analizar, razonar y comunicarse de manera satisfactoria al plantear, resolver e interpretar problemas en diversas situaciones del mundo cotidiano.

La adquisición de competencias es un proceso que dura toda la vida y no sólo se obtiene a través de la escuela o el aprendizaje formal, sino mediante la interacción con los compañeros, los pares y la sociedad. Las competencias también se identifican con habilidades complejas que son relevantes para el bienestar personal, social y económico en la vida como adultos (INEE, 2012).

Si bien PISA no mide la totalidad de las competencias, sí se enfoca en aquellas habilidades que son consideradas relevantes y predictoras del éxito futuro de los estudiantes, ya sea si inician su vida laboral, o bien, si continúan con sus estudios en posteriores niveles educativos. La información obtenida se centra en identificar las fortalezas y debilidades de los sistemas educativos nacionales y, sobre todo, intenta detectar los factores asociados al desempeño educativo. Además, al evaluar el nivel de competencia de los estudiantes, en comparación con los de otros países participantes, se sientan las bases para un diálogo internacional que permita la colaboración entre las naciones en temas educativos (Flores y Díaz, 2013).

Para tener una idea más nítida de lo que significa el enfoque de PISA es preciso ubicar esta prueba en un contexto en el que la globalización de la economía en las sociedades del siglo XXI plantea nuevos desafíos para la educación. Este proceso mundial, aunado al

amplio desarrollo de la tecnología y la información, ha dado lugar a lo que se conoce como la sociedad del conocimiento, de la información, de la comunicación o del aprendizaje.

Con este panorama, se espera que los sistemas educativos proporcionen a todos los jóvenes una educación de calidad que promueva los aprendizajes para la vida en un contexto de crecimiento exponencial de la información y el conocimiento en todos los campos. La diversificación sin precedentes de los espacios, medios y lenguajes para la producción, la circulación y utilización de esta información y conocimiento son un reto para el camino que debe tomar la educación en estos días (INEE, 2012).

El estudio PISA está organizado y dirigido cooperativamente por los países miembros de la OCDE y un número cada vez mayor de asociados. El total de países participantes fue de 32 en 2000, 41 en 2003, 57 en 2006 y 65 en 2009 (figura 1) de ellos, los 33 países miembros de la OCDE más 32 países asociados (Instituto de Evaluación, 2010).

1.2.1.2. Países de la OCDE:

Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Corea, Chile, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Islandia, Israel, Japón, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia, Suiza, Turquía.

1.2.1.3. Países asociados:

Albania, Argentina, Azerbaiyán, Brasil, Bulgaria, Colombia, Croacia, Dubai (UAE), Estonia, Federación Rusa, China-Hong Kong, China-Macao, China-Taipei, China-Shanghai, Indonesia, Jordania, Kazajistán, Kirguistán, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Moldavia, Montenegro, Qatar, Panamá, Perú, República Dominicana, Rumania, Serbia, Singapur, Tailandia, Trinidad y Tobago, Túnez, Uruguay.

c) La conciencia de que la ciencia y la tecnología forman nuestro entorno material, intelectual y cultural.

d) La buena voluntad de comprometerse con las cuestiones relacionadas con la ciencia y las ideas de la misma, como un ciudadano reflexivo.

Los resultados se presentan principalmente de dos maneras: a través de la puntuación obtenida en promedio por los estudiantes de un país y por medio de los porcentajes de alumnos en cada uno de varios niveles de desempeño. La escala está diseñada de modo que el promedio de los países de la OCDE es igual a 500 puntos. Los puntajes individuales más altos pueden llegar hasta 800 puntos y los más bajos hasta 200 (tabla 1).

Tabla 1. Descripción y escala de los niveles PISA 2006

Niveles	Descripción genérica
Nivel 6 (707-800)	Situarse en uno de los niveles altos significa que un alumno tiene potencial para realizar actividades de alta complejidad.
Nivel 5 (633-706)	
Nivel 4 (558-632)	Por arriba del mínimo y, por ello bastante buenos, aunque no del nivel óptimo para la realización de las actividades cognitivas más complejas.
Nivel 3 (484-557)	
Nivel 2 (409-483)	Mínimo adecuado para desempeñarse en la sociedad contemporánea.
Nivel 1 (334-408)	Insuficiente (en especial el 0) para acceder a estudios superiores y para las actividades que exige la vida en la sociedad del conocimiento.
Nivel 0 (200-333)	

Fuente: Schleicher, 2008.

El promedio es de 500 puntos, para el caso de México se tiene un nivel 2 en promedio.

México se ubica en la posición 44 en lectura, 48 en matemáticas y 49 en ciencias, posiciones con respecto a los 57 países evaluados por la OCDE. Con respecto al promedio internacional, tenemos una diferencia de 36 puntos en lectura, 48 en matemáticas y 51 puntos en ciencias (tabla 2).

Estas puntuaciones ubican a nuestro país en una posición similar a países como Uruguay, Turquía y Chile, y superior a países como Brasil y Túnez, sin embargo, en promedio México se ubica en el último lugar con respecto a los países de la OCDE.

Tabla 2. Resultados globales PISA 2006, puntaje obtenido y posición.

Países	Lectura		Matemáticas		Ciencias	
	Puntos	Lugar	Puntos	Lugar	Puntos	Lugar
Total internacional	446		454		461	
Total OCDE	492		498		500	
México	410	44	406	48	410	49
China	496	22	549	1	532	8
Francia	488	28	496	28	495	29
Uruguay	413	44	427	43	428	45
Turquía	447	39	424	45	424	47
Chile	442	40	411	48	438	42
Brasil	393	51	370	55	390	54
Túnez	380	53	365	55	386	55

Fuente: Schleicher, 2008.

De acuerdo con el informe del PISA de 2006, 51% de los jóvenes mexicanos con 15 años de edad se encuentra con un bajo nivel en ciencias, 48% en matemáticas y 47% en lectura. Así, México ha vuelto a ocupar uno de los últimos lugares en estándares educativos entre los países de la OCDE (García, 2008).

1.2.2. Resultados PISA 2009, para México

En 2009 participaron 65 países: 34 miembros de la OCDE y 31 asociados y economías (Shanghái y Hong Kong), con un total aproximado de 475 mil estudiantes seleccionados al azar (IISUE, 2011). Los resultados de México no se comparan con los de todos los países que participaron en PISA 2009, sino con un subconjunto de 22 naciones, integrado por cuatro con resultados extremos, dos particularmente altos, Shanghái- China y Corea del Sur, y dos especialmente bajos, Azerbaiyán y Kirguistán; Canadá y Estados Unidos, como

socios comerciales y vecinos; 10 países iberoamericanos, incluido México, por similitud cultural y nivel de desarrollo: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, España, Panamá, Perú, Portugal y Uruguay; y seis seleccionados a partir de un análisis de conglomerados: Federación Rusa, Indonesia, Italia, Polonia, Tailandia y Turquía (IISUE, 2011). Los resultados obtenidos en esta prueba se resumen a continuación.

1.2.2.1. Desempeño en comprensión lectora

La media de desempeño en lectura más alta de todos los países participantes la obtuvo Shanghái- China. De los 65 países participantes, 45 se encuentran por arriba de la media de desempeño de México, cuatro tienen un nivel similar (Bulgaria, Uruguay, Rumania y Tailandia) y 16 están por debajo de ésta (IISUE, 2011).

Frente a sus pares latinoamericanos, México está en el mismo nivel que Uruguay y por arriba de Argentina, Brasil, Colombia, Panamá y Perú, así como del promedio de América Latina (AL); sin embargo, está por debajo de la media de desempeño de Chile. Aparece, junto al grupo de países latinoamericanos, por debajo de la media de la OCDE (IISUE, 2011).

1.2.2.2. Desempeño en ciencias

En ciencias, de los 65 países participantes, 14 tienen una media estadísticamente inferior a la de México; 49 una media estadísticamente superior y sólo Jordania una media estadísticamente similar (IISUE, 2011). En el contexto latinoamericano, México tiene una media de desempeño superior a la del promedio, superada únicamente por Chile y Uruguay; en tanto que Brasil, Colombia, Argentina, Panamá y Perú son estadísticamente inferiores a la media mexicana.

Chile es la nación con el mejor nivel de desempeño en América Latina. En contraste, Perú y Panamá son los países con las menores medias de desempeño en ciencias (IISUE, 2011).

1.2.2.3. Desempeño en matemáticas

México se ubica por debajo de las economías y naciones asiáticas, las cuales tienen un alto desempeño en el área matemática. En el caso de América Latina, Uruguay es el país mejor posicionado. Tanto Chile como México lograron medias de desempeño similares. Las naciones con un bajo desempeño fueron Perú y Panamá (IISUE, 2011).

De acuerdo con los resultados antes presentados, la OCDE subrayó que México presenta deficiencias en materia de educación y, como la misma institución lo menciona, resulta clara la necesidad de ampliar y reforzar acciones que permitan elevar los niveles educativos y mejorar los estándares de vida, así como aumentar las oportunidades de desarrollo individual y colectivo (García, 2008).

Nuestro país parece no mejorar; de hecho ya padece las consecuencias de los bajos niveles educativos, como son las limitadas oportunidades salariales y de desarrollo de sus habitantes, así que el resultado de PISA sólo confirma que éstas y otras muchas carencias lamentablemente serán más profundas y marcadas con el tiempo, a menos que la educación se vuelva una prioridad de estado y se eleve la calidad escolar y aumente el índice de terminación de los estudios en todos los niveles (García, 2008).

1.3. Estructura del Sistema Educativo en México

El sistema educativo está organizado en dos niveles secuenciales: la educación básica (edades típicas de 3 a 14 años) y educación media superior (edades típicas de 15 a 17 años). La educación básica está formada: educación preescolar (de 3 a 5 años), educación primaria (grados 1-6) y educación secundaria (grados 7-9). La educación es obligatoria durante 15 años, que incluyen tres años de educación preescolar (de 3 a 5 años de edad), seis de educación primaria (de 6 a 12), tres de secundaria (de 12 a 15 años de edad) y, a partir de 2012, tres de educación media superior (grados 10 a 12).

Con respecto a la educación media superior (EMS) en febrero de 2012, se firmó el decreto por el que se declara la obligatoriedad de este tipo educativo, la cual es gradual, comenzó en el ciclo escolar 2012/2013 y se busca lograr la cobertura total en el ciclo 2021/2022.

La EMS está constituida por tres grandes modelos educativos: bachillerato general, bachillerato tecnológico y profesional técnico. El bachillerato general instruye al estudiante en diferentes disciplinas y ciencias, para que posteriormente pueda cursar estudios de tipo superior. El bachillerato tecnológico, por su parte, es bivalente; tiene dos propósitos: preparar a los estudiantes para el ingreso a la educación superior, así como capacitarlos para que tengan opciones de participación laboral en actividades agropecuarias, pesqueras, forestales, industriales y de servicios, y del mar. La educación profesional técnica, igualmente bivalente, forma a técnicos en actividades industriales y de servicios (INEE, 2014).

Un dato que es muy preocupante con respecto a este nivel educativo es que la tasa de deserción continua siendo elevada con un 14.3% en comparación a la secundaria que es de 5.1% y primaria con un 0.8% (INNE, 2014). Así como también la tasa de aprobación (2012/2013) muestra valores del 85.3% para la educación media superior, mientras que para la secundaria es del 94.1% y para la primaria del 100%.

En el año 2008 se dio a conocer la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) que postula entre sus objetivos: dotar de una identidad al bachillerato, articular la oferta educativa y definir estándares y procesos comunes para lograr el libre tránsito de los estudiantes de este nivel académico. Para lograr estos fines se postuló la creación de un marco curricular común (MCC) y un Sistema Nacional de Bachillerato (SNB). En este contexto se recurrió a la evaluación institucional como el mecanismo que permitiera el ingreso de los planteles de EMS en el SNB y con ello permitir la verificación de la adopción de los principios de la RIEMS.

Cabe señalar que el presente trabajo está enfocado hacia este nivel educativo y particularmente hacia un área de las ciencias que es la biología. En la continuación se mencionan los resultados que se obtuvieron en las evaluaciones del logro de aprendizaje en ciencias en estudiantes de bachillerato ("PISA Grado 12"). Y en el siguiente apartado se muestran los resultados de un estudio con adolescentes acerca de la percepción que tienen de la ciencia y la tecnología, así como también los resultados de una encuesta sobre la percepción pública de la Ciencia y la Tecnología en México (ENPECYT).

1.3.1. PISA Grado 12”

En el 2008 el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), pone en marcha varios proyectos en lo que se refiere a las evaluaciones de logro de aprendizaje, decidió aprovechar PISA de una manera particular. Adicionalmente a la muestra de estudiantes de 15 años, aplicó la prueba a una muestra nacional de estudiantes que cursaban el último grado de Educación Media Superior (EMS) en los ciclos 2009 y 2012. A esta aplicación se le denominó “PISA Grado 12”.

La evaluación de PISA como se mencionó se centra en la edad, mientras que Grado 12 se enfocó en un grado escolar, en esta evaluación los estudiantes presentan una edad que generalmente se ubica entre los 17 y 18 años, inscritos en último año de EMS.

La muestra de estudiantes de Grado 12 fue representativa a nivel nacional y por modalidad del servicio educativo. La muestra evaluada se conformó por 14 094 estudiantes inscritos en el último año de EMS de 479 escuelas (sistema escolarizado). En las escuelas cuyos planes de estudio se rigen por periodos semestrales, se consideró a los estudiantes de quinto y sexto semestres; en las escuelas con planes de dos años, se consideró a los estudiantes del segundo año, y en las escuelas con planes de tres años, se consideró a los inscritos en el tercer año (INEE, 2015). A continuación se muestran las principales características de la muestra de estudiantes y escuelas.

Género y edad. Del total de estudiantes participantes, 51.6% fueron mujeres y 48.4% hombres. En cuanto a la edad, la mayoría de los estudiantes (58.4%) tenía 17 años.

Modalidad de servicio educativo. Casi la mitad de los estudiantes (46.9%) estaban inscritos en el bachillerato general, en cambio sólo 15.6% se encontraban en la modalidad de profesional técnico (tabla 3).

Tabla 3. Estudiantes por modalidad de servicio educativo, PISA 2012, Grado 12

Modalidad de servicio educativo	Estudiantes	%
Bachillerato general	6 604	46.9
Bachillerato tecnológico	2 510	17.8
Profesional técnico	2 197	15.6
Bachillerato privado	2 783	19.7
Total	14 094	100.0

Fuente: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2015).

Se aclara que las escuelas públicas están integradas en las modalidades de bachillerato general, bachillerato tecnológico y profesional técnico.

Sostenimiento y localidad de las escuelas. En cuanto a la fuente de los recursos que utilizan las escuelas para su sostenimiento y operación, 80.3% de los estudiantes provino de escuelas públicas (tabla 4). Por otro lado, la mayoría de las escuelas se ubicó en localidades urbanas (tabla 5.)

Tabla 4. Estudiantes por sostenimiento de las escuelas, PISA 2012, Grado 12

Sostenimiento	Estudiantes	%
Público	11 311	80.3
Privado	2 783	19.7
Total	14 094	100.0

Fuente: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2015).

Tabla 5. Estudiantes por localidad de la escuela, PISA 2012, Grado 12

Localidad	Estudiantes	%
Urbano	12 954	91.9
Rural	1 140	8.1
Total	14 094	100.0

Fuente: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2015).

Es preciso aclarar que la muestra de 14 094 estudiantes representó a la población de 1 060 184 estudiantes inscritos en el último año de la EMS a nivel nacional.

1.3.1.1. Características socioeconómicas de los estudiantes de Grado 12

Con el propósito de que las interpretaciones sobre el desempeño de los estudiantes de Grado 12 sean más adecuadas, se consideró conveniente incluir algunas de sus características socioeconómicas y contar así con algunos rasgos sobre el tipo de poblaciones que asisten a las escuelas de las diferentes modalidades de servicio educativo. Estas características provienen del cuestionario de contexto que se aplicó y fue contestado por los estudiantes (tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de estudiantes según aspectos socioeconómicos por modalidad educativa, PISA 2012, Grado 12.

Características	Nacional	Bachillerato	Bachillerato	Profesional	Bachillerato
	%	General	tecnológico	Técnico	privado
Su madre estudió bachillerato o más.	38.6	32.4	33.4	26.3	68.5
Su padre estudió bachillerato o más.	42.6	36.8	36.0	34.5	72.3
Tiene dos o más teléfonos celulares en su casa.	81.5	75.6	82.1	83.3	94.4
Tiene más de 10 libros en su casa.	60.8	60.0	54.3	51.8	77.5
Tiene línea telefónica.	64.5	57.3	60.3	70.4	85.4
Tiene una habitación para él solo.	54.2	51.2	47.3	51.5	73.6
Tiene servicio de televisión de paga.	50.8	44.2	45.9	41.5	79.3
Tiene dos o más automóviles en su casa.	25.6	20.1	18.6	13.5	55.6
Tiene un lugar tranquilo para estudiar.	70.4	69.3	66.4	59.7	84.8
Tiene una computadora que puede usar para sus tareas escolares.	69.6	61.3	67.8	73.6	90.5
Tiene conexión a internet.	58.2	48.3	54.1	62.3	86.1
Tiene programas educativos para la computadora.	33.8	30.7	29.5	29.4	50.3

Fuente: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2015).

En cuanto a los porcentajes de acceso a bienes y servicios, como teléfonos celulares y línea telefónica, pueden ser considerados altos independientemente de las modalidades educativas, a diferencia de los porcentajes de servicio de TV de paga y en particular la posesión de automóviles que son bajos en todas las modalidades, sin embargo, sugieren cierta solvencia económica de las familias de los estudiantes que están por terminar la EMS.

Respecto al acceso y uso de las tecnologías de la información y la comunicación (posesión de computadora y conexión a Internet), los porcentajes son altos con excepción de los asociados a poseer programas educativos para la computadora; en conjunto, estos datos apuntan a una mayor penetración y posibilidad económica de acceso a las TIC en los hogares; no obstante, parece que su uso más generalizado no está relacionado con lo educativo, deliberado por los bajos porcentajes referidos a poseer programas educativos para la computadora.

En suma, se observa con estos datos que no hay una diferenciación marcada en función de las condiciones socioeconómicas de los estudiantes de Grado 12 en las modalidades de bachillerato público, lo cual en parte es así porque esta población puede considerarse homogénea en cuanto a su nivel económico y social, ya que ha logrado superar diferentes filtros como el ingreso a la EMS y el desafío de permanecer en la escuela hasta el final de ese nivel.

1.3.1.2. Niveles de desempeño

La tabla 7 presenta las descripciones de la clase de tareas que los estudiantes deben ser capaces de realizar para ubicarse en cada uno de los seis niveles de desempeño de la escala global de Ciencias. Cada nivel de desempeño se determina por un punto de corte en la escala de la competencia, el cual se muestra en la primera columna de la tabla.

Tabla 7. Tareas en los niveles de desempeño en la escala global de Ciencias, PISA 2012

Nivel/Puntaje	Tareas
<p>6 Más de 707.93</p>	<p>Los estudiantes pueden identificar, explicar y aplicar el conocimiento científico y el conocimiento sobre la ciencia de manera consistente en diversas situaciones complejas de la vida. Relacionan distintas fuentes de información y explicación, y utilizan evidencias provenientes de esas fuentes para justificar sus decisiones. Demuestran de manera clara y consistente un pensamiento y un razonamiento científico avanzado, y usan su comprensión científica en la solución de situaciones científicas y tecnológicas no familiares. Pueden usar el conocimiento científico y desarrollar argumentos que sustenten recomendaciones y decisiones centradas en contextos personales, sociales o globales.</p>
<p>5 De 633.33</p>	<p>Los estudiantes pueden identificar los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida, aplican tanto conceptos científicos como conocimientos sobre la ciencia a estas situaciones, y pueden comparar, seleccionar y evaluar las pruebas científicas adecuadas para responder a situaciones de la vida. Pueden usar capacidades de investigación bien desarrolladas, relacionar el conocimiento de manera adecuada y aportar una comprensión crítica a las situaciones. Elaboran explicaciones fundadas en evidencias y argumentos sobre la base de su análisis crítico.</p>
<p>4 De 558.73 a menos de 633.33</p>	<p>Los estudiantes pueden trabajar eficazmente con situaciones y temas que pueden implicar fenómenos explícitos que les requieran inferencias sobre el papel de la Ciencia y la Tecnología. Pueden seleccionar e integrar explicaciones de distintas disciplinas y relacionarlas directamente con aspectos de la vida. Son capaces de reflejarlas en sus acciones y comunicar sus decisiones mediante el uso de conocimientos y evidencias científicas.</p>
<p>3 De 484.14 A menos de 558.73</p>	<p>Los estudiantes pueden identificar temas científicos descritos claramente en diversos contextos. Pueden seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos, y aplicar modelos simples o estrategias de investigación. Interpretan y usan conceptos científicos de distintas disciplinas y las pueden aplicar directamente. Son capaces de elaborar exposiciones breves utilizando información objetiva, y tomar decisiones basadas en conocimientos científicos.</p>
<p>2 De 409.54 A menos de 484.13</p>	<p>Los estudiantes tienen un conocimiento científico adecuado para aportar posibles explicaciones en contextos familiares o para llegar a conclusiones basadas en investigaciones simples. Pueden razonar de manera directa y realizar interpretaciones literales de los resultados de una investigación científica o de la solución de problemas tecnológicos.</p>
<p>1 De 334.94 A menos de 409.54</p>	<p>Los estudiantes tienen un conocimiento científico tan limitado que sólo pueden aplicarlo a unas pocas situaciones que les sean familiares. Dan explicaciones científicas obvias que se derivan explícitamente de las evidencias dadas.</p>

Fuente: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2015).

1.3.1.3. Resultados en ciencias a nivel nacional

A nivel nacional se aprecia que por debajo del nivel 2, considerado por PISA como el básico, se sitúa 30% de estudiantes de Grado 12. Esto significa, en términos de habilidades, que los estudiantes disponen de un conocimiento científico tan limitado que sólo pueden aplicarlo a unas pocas situaciones, siempre y cuando les sean familiares.

En el nivel 2 se ubica 38% de estudiantes, quienes, en general, cuentan con un conocimiento científico adecuado para aportar posibles explicaciones en contextos familiares, o para llegar a conclusiones basadas en investigaciones simples, además pueden realizar interpretaciones literales de los resultados de una investigación científica.

Un 24% de estudiantes consigue situarse en el nivel 3, lo cual indica que, por ejemplo, pueden identificar temas científicos descritos claramente en diversos contextos.

También interpretan, usan y aplican conceptos científicos de distintas disciplinas, y toman decisiones basadas en conocimientos científicos.

En los niveles altos (4 a 6) hay un 8% de estudiantes, quienes son capaces, entre otras tareas, de seleccionar e integrar explicaciones de distintas disciplinas de la ciencia y la tecnología, y logran asimismo relacionarlas directamente con aspectos de la vida. También relacionan el conocimiento adecuadamente y aportan un análisis crítico a diversas situaciones, o demuestran de manera clara y consistente pensamientos y razonamientos científicos avanzados.

Una variable a considerar en los resultados obtenidos en estas evaluaciones puede ser el tipo de institución en la que se cursan los estudios. En términos generales podemos agrupar a las instituciones educativas en públicas y privadas. El apartado siguiente se hace un breve análisis del papel de la institución educativa en la formación científica de los alumnos.

1.3.1.4. Modalidades del servicio educativo

El bachillerato privado concentra la menor proporción de estudiantes en los niveles inferiores (20%), mientras que el profesional técnico, la mayor proporción (38%).

En el nivel 2, el bachillerato general y el tecnológico comparten la misma proporción de estudiantes (39%), casi igual al porcentaje del nacional. Se destaca que el profesional técnico logra 42% de estudiantes en este nivel, incluso 10% más que el bachillerato privado.

Por otro lado, en el nivel 3, el bachillerato privado alcanza 29% de estudiantes, seguido del bachillerato general (25%); en cambio el profesional técnico ubica a 18% en este nivel, 3 puntos porcentuales debajo del tecnológico (21%) y 6 debajo del nacional. En los niveles altos (4 a 6) el bachillerato privado ubica a 19%, las otras modalidades consiguen porcentajes escasos, sobre todo el bachillerato tecnológico y el profesional técnico.

1.4. Percepción de la Ciencia y la Tecnología en adolescentes

En un estudio con adolescentes de la Ciudad de México, Márquez y Tirado, (2009), con la finalidad de explorar la cultura científica así como la percepción que tienen de la ciencia y la tecnología encontraron datos interesantes tales como:

Si los adolescentes identifican la actividad principal de algunos científicos entre otros personajes que tienen mediana o amplia presencia mediática. El personaje mayormente identificado con su actividad resultó ser un afamado deportista (Rafael Márquez), identificado por el 92%. En segundo lugar, con una gran distancia al primer caso, se identificó a una importante periodista (Lydia Cacho) con 52%. Después fue identificado Mario Molina con 36%; probablemente no haya un científico mexicano con mayor reputación, dado que obtuvo el premio Nobel en Química. Siguió Jaime Maussan, periodista (34.0%); Julieta Fierro, científica (13.8%); y Francisco Toledo, artista (13.3%). Es interesante la supuesta identificación de Maussan, que alcanzó 32.4% de identificación como científico, tratándose de un periodista de televisión que dirige un programa, pseudo-científico sobre ovnis.

En el caso de Fierro, siendo una de las más notables divulgadoras de ciencia en México, fue equivocadamente identificada como artista (18.0%), cuatro puntos porcentuales por arriba de su actividad como científica. Seguramente, si se tuviera un parámetro para medir la presencia mediática, se apreciaría que hay una relación directa entre presencia en los medios y la identificación de los personajes.

En otra pregunta sobre qué tanto habían leído, escuchado y visto noticias, programas, libros o sitios de información y divulgación científica en el último mes, en las respuestas se destaca que 58.5% no había leído un libro de divulgación de la ciencia y 44.6% una revista de este mismo género. Dado estos resultados, se aprecia un mediano interés en la información científica y en la lectura ocasional de publicaciones científicas.

Las respuestas que se obtuvieron cuando les preguntaron cuáles son las razones para leer las revistas de divulgación científicas, lo primero que resalta es que muy pocos conocen las revistas de mayor circulación: 74% dijo no conocer *Conversus*, 51% *¿Cómo ves?* y 50.8% *Ciencia y Desarrollo*. De los que leen revistas señalaron como razón principal “Por entretenerme.

1.4.1. Percepción pública de la Ciencia y la Tecnología (ENPECYT)

A finales de 1997 el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) llevó a cabo la Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México (ENPECYT), como un primer esfuerzo para detectar el nivel de conocimiento que tienen las personas en el país en torno a los nuevos descubrimientos científicos y desarrollos tecnológicos, su actitud frente a sus posibles impactos, las fuentes de información que les hacen llegar tales conocimientos y la percepción que tienen respecto de su propio conocimiento y entendimiento de diversos tópicos entre los que destacan la ciencia y la tecnología (ENPECYT,2011).

Posteriormente, entre los años 2001 y 2002 el CONACYT llevó a cabo la segunda encuesta en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con el propósito de dar seguimiento a la ya citada encuesta y mejorar la calidad de su

información. Lo anterior, permitió generar indicadores comparables con los desarrollados por los países de la Unión Europea (UE), que desde hace más de 20 años realiza este ejercicio mediante la encuesta denominada *Eurobarometer*.

El CONACYT en 2003, 2005, 2007, 2009 y 2011 realizó de la tercera a la octava encuesta de este tema en colaboración con el INEGI, mejorando la calidad de las preguntas.

Entre los resultados que más llamaron la atención de la encuesta del 2011 destacan:

1. Una de las preguntas que más controversia causó al hacer públicos los datos de la encuesta, es la percepción que tiene la población sobre la fe y la ciencia. La mayoría de las personas contestaron que "Confían de igual manera en ambas" "Confiamos demasiado en la fe y muy poco en la ciencia". 59.6% de la población total está "De acuerdo" que en México aún somos muy creyentes y no le damos suficiente importancia a la ciencia en estos tiempos modernos y globalizados.

2. "Debido a su conocimiento los investigadores científicos tienen un poder que los hace peligrosos". Esta es una afirmación que causó un interés especial en este estudio y a través de él se puede observar que las respuestas más frecuentes son las que expresaron la mayoría de las personas que están "De acuerdo" en que sus conocimientos los hacen individuos peligrosos para la sociedad, y representan el 50.1% de las personas encuestadas.

3. En la afirmación "El desarrollo tecnológico origina una manera de vivir artificial y deshumanizada", cinco de cada 10 personas contestaron que están "de acuerdo" en que los avances tecnológicos provocan este estilo de vida menos humano y sensible a cuestiones importantes dentro de la sociedad, ya que perciben a la ciencia como un peligro.

A continuación se mencionan los resultados de otras preguntas que se realizaron en esta encuesta que también se consideran relevantes.

Otra pregunta enfocada a conocer en qué personajes e instituciones confían más las personas para explicar los impactos o efectos de la ciencia y la tecnología, calificación que va de "Muy confiable" a "Nada confiable" el 60.5% de las personas calificaron como "Muy confiable" a los "Médicos" y "Asociaciones de protección ambiental"(60.2%); seguidos muy de cerca por "Escritores e Intelectuales" con 58.7% y la "Procuraduría Federal del Consumidor" con 58.3%; cabe destacar que 46.4% de las personas entrevistadas consideran al CONACyT también como una institución "Muy confiable".

Los personajes e instituciones "Nada confiables" que muestran porcentajes más significativos según la opinión del público son los "Científicos trabajando en centros de investigación privados", y los "Científicos trabajando en universidades o centros de investigación públicos".

Otra pregunta acerca de las disciplinas que la población en general considera con grado "Muy científica" son la "Medicina", las "Matemáticas" y la "Física" con 52.0%, 41.4% y 37.8% respectivamente. Entre las que consideran "Científicas" están la "Biología" con 56.6% y la astronomía con 49.2%; y como "Nada científicas" la "Astrología" (horóscopos, tarot, etc.) con 26.3% y la "Economía" con 22.1%. Los hombres y las mujeres coinciden en que la "Medicina" es "Muy científica" con porcentajes de 54.6% y 49.8% respectivamente. Otro detalle a destacar es que el 34.0% de los hombres piensan que la "Parasicología" es "Científica", mientras que 26.4% de las mujeres piensan lo mismo.

Cuando se habla sobre si "Las prioridades en la investigación nacional reflejan más los gustos personales de los científicos mexicanos que las necesidades de la sociedad" se encontró que el 51.1% de la población está "De acuerdo" en que los investigadores no efectúan sus investigaciones con base a las necesidades de la población, sino sobre sus proyectos personales.

En la pregunta ¿Dónde están los mejores científicos?". La mayoría de las personas piensan que los mejores científicos se encuentran en EUA y que los científicos más capacitados están en Japón, seguidos por los que piensan que es en la Unión Europea y por último quienes piensan que en México.

Dados estos resultados, y en este contexto, vale la pena preguntarse ¿Cómo enseñamos Ciencias? Y en específico, ¿Cómo enseñamos Biología?, objeto de interés del presente trabajo.

1.5. Importancia de la enseñanza de la biología

Una de las disciplinas con mayor desarrollo en la actualidad es la biología; esta nos ha impuesto desde siempre el reto de mantenernos al tanto de los avances científicos, pero hoy más que nunca este reto se vuelve impostergable si consideramos que los conocimientos científicos específicamente los biológicos se han desarrollado enormemente y tienen una gran aplicación (Trejo, 2010).

La biología se ha consolidado como ciencia experimental en los últimos cien años con los avances en el conocimiento sobre evolución y genética, con los descubrimientos de Watson y Crick que marcan el comienzo de la biología molecular. En gran medida, los avances en genética sobre el funcionamiento celular, se deben a la comprensión de la vida en términos de su composición bioquímica. Justamente la educación tiene la responsabilidad de difundir dicho conocimiento para generar sociedades informadas con la capacidad de opinar y decidir.

La revolución biológica de los últimos años nos lleva a replantear los temas relevantes para la comprensión de nuestro tiempo (Trejo, 2010).

1. Virus (VIH, Influenza, etcétera).
2. Genómica y Proteómica (como nuevas ciencias y aplicaciones, ejemplo: terapia génica).
3. Biología molecular y Celular (Clonación, reproducción asistida, células madre, nanotecnologías).
4. Política ambiental (Acuerdos Internacionales sobre crisis ambiental, gestión ambiental y el pago por servicios ambientales, energías limpias por ejemplo; eólica, solar, etcétera).
5. Bioética (eutanasia, aborto, ética frente a los animales, etcétera).

La importancia del conocimiento biológico y el posicionamiento de esta disciplina en el campo de las ciencias y en la escena cultural en general, se ve marcado por los avances logrados por los investigadores de este campo a través del tiempo.

Desde la revolución científica del siglo XVII la mayoría de la gente sólo consideraba ciencias a la física, la química, la mecánica y la astronomía, cimentadas en sólidas bases matemáticas y ancladas en ciertas leyes universales. Durante este tiempo, la física fue la ciencia modelo. En comparación, el estudio de los seres vivos se consideraba una ocupación inferior (De la Peña, 2008).

No fue sino hasta la segunda mitad del siglo XIX que la biología empezó a asumirse como una ciencia moderna, aunque aún se consideraba muy distinta a las ciencias físicas. Difería drásticamente en su materia de estudio, en su historia, métodos y filosofía. Pero si bien todos los procesos biológicos son compatibles con las leyes de la física y la química, los organismos vivos no pueden reducirse a estas leyes, y muchos aspectos de la naturaleza que son exclusivos del mundo vivo no pueden ser explicados por las leyes físicas (De la Peña, 2008).

De ahí la trascendencia de las palabras de Ernst Mayr (1997), connotado biólogo alemán, para quien “toda persona culta debería estar familiarizada con los conceptos biológicos básicos: evolución, biodiversidad, competencia, extinción, adaptación, selección natural, reproducción, desarrollo y otros muchos temas”. “Conocernos a nosotros mismos, como recomendaban los antiguos griegos, implica en primer lugar, y por encima de todo, conocer nuestros orígenes biológicos con el fin de adquirir un mejor conocimiento de nuestra posición en el mundo vivo y de nuestra responsabilidad hacia el resto de la naturaleza”. Nos queda como responsabilidad social extender los beneficios del conocimiento científico a todos de una manera más ética y equitativa”. “La superpoblación, la destrucción del ambiente y la mala calidad de vida en las ciudades no se pueden resolver con adelantos técnicos, ni por medio de la literatura o la historia, sino sólo con medidas basadas en el conocimiento de las raíces biológicas de estos problemas”

A continuación se mencionan algunas investigaciones que hacen referencia a la problemática que enfrenta la enseñanza de la biología en países como España,

Venezuela y México, porque si bien es cierto, es importante la enseñanza de las ciencias, el presente trabajo sólo se enfocara a un área de las ciencias: la biología.

Escámez (2005), señala que en España, la problemática que afecta a la enseñanza de la biología en las etapas obligatorias la integran múltiples factores:

- Horario insuficiente para el adecuado desarrollo de la especialidad.
- Profesores que raramente poseen una óptima formación didáctica inicial de su especialidad.
- Desmotivación frecuente y escasa curiosidad científica de los alumnos.
- Escasa implantación del constructivismo como marco teórico más relevante para el aprendizaje significativo de las ciencias.
- Gran desconocimiento de los avances en la investigación didáctica y sus aplicaciones a la realidad docente.
- Poca consideración hacia las ideas previas y a las «ideas alternativas» de los alumnos.
- Dificultad para contextualizar el conocimiento científico básico con los hechos de la realidad social y económica, fundamentados en aplicaciones científicas y/o tecnológicas.
- Escasez de recursos para favorecer el aprendizaje.
- Limitaciones para la organización de actividades prácticas y procedimentales.
- Además de los clásicos problemas generales y dificultades en el aprendizaje de las ciencias experimentales y los particulares de la Biología, que tienen que ver con su propia naturaleza y la complejidad del conocimiento biológico.

A todo lo anterior se sumaría el desfavorable clima de aprendizaje, cada vez más generalizado en las aulas; no sólo consecuencia de las crecientes deficiencias de interés y motivación en los alumnos, sino también debido a las preocupantes alteraciones de la convivencia normalizada, que en ocasiones obstaculiza, para la mayoría, el derecho a un aprendizaje en un óptimo clima educativo (Escámez, 2005).

En Venezuela, Arteaga y Tapia, (2009) mencionan algunos aspectos que inciden en la problemática de la enseñanza de la ciencia y de la biología en particular, qué en su

mayoría, están referidos al docente y su formación, al docente y su acción, al alumno y su aprendizaje, y la disciplina.

Es por ello que, comúnmente cuando se quiere expresar las causas que influyen en la problemática de la enseñanza se encuentra que se le atribuye, entre otros, a:

- Docentes que no poseen una óptima formación disciplinaria.
- Desconocimiento de los avances en la investigación didáctica y sus aplicaciones a la realidad docente.
- Dificultad para contextualizar el conocimiento científico básico con los hechos de la realidad social y económica.
- Escasez de recursos para favorecer el aprendizaje.
- Limitaciones para la organización de actividades prácticas y procedimentales.
- Poca consideración hacia las ideas previas y a las «ideas alternativas» de los alumnos.
- Desmotivación frecuente y escasa curiosidad científica de los alumnos.

Se le suman además otros de aspecto curricular tales como: contenidos muy extensos, limitaciones de tiempo, falta de precisión en los objetivos educativos y por tanto en la profundidad de los contenidos.

Tirado y López (1994) realizaron una investigación en México con el objetivo de evaluar los conocimientos básicos en biología que tenían los alumnos que estudiaban esta disciplina a nivel universitario en las diferentes instituciones de educación superior del país. Uno de los principales fines de este estudio fue evaluar el grado de dominio académico que tienen los estudiantes sobre nociones básicas durante los diferentes semestres, es decir, desde que ingresan a la carrera, en el transcurso de ésta y cuando están por terminarla. Para tratar de encontrar indicadores que permitieran evaluar qué tanto se aprenden los conocimientos básicos de una disciplina cuando se elige ésta para estudiarla como carrera universitaria.

Tirado y López (1994) mencionan que es lógico pensar que si aquellos que se interesaron por estudiar la carrera de biología ignoran nociones básicas, se puede suponer, sin riesgo a equivocarse, que los que no se interesaron por estudiar esta disciplina a nivel

profesional, igualmente deben ignorar estas nociones, aunque les hayan sido enseñadas durante sus estudios pre universitarios. Obviamente también deben ignorarlas aquellos que sólo terminaron estudios de secundaria.

Esta investigación tuvo como fin buscar indicadores que permitieran detectar problemas y hacer diagnósticos, de manera tal que se pudieran fundamentar propuestas para contribuir al mejoramiento de la enseñanza, en este caso en particular, de la biología, desde niveles básicos hasta universitarios. Tomando en consideración que se han realizado estudios en los que se ha encontrado sistemáticamente que los resultados del sistema educativo suelen ser muy pobres en cuanto a la comprensión y apropiación de los conocimientos básicos a niveles de primaria y secundaria que logran sus egresados Tirado y López (1994).

Para realizar esta investigación ellos, elaboraron un cuestionario constituido por 49 preguntas de conocimientos y una última de opinión. Esta versión la sometieron a la consideración de un profesor de biología con más de treinta años de servicio en escuelas públicas a nivel de secundaria, también discutieron las preguntas con una profesora de biología de bachillerato y con 15 especialistas más, quienes tenían estudios de posgrado concluido en el área de biología y se dedicaban de tiempo completo a la investigación o la docencia en instituciones de educación superior o de investigación.

Para la elaboración del cuestionario tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Que se exploraran conocimientos considerados básicos a nivel de secundaria y por lo mismo que se encontraran en los programas de estudio a este nivel.
- Que se formularan las preguntas en opción múltiple, de manera que fuera altamente confiable su evaluación.
- Que las preguntas se consideraran por parte de profesores y especialistas de la disciplina, como apropiadas para que un alumno que ha terminado la secundaria las pueda contestar, o al menos que debería poder contestarlas.
- Que las preguntas se considerarán por parte de profesores y especialistas como claras, precisas y sin lugar a duda con una sola alternativa correcta.

- De preferencia que se formularan preguntas que implicaran la comprensión de conocimientos, es decir, que no puedan resolverse con base en información simplemente memorizada.

Todos los cuestionarios fueron contestados de manera anónima para evitar, o al menos atenuar situaciones de tensión al contestar el examen y la emisión de respuestas azarosas (por adivinación).

La muestra estuvo constituida por 1087 alumnos encuestados que estudiaban en 19 instituciones de estudios superiores del país. En la tabla 8 se presentan las escuelas de biología que había en México en 1990, su matrícula (cuando se conoce), en cuales se aplicó el cuestionario, el número de alumnos que se encuentran y el porcentaje de este número con relación a la matrícula de la institución.

Tabla 8. Directorio de Escuelas de Biología por orden alfabético de su localización federativa.

Instituciones	Matrícula	Encuestados Número (%)
1. Universidad Autónoma de Aguascalientes	65	49 = 75.4
2. Universidad Autónoma de Baja California	72	20 = 27.8
3. Universidad Autónoma de Baja California Sur	361	45 = 12.5
4. Universidad Autónoma de Campeche	No se tiene	No participó
5. Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas	157	18 = 11.5
6. Instituto de Ciencia y Cultura A.C. (Coahuila)	32	17 = 53.1
7. Universidad Autónoma de Coahuila	13	No participó
8. Facultad de Ciencias, UNAM, (D.F.)	1317	106 = 8.0
9. ENEP Zaragoza, UNAM, (D.F.)	473	No participó
10. Instituto Politécnico Nacional (D.F.)	66	25 = 37.9
11. Universidad Simón Bolívar (D.F.)	65	No participó
12. UAM Iztapalapa (D.F.)	No se tiene	No participó
13. UAM Xochimilco (D.F.)	220	35 = 15.9
14. Universidad del Valle de México (D.F.)	No se tiene	No participó
15. Universidad Juárez del Edo. De Durango	99	25 = 44.1
16. Escuela Superior de Ecología Marina, Universidad Autónoma de Guerrero	No se tiene	No participó
17. Escuela de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero	42	26 = 61.9
18. Universidad Autónoma de Guadalajara	No se tiene	26
19. Universidad de Guadalajara	157	58 = 31.5
20. Universidad Autónoma del Estado de México	No se tiene	No participó
21. ENEP Iztacala, UNAM (Estado de México)	700	265 = 37.9
22. Universidad Michoacana de S. Nic. de Hidalgo	130	No participó
23. Universidad Autónoma del Estado de Morelos	276	No participó

24. Universidad Autónoma de Nuevo León	No se tiene	95
25. Universidad Autónoma de Puebla	348	No participó
26. Universidad de Las Américas (Puebla)	No se tiene	75
27. Instituto Tecnológico (Quintana Roo)	No se tiene	No participó
28. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa	No se tiene	No participó
29. Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Sinaloa	134	75 = 56.0
30. Universidad de Occidente (Sinaloa)	25	No participó
31. Instituto Tecnológico (Sinaloa)	80	No participó
32. Escuela Superior de Ecología, Centro de Est. Sup. del Edo. de Sonora	No se tiene	No participó
33. Escuela Superior de Acuicultura, Centro de Est. Sup. del Edo. de Sonora	81	No participó
34. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	160	No participó
35. Universidad del Noreste (Tamaulipas)	No se tiene	No participó
36. Instituto Tecnológico (Tamaulipas)	No se tiene	No participó
37. Universidad Autónoma de Tlaxcala	128	No participó
38. Facultad de Biología (Unidad Córdoba), Universidad Veracruzana	220	68 = 30.9
39. Facultad de Biología (Unidad Tuxpan), Universidad Veracruzana	38	No participó
40. Facultad de Biología (Unidad Xalapa), Universidad Veracruzana	384	No participó
41. Universidad Autónoma de Yucatán	No se tiene	35
Totales	6087	1087 = 17.9

Fuente: Tirado y López (1994).

Resultados generales

La media de aciertos fue de 31.06, lo que equivale a 63.4 por ciento de respuestas correctas en promedio, o en términos convencionales de la escala del 1 al 10, a 6.3 de calificación; que aunque resulta una calificación aprobatoria es muy baja, porque se debe recordar que se está hablando de estudiantes de biología a nivel universitario que contestaron un cuestionario constituido por preguntas a nivel de secundaria.

Los resultados se ven más críticos si se piensa que cerca de la mitad (47.2 por ciento) de los estudiantes universitarios obtuvieron una calificación inferior a la media, y el 34.9 por ciento no lograron una calificación aprobatoria.

Tirado y López (1994) señalan que si se selecciona en la muestra a los estudiantes por el año escolar que estaban cursando al momento de contestar el examen, los resultados que encontraron fueron que los que estudiaban el séptimo u octavo semestre de la carrera

obtuvieron 72.8% de aciertos en promedio, los de quinto y sexto semestre sacaron 68.4%, los de tercero y cuarto 59%, y los de primero y segundo 47.4%.

Estas cifras parecen indicar que los estudiantes en su formación media básica y superior no logran formarse una buena idea general de los conocimientos básicos de biología, a pesar de que eligieron esta disciplina como profesión. Se puede pensar que los estudiantes universitarios que no se interesaron por estudiar biología seguramente tendrán una idea mucho más pobre, y que deben estar peor los que sólo terminaron los estudios de secundaria. Por lo que Tirado y López consideran que estos resultados deben llevar a reconsiderar la enseñanza de la biología en los niveles medio básico y medio superior.

Tirado y López (1994) concluyeron que el estudio realizado ofrece indicadores sobre los escasos niveles de apropiación de conocimientos que genera el sistema educativo mexicano. Ellos consideran que esta aseveración no es exagerada frente a los resultados antes descritos, si se recuerda que los estudiantes que estaban cursando el primer año de estudios profesionales, pudieron responder acertadamente sólo el 47.7% de las preguntas, las cuales eran sobre nociones del área de conocimientos que se supone que más les interesa, que debieron haber aprendido en la secundaria y se repitió en la preparatoria. Por lo que ellos consideran que cabe preguntarse qué tanto sabrán de biología los alumnos que no les interesa en lo particular esta disciplina y que sólo la estudiaron a nivel de bachillerato, o de secundaria, o aún peor, de primaria.

Tirado y López (1994), consideran que éste no es un problema exclusivo de la enseñanza de la biología, esto es generalizado en las diferentes disciplinas y en los diferentes niveles del sistema educativo. Estos autores señalan que el fenómeno de la pobre apropiación de conocimientos no debe sorprender ante los programas curriculares, que están abultados de información, con una oferta desmedida de conocimientos que va más allá de la capacidad de asimilación, sin jerarquías, con conocimientos enciclopédicos que se ofrecen por igual sin una relación congruente entre unos y otros, se presentan sin una concepción general que les de coherencia, desligados de un contexto global congruente.

Es indudable que en la actualidad, los profesores de biología se enfrentan a nuevos retos sobre *¿qué biología enseñar?* y *¿cómo enseñarla?*, sobre *¿cómo interesar a los jóvenes en la biología?* y *¿cómo promover la formación de un pensamiento crítico?*, puesto que nuestros objetivos no se reducen a enseñar biología sino que aspiran a formar ciudadanos que sean capaces de resolver problemas y de participar en la toma de decisiones en temas como el genoma humano, la clonación, enfermedades infecciosas emergentes como el sida y temas relacionados en el uso más eficiente de los recursos de nuestro planeta, en particular la conservación de la biodiversidad que debido a las actuales crisis ambientales ha tomado un creciente interés en aspectos académicos, económicos, sociales, políticos, etcétera.

1.6. La enseñanza de la biodiversidad y su importancia en el contexto contemporáneo.

La preocupación por los problemas ambientales ha cobrado interés mundial, destacándose la pérdida de la diversidad biológica, esa riqueza de genes, especies y ecosistemas. Por ello, durante la llamada “Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y desarrollo”, realizada en Río de Janeiro en 1992, se incorporó como una de sus actividades la firma del primer instrumento jurídico vinculante en el ámbito internacional: el Convenio sobre Diversidad Biológica, que protege a genes, especies y ecosistemas. Sus tres principales objetivos son: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos (Benítez *et al.*, 1998).

La Convención sobre la Diversidad Biológica (1992) es tal vez el acuerdo internacional más importante para el mantenimiento y la conservación de la biodiversidad. El marco de referencia que provee dicha Convención es un intento por registrar el impacto perjudicial de la actividad humana en la biodiversidad, constituyéndose en un compromiso histórico de las naciones del mundo. Es la primera vez que la biodiversidad se presenta en un tratado unificador y global, la primera vez que la diversidad genética se incluye específicamente y la primera vez que la conservación de la biodiversidad se reconoce como un interés común de la humanidad (Núñez *et al.*, 2003).

La Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó al año 2010 como el Año Internacional de la Diversidad Biológica con el fin de atraer más la atención internacional al problema de la pérdida continua de la biodiversidad.

La biodiversidad o diversidad de la vida ha sido objeto de interés para el hombre desde que éste apareció en la Tierra. Los pueblos antiguos, mediante su interrelación con los elementos de la diversidad biológica desarrollaron sistemas para reconocer, explotar y manejar los recursos naturales a su alcance. Con frecuencia, estos sistemas acompañados de la búsqueda del conocimiento, han sido los antecesores de los grandes avances económicos y culturales; por ejemplo, la Europa renacentista se benefició enormemente del descubrimiento de la considerable diversidad biológica que se encontró al explorar el Nuevo Mundo (Rammamoorthy *et. al.*, 1998).

De hecho, muchos viajeros volvían con relatos extraordinarios, tanto de su riqueza como de las notables plantas y animales que allí existían. Estos relatos fantásticos o realistas ampliaron el concepto europeo de la diversidad y tuvieron efectos profundos en el devenir de la historia mundial, tanto de las naciones y de los países que conquistaron como del desarrollo del intelecto humano, tal fue el resultado de los grandes viajes de exploración Colón, Da Gama, Darwin, Humboldt y otros (Rammamoorthy *et. al.*, 1998).

Se estima conservadoramente que más de 10 millones de especies de plantas, hongos y animales habitan la Tierra, de las cuales se conocen sólo alrededor de 1.8 millones. Pese a este desconocimiento, tenemos en la actualidad un panorama claro sobre la magnitud de la riqueza de la vida y su distribución en la Tierra (CONABIO, 2006). En general, las regiones tropicales albergan las más altas concentraciones de biodiversidad. Sin embargo, si se considera a la riqueza de especies como un indicador para comparar la diversidad biológica entre diversos países, se encontraría, que un grupo reducido de éstos tienen representado hasta un 70 % de las especies conocidas en el planeta.

A estos países se les conoce como países megadiversos y entre ellos está México junto con Australia, Brasil, China, Colombia, Congo, Ecuador, E.U.A., Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Madagascar, Perú, Papúa- Nueva Guinea, Sudáfrica y Venezuela (Benítez y Bellot, 2003).

México se ubica entre los cinco primeros países llamados “megadiversos”, que albergan entre 60 y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta. La diversidad conjunta de especies de México representa aproximadamente 12% del total mundial; dicho de otra manera, 12 de cada 100 especies conocidas en el mundo se encuentran en México. Esto representa una proporción muy superior a la que le correspondería por su superficie terrestre, de 1.5% del total (CONABIO, 2006).

Es un país megadiverso por su elevado número de especies, pero también por su riqueza de endemismos (especies exclusivas de México), de ecosistemas y por la gran variabilidad genética mostrada en muchos grupos taxonómicos, resultado de la evolución o diversificación natural y cultural en el país.

México se caracteriza por la gran heterogeneidad de su territorio: en él se encuentran paisajes de desiertos y selvas, tierras frías y calientes, volcanes de negro basalto que forjaron la cultura azteca, blancas calizas en las llanuras mayas, y montañas, llanos, ríos, mares. Además se distingue por sus grandes contrastes sociales. Los mexicanos nos reconocemos en la diversidad de ecosistemas, de culturas, de pensamientos; albergamos en nuestro territorio numerosas especies, muchas de ellas únicas en el mundo, en muy variados ambientes; también nos reconocemos en las innumerables y singulares culturas que habitan el país. Todo eso moldea nuestro carácter y nuestra unidad como nación. La característica más valiosa de México es la diversidad, tanto la ecológica y la biológica como la cultural, (CONABIO, 2008).

Somos los herederos de una enorme variedad de especies y biotas que contienen vías metabólicas y secuencias genéticas que son únicas en el mundo (con cientos de especies domesticadas o semidomesticadas, como producto de complejos procesos culturales). Por ello, cada vez que una especie se extingue en nuestro país, irreversiblemente se cierra una puerta hacia el futuro; estas son puertas que pueden conducir a avances en la medicina o en la industria, a mejoras agrícolas por medio de la investigación científica y tecnológica, así como a la inspiración para la creación artística (CONABIO, 2008).

En México, como en el resto del mundo, en los últimos dos siglos, pero sobretodo en las últimas cuatro o cinco décadas, la actividad humana se ha convertido en un factor de

modificación profunda de la naturaleza y de los procesos ecológicos. Podría decirse que vivimos una era especial, el “Antropoceno”, caracterizada por la intensa huella ambiental que la actividad humana imprime a los ecosistemas que albergan la biodiversidad (CONABIO, 2006).

Como ya se hizo mención la época actual está marcada por una profunda crisis ambiental que se caracteriza, entre otros aspectos, por una erosión y pérdida de la biodiversidad mundial a una tasa sin precedentes. La magnitud del problema es tal, que se ha considerado que estamos transitando por la sexta extinción masiva; es decir, un proceso en el que la tasa de extinción de especies es varios órdenes de magnitud más acelerada que en un periodo "normal". La última extinción masiva ocurrió hace 65 millones de años, cuando desaparecieron los dinosaurios (Martínez-Meyer *et al.*, 2014).

El problema es que buena parte de nuestros ecosistemas están sufriendo serias alteraciones como consecuencia de las actividades productivas. La pérdida de hábitats debida a la deforestación por el uso agrícola, ganadero y urbano, la extracción y comercio ilegal de especies, la sobreexplotación de especies y la introducción de especies invasoras están entre las tres principales causas que disminuyen la biodiversidad de nuestro país. Se estima que en México la cobertura de vegetación natural ya ha disminuido en un 50% y cada año se pierden miles de hectáreas por la expansión de las actividades agrícolas y ganaderas, y la formación de nuevos asentamientos humanos. Estas actividades fragmentan los ecosistemas naturales con consecuencias negativas para muchas especies, amenazando su viabilidad y poniéndolas en peligro de extinción (Molina, 2010).

Nuestro país ha perdido 127 especies de su patrimonio natural, de las cuales cerca de la mitad eran endémicas. Los ejemplos más notables de extinción son el lobo mexicano, la foca monje del Caribe, el carpintero imperial y la palma pita.

Además de estas extinciones, se han registrado más de 2, 000 especies en alguna categoría de riesgo (amenazadas o en peligro de extinción) como consecuencia del impacto de la actividad humana de los últimos años (Molina, 2010).

Este panorama hace necesario insistir en la necesidad de conservar nuestra riqueza biológica. Es ya indispensable usar prácticas productivas de menor impacto en los ecosistemas, las que ya existen y también inventar nuevas. Avanzar a un estilo de desarrollo más responsable con el medio ambiente es la clave de nuestro futuro.

Para ello se requiere de conocimiento básico sobre el funcionamiento de los ecosistemas y cómo se modifican con las actividades productivas. Lo que sabemos sobre la biodiversidad y el funcionamiento de muchos de los ecosistemas del país es todavía limitado y por eso es crucial invertir mayores recursos en la educación y la formación de investigadores capaces de generar este conocimiento. Sólo así podremos enfrentar el dilema de satisfacer las demandas de bienestar de la población y conservar la gran riqueza biológica de México. La responsabilidad es sólo nuestra (Molina, 2010).

Tenemos que entender que la diversidad biológica y cultural es parte inherente, consustancial, de nuestro país. El capital natural es un patrimonio que debemos conocer cabalmente para valorarlo, utilizarlo y conservarlo adecuadamente en beneficio de todos los mexicanos del presente y del futuro. Es un capital que no podremos recuperar una vez que lo hayamos destruido. El conocimiento de ese capital debe ser creado en nuestro país, sobre todo por nuestra propia gente; tampoco lo podremos importar de otros países o regiones. Los ecosistemas no son transportables de un lado a otro, como tampoco lo son los servicios que nos proporcionan (Sarukhán *et al.*, 2009).

La necesidad de un entendimiento en la relación entre la naturaleza y la sociedad ha motivado a los gobiernos de diferentes países, incluido el mexicano, a recurrir a la educación como la estrategia más adecuada con la que cuenta la sociedad para poder generar un cambio con bases firmes para evitar un futuro donde exista una amenaza siempre constante de la destrucción de la riqueza biológica (Castañeda, 2008).

Para esto es importante que la escuela sea el vínculo que ejerza una acción formadora sobre los jóvenes, a través de los programas de estudios, en el que desarrollen una conciencia crítica y reflexiva que les permita emprender acciones concretas en las que puedan mejorar su entorno familiar y escolar. El desarrollo de esta conciencia permitirá a los alumnos interesarse en conocer la naturaleza de los fenómenos físicos, químicos, biológicos y geográficos, disciplinas fundamentales que les permitan comprender el por

qué y el cómo se constituye y se modifica la biodiversidad, pero sobre todo comprender la existencia de alternativas viables para salvaguardar la riqueza biológica (Castañeda, 2008).

Una medida adecuada en torno a este tema ha sido la implementación de materias relacionadas con el estudio de la biodiversidad en el bachillerato, la incorporación de los temas en torno a la biodiversidad en los planes de estudio diversifica los dominios de estudio, no sólo para facilitar la comprensión de los fenómenos y la resolución de problemas reales, también ofrece un marco más apropiado para su interpretación (Caltenco, 2012). En lo que se refiere al Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, este conocimiento es parte de la asignatura de Biología IV, en particular, la segunda unidad de Biología IV está dedicada al aprendizaje de este tema.

En esta asignatura de Biología IV, se tiene como propósito que el alumno aprenda a generar mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos, integrando los conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores, para que, por medio de la profundización en el aprendizaje de estos conocimientos, los alumnos incorporen nuevos elementos en su cultura básica, teniendo como eje a la biodiversidad (CCH, 2004).

Este aspecto es particularmente importante para los estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades, dado que existe el planteamiento de una formación ambiental, expresado en el plan de estudio, el cual trasciende a todas las áreas que constituyen la estructura de la escuela, también de manera importante y más específica en los programas de la materia de biología. La asimilación de estos conocimientos trascenderá de manera significativa en la revaloración de la naturaleza y del papel que juega el hombre en ella, así como en la disminución del impacto ambiental de las actividades que desarrolla para satisfacer sus necesidades (CCH, 2004).

En el Colegio se presentan diversos problemas para abordar el tema de biodiversidad; principalmente la falta de tiempo impide terminar este tema, ya que se ubica al final del programa. Por esta razón algunos profesores se ven en la necesidad de cubrirlo por medio de exposiciones y/o trabajos finales, lo que provoca que el tema sea revisado de manera superficial e impide el alcance de los objetivos de aprendizaje (Caltenco, 2012).

Otro factor aunado a la falta de logros de aprendizaje en esta área es el desinterés que los alumnos muestran hacia las clases del área de ciencias, lo que se manifiesta en el elevado ausentismo e incluso en la deserción de los cursos de ciencias experimentales del Colegio (Cárdenas, 2007).

Castañeda (2008), señala que se sigue teniendo un gran porcentaje de reprobación en la asignatura de Biología, y en forma más alarmante en el caso de Biología IV, asignatura optativa del sexto semestre, para los jóvenes que se dirigen al área Químico-Biológica en la que se reportan altos índices de reprobación y deserción.

Para la conclusión exitosa del curso de Biología IV es esencial buscar alternativas para motivar, retener y mantener interesados a los alumnos en las clases, incluirlos en diversas actividades de aprendizaje e incrementar su interés por aprender (Cárdenas, 2007).

Por ello existe una necesidad imperiosa de diseñar estrategias de enseñanza y de aprendizaje alternativas, y un sistema de evaluación acorde con estas que permitan evaluar el nivel de conocimiento del alumno a través de actividades e instrumentos que faciliten identificar sus logros. Con ello los profesores tendrán una opción para abordar los contenidos de manera pertinente (Caltenco, 2012).

1.7 Antecedentes

Caltenco (2012), propone una estrategia de enseñanza basada en el aprendizaje mixto (presencial-virtual), dirigida a los profesores y alumnos del bachillerato, con el fin de subsanar algunas limitantes que impiden cubrir completamente el tema de biodiversidad.

Esta estrategia la realizó con un total de 95 alumnos, durante el Programa de Apoyo al Egreso (PAE) correspondientes al periodo de cursos "Último Esfuerzo" del 3 al 11 de junio de 2011 con un total de 10 sesiones. La estrategia la realizó en tres fases: en la primera, elaboró y aplicó un cuestionario a 40 profesores de tres planteles del Colegio de Ciencias y Humanidades (Azcapotzalco, Naucalpan y Vallejo), con el fin de detectar los factores que impiden abordar el tema de manera efectiva, así como el interés hacia la propuesta didáctica y su disposición para aplicarla en sus grupos. Cabe señalar que el 45% de los docentes encuestados pertenecen al plantel de Azcapotzalco, el 32% a Naucalpan y el

23% a Vallejo. La mayoría de ellos imparten las cuatro asignaturas de Biología (I a IV), mientras que el 40% únicamente imparte Biología III y IV. En la segunda fase y con base en las respuestas de los profesores, Caltenco (2012) diseñó y elaboró el material didáctico para la estrategia. En la tercera fase aplicó y evaluó la estrategia.

En los resultados, se aprecia que la mayoría de los profesores de los tres planteles del Colegio de Ciencias y Humanidades consideran que existen factores que les impide impartir de manera efectiva el tema de biodiversidad de México, lo que provoca que el tema sea revisado de manera superficial, razón por la cual los alumnos no logran el aprendizaje esperado.

Para el programa de Biología IV el tiempo asignado al tema biodiversidad de México es de 16 horas, pero debido a lo extenso de los contenidos de la unidad uno y el primer tema de la unidad dos, los profesores se extienden en tiempo y consecuentemente las horas asignadas a este último tema se reducen y resultan insuficientes para cubrirlo.

Respecto a la existencia de factores que imposibilitan la impartición del tema en su totalidad, más de la mitad de los docentes coincidieron que si los hay, poco menos de la mitad afirmó lo contrario. De los profesores que respondieron afirmativamente, la mayoría consideró como principal factor, la escasez de tiempo debido a diversas causas tales como la proximidad del fin del semestre, los días de asueto, los paros y los conflictos entre grupos estudiantiles.

Una menor proporción expresó que la falta, tanto de material bibliográfico como didáctico y la dificultad para salir al campo, impiden un buen desarrollo del tema. El 7% mencionaron otros impedimentos como la falta de espacios para la exposición de carteles, así como la inestabilidad del turno vespertino.

Otro de los problemas que impide impartir el tema, es la falta de bibliografía y material didáctico, estas limitantes fueron las más mencionadas por los profesores en la encuesta.

Lamentablemente, la biblioteca del Colegio no cuentan con bibliografía que apoye el tema biodiversidad de México, existen una gran cantidad de libros de biología general, pero ninguno de ellos contiene información actualizada del tema.

En cuanto al material de apoyo que utilizan para cubrir el tema destacan los siguientes: El recurso didáctico en el que más se apoyan es el video, 55% lo señalaron; en segundo lugar mencionaron que se auxilian con presentaciones power point para ilustrar sus clases; el pizarrón sigue siendo relevante, ya que se continua ocupando con frecuencia, 30 docentes lo mencionaron como recurso, no obstante que los medios antes señalados son muy utilizados y cada vez surgen materiales novedosos, el pizarrón sigue siendo un material de apoyo necesario.

Los artículos de divulgación son un recurso que se utiliza constantemente y 30 profesores lo indicaron dentro de sus respuestas, con el mismo número los docentes se apoyan también con trabajos de investigación, 18 de ellos recurren a prácticas de campo. Los acetatos son un material que los profesores siguen ocupando y es considerado como un recurso alternativo cuando por algún contra tiempo no pueden hacer uso del video proyector, que es utilizado por el 8% de los profesores.

A pesar de que los profesores del Colegio han publicado libros y elaborado materiales para apoyar este tema, estos recursos no están disponibles para los alumnos; por consiguiente, no tienen más opción que recurrir al internet, donde por lo general no consultan páginas confiables.

Respecto a la escasez de material didáctico para apoyar el tema, y a pesar de que los profesores mencionaron diversos tipos de recursos didácticos, algunos expresaron que no existe material específico de apoyo razón por la cual se ven obligados a elaborar su propio material o auxiliarse en actividades extraclase, como trabajos de investigación, elaboración y exposición de carteles, visitas guiadas y prácticas de campo.

Caltenco (2012), concluye que coincide con los profesores encuestados con respecto a que el principal factor que afecta el buen desarrollo del tema es la falta de tiempo. Esta situación se ve reflejada en cursos impartidos de manera precipitada. Por consiguiente, también propicia que los tiempos dedicados al tema varíen en un intervalo muy amplio que va de cuatro a más de 30 horas.

Asimismo, en lo referente a la evaluación los profesores también señalaron una gran diversidad de elementos que consideran para este rubro. Lo que indica nuevamente que la

serie de limitaciones que enfrenta la impartición del tema propicia una limitada enseñanza y un aprendizaje deficiente.

Castañeda (2008), con el objetivo de conocer cuáles son los conceptos previos que manejan los alumnos de sexto semestre sobre el tema de biodiversidad de la segunda unidad de Biología IV teniendo como antecedente los conocimientos de Biología II (cuarto semestre), así como conocer algunos factores que intervienen en la enseñanza-aprendizaje del tema, realizó una investigación que consistió en dos etapas:

En la primera, aplicó un cuestionario con 30 preguntas a 190 alumnos de sexto semestre, antes de iniciar el curso con el que pretendía conocer cuáles son los conocimientos previos sobre el tema de biodiversidad en relación con los siguientes subtemas: evolución, niveles de organización ecológica, componentes del ecosistema, dinámica de los ecosistemas, relaciones intra e interespecíficas, importancia de la biodiversidad, conservación de la biodiversidad, México un país megadiverso. El cuestionario lo elaboró considerando como referente a los Núcleos de Formación Básica de la asignatura de Biología, 2001.

En la segunda etapa volvió a aplicar el mismo cuestionario a sólo 150 alumnos que terminaron el curso.

Expreso los resultados de los conceptos previos de los estudiantes de acuerdo con una escala de comprensión de 3 niveles: buena, regular e inapropiada.

Los resultados de la fase I fueron alarmantes, ya que el nivel de comprensión de la mayoría de los conceptos se ubicaron en regular y mala comprensión.

Los resultados de la fase II, no fueron los esperados, debido a que la mayoría no se ubican en una buena comprensión.

En lo que se refiere al tema "México un país megadiverso", en la segunda fase se aprecia hacia una buena comprensión Castañeda (2008), lo explica como un efecto de memoria de corto plazo señalando que el porcentaje de respuestas correctas quizá refleje que la información todavía se conservaba.

Para determinar los contenidos temáticos que recibieron los alumnos de Biología IV sobre el tema de biodiversidad, Castañeda (2008) pidió a 16 profesores del Colegio de Ciencias y

Humanidades, plantel Azcapotzalco, que imparten la asignaturas de Biología II y Biología IV, que respondieran un cuestionario que estuvo conformado por siete preguntas, dos de ellas ¿cómo abordan el tema de biodiversidad? y ¿cuáles son los recursos didácticos que utilizan? en Biología II y en Biología IV, así como las estrategias que emplean en los diferentes momentos de la clase: apertura, desarrollo y cierre.

De acuerdo a las respuestas que obtuvo de los profesores que imparten Biología II, la mayoría prefiere iniciar con preguntas generadoras, lecturas y videos, en tanto que para el desarrollo las lecturas, videos y prácticas son preferidas. En el cierre hay una tendencia a los exámenes, videos y presentación de informes de proyectos. Por lo que Castañeda considera que se puede inferir que lo que se está propiciando en los alumnos es que desarrollen habilidades de tipo visual y memorístico; los proyectos por lo regular los entregan a manera de informes, por lo que no existe una retroalimentación para los puntos que pudieran quedar un poco confusos.

Para Biología IV (biodiversidad), los profesores prefieren iniciar con preguntas generadoras, lluvia de ideas y videos; para el desarrollo las prácticas, lecturas, exposición del profesor y acetatos; en la etapa de cierre los exámenes, videos y proyectos de investigación son de las actividades más usadas. Castañeda (2008), destaca que no hay mucha diferencia entre las actividades que se realizan para Biología II y IV, las habilidades que se desarrollan en los jóvenes, desgraciadamente vuelven a ser en su mayoría memorísticas, los informes que presentan los alumnos en muchos de los casos no son puestos a discusión en el laboratorio, o no se les puntualiza qué puntos pudieron estar en desacuerdo con el profesor.

Castañeda concluye que los resultados que obtuvo para esta investigación no fueron significativos, sin embargo, podría justificarse por el hecho de que el tamaño de la muestra era demasiado pequeña como para producir un resultado significativo.

Otros factores que están implícitos en el resultado pueden ser, el que es un tema que está al final del programa de Biología IV, se deja como trabajo final por los profesores que rebasan sus tiempos y por lo tanto no hay retroalimentación de este, los trámites administrativos que realizan los alumnos para el ingreso a licenciatura, el problema de la

deserción así como los exámenes extraordinarios de otras materias que coinciden con la impartición del tema.

1.8. La enseñanza de la biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades

Las formas de enseñanza han ido cambiando conforme se modifica la sociedad y sus requerimientos. En la actualidad, el bagaje de conocimientos es tan amplio que no es posible saturar a los alumnos de contenidos conceptuales, por ello, es indispensable dotarlos de habilidades, actitudes y valores que les permitan tener acceso a la información científica para aprender con autonomía. Esto implica que a través de estrategias educativas se fortalezcan las habilidades que se requieren para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información de diferentes fuentes, reflexionar acerca de ella y emitir juicios o puntos de vista a partir de lo investigado.

De igual manera, es necesario promover en los educandos el pensamiento flexible que les permita percibir que los conocimientos están en un proceso de construcción y reconstrucción permanente, en el que las teorías se van enriqueciendo o pueden ser desplazadas por otras (Galnares, 2013).

El propósito fundamental del Colegio es preparar académicamente a un mayor número de jóvenes con aprendizajes de alta calidad educativa para enfrentar con éxito los estudios superiores, así como para responder como profesionistas a las necesidades laborales y a los retos de la sociedad mexicana. El Colegio de Ciencias y Humanidades se ha comprometido, desde sus inicios, a conformar una cultura básica en los estudiantes, que les permita tener una primera síntesis de tipo intelectual y cultural, requerida al término del nivel medio superior.

El modelo educativo parte del principio de aprender a aprender y privilegia la autorregulación del conocimiento y la posibilidad de obtener conocimientos, habilidades y actitudes para seguir aprendiendo a lo largo de la vida. Este modelo educativo indudablemente sigue siendo vigente; no obstante, la actualización es necesaria en

algunos aspectos en virtud de los cambios del conocimiento y de las transformaciones socio culturales en el siglo XXI (Muñoz, 2014).

Desde esta perspectiva, en los cursos de Biología se parte de la concepción de que el aprendizaje es un proceso de construcción mediante el cual los alumnos conocen, comprenden y actúan; que aprender es una actividad de permanente cuestionamiento y que debe existir interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento.

Lo deseable es que los aprendizajes se apliquen a situaciones diferentes, atiendan a las nociones fundamentales de la biología, sean de interés potencial para el alumno y revelan realidades. Se considera, además, que éste es un proceso gradual y continuo, en el que el nuevo aprendizaje se edifica sobre el anterior, al cual se incorpora, y lo que va a aprenderse, debe verse en términos de lo que ya se conoce y se puede comprender, para que las nuevas experiencias puedan ser asimiladas (Roché, 2013).

Es por ello que en el aspecto didáctico se propone que los alumnos vayan construyendo el conocimiento de manera gradual; que las explicaciones, los procedimientos y los cambios conseguidos sean la base a partir de la cual se logrará el aprendizaje de nuevos conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores más complejos y profundos. De ahí que, para facilitar la construcción del conocimiento, es importante la utilización de estrategias que promuevan el aprendizaje significativo, es decir, que propicien el proceso a través del cual una nueva información se relaciona de manera sustantiva con los conocimientos previos del alumno.

Lo anterior con el propósito de permitir entre los educandos una mayor libertad de pensamiento, lograr nuevos aprendizajes, relacionar lo aprendido con situaciones del mundo real, con el entorno y con la sociedad (Roché, 2013).

En este contexto, el sujeto principal del proceso enseñanza-aprendizaje es el alumno, por lo que las estrategias deberán organizarse tomando en consideración su edad, intereses, rasgos socioculturales y antecedentes académicos. Además, es importante tener presente

que el alumno tiene sus propias concepciones e ideas respecto a los fenómenos naturales, y para que reestructure científicamente esas ideas, será necesario propiciar un cuestionamiento sistemático que ponga en juego sus diversas formas de razonar.

El CCH (2004) señala que aprender a conocer desde la biología no supone sólo la memorización de una serie de características de los sistemas vivos y de sus funciones, sino va mucho más allá, implica que el alumno incorpore en su manera de ser, de hacer y de pensar, una serie de elementos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, que lo lleve a cambiar su concepción del mundo en especial en la esfera biológica.

De acuerdo con una revisión de Pantoja y Covarrubias (2013) la materia de biología debe lograr que en la cultura básica del bachiller se incorporen conocimientos, habilidades intelectuales, actitudes y valores que favorezcan una interpretación lógica, racional y mejor fundamentada de la naturaleza, que disminuya la incidencia del pensamiento mágico y doctrinario como explicación del mundo natural, y que la interacción del alumno con la sociedad, la tecnología y el ambiente sea más consciente y responsable.

Debe dotar al estudiante de los conocimientos y habilidades intelectuales que le permitan por sí mismo ir a las fuentes del conocimiento y más en general, de la cultura. En otras palabras, crear las condiciones, a través del planteamiento de situaciones problema que impliquen la necesidad de manipular el significado de los conceptos, de las controversias propiciadas a partir del trabajo en grupo, y de la discusión general en el aula, para que el alumno pueda expresar qué hay detrás de las simples etiquetas verbales de las palabras.

1.8.1 La enseñanza de la biodiversidad en el Colegio de Ciencias y Humanidades

En el mapa curricular del Colegio de Ciencias y Humanidades la asignatura de Biología pertenece al área de ciencias experimentales y comprende cuatro materias: Biología I y II de carácter obligatorio, que se cursan en tercero y cuarto semestre y Biología III y IV, materias optativas impartidas en quinto y sexto semestre, respectivamente.

En estas asignaturas se propone la enseñanza de una biología integral, que proporcione a los alumnos los conceptos y principios básicos, así como las habilidades que les permita

entender y estudiar nuevos conocimientos de la disciplina, es decir, aprender a aprender (DGCCH, 2006).

De igual manera, continúa con la adquisición de actitudes y valores que les permitan integrarse a la sociedad y asumirse como parte de la naturaleza, propiciando una actitud de respeto hacia ella y una actitud ética en cuanto a las aplicaciones del conocimiento biológico (DGCCH, 2006).

La enseñanza de la biología y en particular de la asignatura de Biología IV del Colegio de Ciencias y Humanidades está enfocada a otorgar a los alumnos conocimientos integradores de genética, ecología, evolución y biogeografía, establecidos en las temáticas de las dos unidades que constituyen el programa de estudio. Por un lado, los procesos evolutivos que explican el origen y la complejidad de las diversas formas de vida que han habitado el planeta y que aún existen y, por otra parte, los procesos que caracterizan a esta gama de formas de vida o biodiversidad, reconocer su valor y comprender que la especie humana depende de muchas de ellas para vivir (CCH, 2004).

1.8.1.1 Ubicación del tema

Esta asignatura comprende una serie de conocimientos que permiten al alumno adquirir una visión integradora, del mismo modo incluye el análisis histórico y la relación sociedad-ciencia-tecnología, al mismo tiempo se fomenta la reflexión acerca de cómo la actividad humana repercute de manera negativa en la biodiversidad. De este modo se promueve una actitud de respeto y protección por la naturaleza, para construir una relación armónica entre la sociedad y su ambiente (CCH, 2004).

El tema Megadiversidad de México forma parte del tema II Biodiversidad de México que se ubica en la segunda unidad de Biología IV ¿Por qué es importante el estudio de la biodiversidad en México? y tiene como objetivo que el alumno:

- Reconoce la situación de la megadiversidad de México para valorarla.

1.8.1.2 Fundamentación académica

Los contenidos del tema II, acerca de la situación de México como país megadiverso, las causas que dieron origen a esa situación a través de la evolución, así como los problemas ambientales y sus repercusiones, son aspectos sumamente importantes, razón por la cual se debe abordar de manera pertinente, para despertar en los alumnos el interés de conocer más a fondo el tema y aprender a valorar la biodiversidad, para fomentar en ellos una actitud de responsabilidad y respeto hacia la naturaleza (Caltenco, 2012).

En la asignatura de Biología IV se tiene como principio que el alumno aprenda a generar mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos, integrando los conceptos, principios, habilidades, actitudes, y valores, para que, por medio de la profundización en el aprendizaje de estos conocimientos, los alumnos incorporen nuevos elementos en su cultura básica, teniendo como eje a la biodiversidad (CCH, 2004).

Objetivo general:

Diseñar, aplicar y evaluar el estudio de caso “Cuatrociénegas Coahuila” como estrategia didáctica en el aprendizaje del tema “México país megadiverso” del programa de Biología IV (sexto semestre), en el CCH Azcapotzalco.

Objetivos particulares:

- Diseño de un estudio de caso para el aprendizaje del tema México, país megadiverso.
- Diseño de actividades y materiales para el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Evaluar los resultados de la intervención didáctica y las actividades diseñadas.

Capítulo II

2. LA ENSEÑANZA SITUADA DE LA BIOLOGÍA: APRENDIZAJE BASADO EN ESTUDIO DE CASOS

El mundo se encuentra marcado por profundas transformaciones económicas, políticas y sociales que tienen como punto de referencia la globalización de los mercados y la revolución científico-tecnológica, por lo que podemos decir que nos encontramos ante una nueva realidad, de la cual la educación no es ajena. No se puede negar que en el ámbito de la educación existe una preocupación constante porque la enseñanza evolucione y responda a las nuevas necesidades de nuestra sociedad. En la literatura especializada aparecen continuas referencias a las deficiencias que presenta la enseñanza tradicional de los contenidos, fundamentada, en muchos casos, en un modelo obsoleto y desconectado de la realidad de los estudiantes (Lacosta, 2012). Superar este modelo es uno de los objetivos educativos planteados en este momento, el cual está enfocado al desarrollo de competencias ligadas a sólidos aprendizajes significativos (Fonseca y Aguaded, 2007).

Para conseguir aprendizajes significativos y funcionales, la Didáctica aconseja planteamientos metodológicos globalizadores e interdisciplinarios. Entre estas metodologías, la del estudio de casos es una de las más prometedoras (Lacosta, 2012).

El estudio de casos es una metodología de carácter interdisciplinar y globalizado que participa también de las virtudes de los enfoques centrados en la dimensión social del proceso didáctico y permite, en algunos momentos, centrar la atención en cada estudiante de forma individual. Para que se produzca un buen aprendizaje se necesita una base de conocimientos estructurada, un contexto motivador, una actividad a realizar y una interacción entre los miembros del contexto educativo. No cabe duda que la metodología de estudio de caso cumple con estos requisitos. En el aprendizaje basado en casos, el estudiante aprende estudiando los casos. Este aprendizaje está anclado en contextos auténticos (Lacosta, 2012).

Para sustentar la propuesta didáctica del presente trabajo se comenzará por hablar de la aproximación constructivista del aprendizaje, como postura teórica general, de ahí se abordará una propuesta didáctica específica, que es la enseñanza situada y dentro de ésta, el aprendizaje basado en casos; metodología que se emplea para la enseñanza del tema México país megadiverso en grupos de bachillerato. De esta forma se empleará una estrategia deductiva en la construcción del capítulo.

La idea básica del llamado enfoque constructivista es que aprender y enseñar, lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar la mente de quien aprende, que debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos. Esta idea no es desde luego nueva, ya que de hecho tiene detrás también una larga historia cultural y filosófica, pero debido a los cambios habidos en la forma de producir, organizar y distribuir los conocimientos en nuestra sociedad, entre ellos los científicos, sí resulta bastante novedosa la necesidad de extender esta forma de aprender y enseñar a casi todos los ámbitos formativos, y desde luego a la enseñanza de las ciencias (Pozo y García, 2006a).

2.1. La concepción constructivista del aprendizaje escolar

Se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en las instituciones educativas es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece. Estos aprendizajes no se producirán de manera satisfactoria a no ser que se suministre una ayuda específica a través de la participación del alumno en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas, que logren propiciar en éste una actividad mental constructiva (Díaz y Hernández, 1999). Así, la construcción del conocimiento escolar puede analizarse desde dos vertientes:

- a) Los procesos psicológicos implicados en el aprendizaje.
- b) Los mecanismos de influencia educativa susceptibles de promover, guiar y orientar dicho aprendizaje.

Desde la postura constructivista se rechaza la concepción del alumno como un mero receptor o reproductor de los saberes culturales, así como tampoco se acepta la idea de que el desarrollo es la simple acumulación de aprendizajes específicos. La filosofía educativa que subyace a estos planteamientos indica que la institución educativa debe promover el doble proceso de *socialización* y de *individualización*, la cual debe permitir a los educandos construir una identidad personal en el marco de un contexto social y cultural determinado. Lo anterior implica que "la finalidad última de la intervención pedagógica es desarrollar en el alumno la capacidad de realizar aprendizajes significativos por sí solo en una amplia gama de situaciones y circunstancias (aprender a aprender)" (Díaz y Hernández, 1999).

En el enfoque constructivista, tratando de conjuntar el cómo y el qué de la enseñanza, la idea central se resume en la siguiente frase:

“Enseñar a pensar y actuar sobre contenidos significativos y contextualizados”

La concepción constructivista se organiza en torno a tres ideas fundamentales:

1º. *El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje ya que construye (o más bien reconstruye) los saberes de su grupo cultural, y puede ser un sujeto activo cuando manipula, explora, descubre o inventa, incluso cuando lee o escucha la exposición de los otros.*

2º. *La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen un grado considerable de elaboración.* Esto quiere decir que el alumno no tiene en todo momento que *descubrir o inventar* en un sentido literal todo el conocimiento escolar. Debido a que el conocimiento que se enseña en las instituciones escolares es en realidad el resultado de un proceso de construcción a nivel social, los alumnos y profesores encontrarán ya elaborados y definidos buena parte de los contenidos curriculares.

3º. *La función del docente es engarzar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado.*

Esto implica que la función del profesor no se limita a crear condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva, sino que debe orientar y guiar explícita y deliberadamente dicha actividad.

Se puede decir que la construcción del conocimiento escolar es en realidad un proceso de *elaboración*, en el sentido de que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de muy diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos. Así, *aprender un contenido* quiere decir que el alumno le atribuye un significado, construye una representación mental a través de imágenes o proposiciones verbales, o bien elabora una especie de teoría o modelo mental como marco explicativo de dicho conocimiento (Díaz y Hernández, 1999).

Construir significados nuevos implica un cambio en los esquemas de conocimiento que se poseen previamente, esto se logra introduciendo nuevos elementos o estableciendo nuevas relaciones entre dichos elementos.

Así, el alumno podrá ampliar o ajustar dichos esquemas o reestructurarlos a profundidad como resultado de su participación en un proceso instruccional. En todo caso, la idea de construcción de significados refiere a la teoría del aprendizaje significativo (Díaz y Hernández, 1999).

2.2. Aprendizaje significativo

Hablar de aprendizaje significativo equivale, ante todo, a poner de relieve el proceso de construcción de significados como elemento central del proceso de enseñanza/aprendizaje.

El alumno aprende un contenido cualquiera un concepto, una explicación de un fenómeno físico o social, un procedimiento para resolver determinado tipo de problemas, una norma de comportamiento, un valor a respetar, etcétera, cuando es capaz de atribuirle un significado.

De hecho, en sentido estricto, el alumno puede aprender también estos contenidos sin atribuirles significado alguno; es lo que sucede cuando los aprende de una forma puramente memorística y es capaz de repetirlos o de utilizarlos mecánicamente sin entender en absoluto lo que está diciendo o lo que está haciendo (Coll,1988).

La mayoría de las veces, sin embargo, lo que sucede es que el alumno es capaz de atribuir únicamente significados parciales a lo que aprende: el concepto aprendido o la explicación, o el valor, o la norma de conducta, o el procedimiento de resolución de problemas no significa exactamente lo mismo para el profesor que lo ha enseñado que para el alumno que lo ha aprendido, no tiene las mismas implicaciones ni el mismo poder explicativo para ambos, que no pueden utilizarlo o aplicarlo en igual extensión y profundidad; en suma, no posee para ellos la misma fuerza como instrumento de comprensión y de acción sobre la parcela de la realidad a la que se refiere.

Quiere decir esto que la significatividad del aprendizaje no es una cuestión de todo o nada, sino más bien de grado; en consecuencia, en vez de proponer que los alumnos realicen aprendizajes significativos, quizás sería más adecuado intentar que los aprendizajes que llevan a cabo sean, en cada momento de la escolaridad, lo más significativos posible.

Lejos de ser un juego de palabras, este cambio de perspectiva es importante porque subraya el carácter abierto y dinámico del aprendizaje escolar, plantea el problema de la dirección o direcciones en las que debe actuar la enseñanza para que los alumnos profundicen y amplíen los significados que construyen mediante su participación en las actividades de aprendizaje (Coll, 1988).

Pero, ¿qué quiere decir exactamente que los alumnos construyen significados? Una primera aproximación, sin lugar a duda la más conocida, es la que proporcionan Ausubel y sus colaboradores (1966), que afirman que se construyen significados cada vez que se establecen relaciones “sustantivas y no arbitrarias” entre lo que se aprende y lo que ya se conoce. Así, la mayor o menor riqueza de significados que se atribuye al material de aprendizaje dependerá de la mayor o menor riqueza y complejidad de las relaciones que se establecen.

Por ejemplo, la observación de la fauna y flora de una región cualquiera dará lugar a la construcción de significados distintos cuando se trate de un alumno que no posee conocimientos previos de biología, respecto alguien que sí posee algún tipo de conocimientos de este tipo y que, por lo tanto, puede establecer múltiples relaciones de similitud y de contraste, o de un alumno que además puede relacionar lo observado con las actividades económicas, las formas de hábitat y las costumbre de los habitantes de la región. En los tres casos, cada alumno atribuye significados a lo que observa, pero estos significados tienen una amplitud y una riqueza distinta.

En términos piagetianos, se podría decir que se construyen significados integrando o asimilando el nuevo material de aprendizaje a los esquemas que ya se poseen de comprensión de la realidad.

Lo que presta un significado al material de aprendizaje es precisamente su asimilación, su inserción en estos esquemas previos. En un caso límite, lo que no se puede asimilar a ningún esquema previo carece totalmente de significado para cualquiera. La experiencia cotidiana informa que se puede estar en contacto con multitud de hechos, de fenómenos y de situaciones que no existen prácticamente para nosotros, que no significan nada, hasta que, por la razón que sea, se insertan en los esquemas de actuación o de conocimiento, adquiriendo de golpe un significado hasta ese momento desconocido.

Pero siguiendo con la terminología piagetiana, la construcción de significados implica igualmente una acomodación, una diversificación, un enriquecimiento, una mayor interconexión con los esquemas previos. Al relacionar lo que ya se sabe con lo que se está aprendiendo, los esquemas de acción y de conocimiento lo que ya se sabe se modifican y, al modificarse, adquieren nuevas potencialidades como fuente futura de atribución de significados (Coll, 1988).

No siempre el aprendizaje es significativo, es decir, que no siempre da lugar a la construcción de significados. En muchas ocasiones, el aprendizaje se limita a la mera repetición memorística. De hecho, es difícil alcanzar un nivel elevado de significatividad en el aprendizaje escolar.

Las condiciones que exige su realización no son siempre fáciles de cumplir. Ausubel y sus colaboradores, han insistido en numerosas ocasiones sobre las exigencias que plantea el aprendizaje significativo.

Ante todo, es necesario que el nuevo material de aprendizaje, el contenido que el alumno va a aprender, sea potencialmente significativo, es decir, sea susceptible de dar lugar a la construcción de significados. Para ello, debe cumplir dos condiciones, una intrínseca al propio contenido de aprendizaje y la otra relativa al alumno particular que va aprenderlo (Coll, 1988).

La primera condición es que el contenido posea una cierta estructura interna, una cierta lógica intrínseca, un significado en sí mismo.

Difícilmente el alumno podrá construir significados si el contenido de aprendizaje es vago, está poco estructurado, o es arbitrario; es decir, si no es potencialmente significativo desde el punto de vista lógico. Obviamente, esta potencial *significatividad lógica*, como la denomina Ausubel, no depende sólo de la estructura interna del contenido, sino, también de la manera como éste se le presenta al alumno.

Pero no basta con que el contenido posea significatividad lógica. Se requiere todavía una segunda condición:

Para que un alumno determinado construya significados a propósito de este contenido es necesario, además, que pueda asimilarlo, que pueda ponerlo en relación de forma no arbitraria con la que ya conoce, que pueda insertarlo en las redes de significados ya construidas en el transcurso de sus experiencias previas de aprendizaje; en otros términos, es necesario que el contenido sea potencialmente significativo desde el punto de vista psicológico.

Esta potencial *significatividad psicológica* del material de aprendizaje explica, por otra parte, la importancia acordada por Ausubel y sus colaboradores al conocimiento previo del alumno como el factor decisivo en el momento de afrontar la adquisición de nuevos conocimientos (Coll, 1988).

La potencial significatividad lógica y psicológica del contenido de aprendizaje, son dos condiciones necesarias no son, sin embargo, todavía suficientes para que el alumno construya significados. Es necesario, además, que éste tenga una *actitud favorable* para aprender significativamente.

Este requisito, a menudo olvidado en las discusiones sobre el tema, es una consecuencia lógica del protagonismo del alumno y de su responsabilidad en el aprendizaje. La actitud favorable hacia el aprendizaje significativo hace referencia a una intencionalidad del alumno para relacionar el nuevo material de aprendizaje con lo que ya conoce, con los conocimientos adquiridos previamente, con los significados ya construidos.

Cuando la intencionalidad es escasa, el alumno se limitará probablemente a memorizar lo aprendido de una forma un tanto mecánica y repetitiva; por el contrario, cuando la intencionalidad es elevada, el alumno establecerá múltiples y variadas relaciones entre lo nuevo y lo que ya conoce. El que un alumno se sitúe en uno u otro lugar del continuo que delimita estos dos extremos va a depender, en definitiva, de su motivación para aprender significativamente y de la habilidad del profesor para despertar e incrementar esta motivación.

La intervención del profesor en este sentido es un factor determinante, pues la memorización mecánica y repetitiva de lo aprendido suele aparecer en principio como un procedimiento mucho más cómodo y económico en tiempo y energía para el alumno, que la construcción de significados mediante la búsqueda y el establecimiento de relaciones sustantivas entre lo nuevo y lo que ya conoce (Coll, 1988).

Lo dicho hasta aquí basta para darse cuenta de que el aprendizaje significativo de un contenido cualquiera implica inevitablemente su *memorización comprensiva*, su ubicación o almacenamiento en una red más o menos amplia de significados.

Asimismo, en la medida en que contribuye a ampliar y extender dicha red de significados, se incrementa la capacidad del alumno para establecer nuevas relaciones cuando se enfrente a tareas o situaciones posteriores, por lo que un aprendizaje realizado de forma significativa es, al mismo tiempo, un aprendizaje que tiene un elevado valor *funcional*, es decir, un aprendizaje útil, que puede ser utilizado con relativa facilidad para generar nuevos significados (Coll, 1988).

Aprender significativamente, por tanto, es una actividad personal por la que se modifican las estructuras mentales y se sustituyen por otras con mayor potencial explicativo. Esta concepción de aprendizaje exige nuevos diseños de instrucción en los que se manejen informaciones, materiales impresos o audiovisuales, recursos informáticos, para resolver problemas (Fonseca y Aguaded, 2007). Las características de estos ambientes de aprendizaje son:

La instrucción se centra en el que aprende.

Se incorporan tareas auténticas.

Se proponen múltiples perspectivas.

Se aportan sistemas de evaluación que orientan a los alumnos.

Estos entornos de aprendizaje proveen a los alumnos de experiencias auténticas que facilitan la construcción de aprendizajes significativos. Esta autenticidad hay que entenderla en dos vertientes: cognitiva y contextual. Por una parte, las tareas propuestas han de dar posibilidades para que los alumnos sean conscientes de sus propias ideas, exploren otras nuevas y sean capaces de alcanzar conclusiones. Por otra parte, las tareas deben estar relacionadas con el mundo real y realizarse en un contexto colaborativo. La necesidad de autenticidad en las tareas y la importancia del trabajo colaborativo hace que este tipo de iniciativas se encuadren dentro de las corrientes socioconstructivistas y, en particular, de la cognición situada. Desde este punto de vista, el conocimiento es dependiente de la actividad y el contexto en que se desarrolla, siendo aconsejable una práctica educativa basada en actividades auténticas coherentes con lo que son las prácticas ordinarias en la cultura, y que, por tanto, desarrollan los expertos (Fonseca y Aguaded, 2007).

2.3. Aprendizaje situado

Los teóricos de la cognición situada parten de una fuerte crítica a la manera cómo la institución escolar intenta promover el aprendizaje. En particular, cuestionan la forma en que se enseñan aprendizajes declarativos abstractos y descontextualizados, conocimientos inertes, poco útiles y escasamente motivantes, de relevancia social limitada (Díaz y Hernández, 2002).

Es decir, en las escuelas se privilegian las prácticas educativas sucedáneas o artificiales, en las cuales se manifiesta una ruptura entre el saber qué (*Know What*) y el saber cómo (*know how*), y donde el conocimiento se trata como si fuera neutral, ajeno, autosuficiente e independiente de las situaciones de la vida real o de las prácticas sociales de la cultura a la que se pertenece.

Esta forma de enseñar se traduce en aprendizajes poco significativos, es decir, carentes de significado, sentido y aplicabilidad, y en la incapacidad de los alumnos por transferir y generalizar lo que aprenden, (Díaz, 2003).

Por el contrario, desde una visión situada, se aboga por una enseñanza centrada en prácticas educativas *auténticas*, las cuales requieren ser coherentes, significativas y propositivas; en otras palabras: “simplemente definidas como las prácticas ordinarias de la cultura”. Además, la autenticidad de una práctica educativa puede determinarse por el grado de relevancia cultural de las actividades en que participa el estudiante, así como mediante el tipo y nivel de actividad social que éstas promueven (Díaz, 2003, pág. 3).

Paradójicamente, en la cultura escolarizada con frecuencia se intenta hacer un símil de las prácticas o actividades científico-sociales que realizan los expertos, y se pretende que los alumnos piensen o actúen como matemáticos, biólogos, historiadores, etcétera. Sin embargo, la enseñanza no transcurre en contextos significativos, no se enfrentan problemas ni situaciones reales, no hay tutelaje, ni se promueve la reflexión en la acción, ni se enseñan estrategias adaptativas y extrapolables.

El aprendizaje situado es entendido genéricamente como “una forma de crear significado desde las actividades cotidianas de la vida diaria”. Esta definición es idéntica a la que se emplea para definir “cultura” (Sagástegui, 2004, pág. 31), alude al complejo entramado de relaciones existentes entre el conocimiento y el entorno donde éste se produce. Se establece así una distinción con respecto a las perspectivas teóricas que ubican al contexto social como un escenario “externo” al proceso educativo, donde se concibe al educando como un sujeto que desempeña un papel puramente “reactivo” frente a un conjunto de circunstancias “dadas” por su medio circundante.

Sin que exista una significación unívoca, puede sostenerse que lo “situado” del aprendizaje hace referencia a un principio básico: la educación no es el producto de procesos cognoscitivos individuales sino de la forma en que tales procesos se ven conformados en la actividad por una constelación de elementos que se ponen en juego, tales como percepciones, significados, intenciones, interacciones, recursos y elecciones. Estos constitutivos no son factores de influencia sino el *resultado* de la relación dinámica que se establece entre quien aprende y el entorno socio cultural en el que ejerce su acción o actividad.

El aprendizaje situado exige en la escuela una actividad creativa de interpretación del mundo; requiere que los estudiantes operen en situaciones “reales” y “auténticas” semejando las formas de aprendizaje que se producen en la vida cotidiana, donde los sujetos se encuentran inmersos en el marco de sentido de una cultura, interactuando con otros agentes humanos y con agentes no humanos, incluidos los frutos del conocimiento socialmente producidos, tales como lenguajes, teorías, esquemas, mapas, artefactos técnicos, etcétera- (Sagástegui, 2004).

Así, el desafío pedagógico consiste en hacer del contexto escolar un espacio social de conocimiento, donde los alumnos se enfrenten a situaciones “auténticas”; resulta importante contrarrestar la tendencia a diseñar “ejercicios” de “aplicación” de conocimientos diseñados *ad hoc* para que el alumno demuestre la “adquisición” de contenidos. De allí que el concepto de aprendizaje situado representa un reto que afrontar, más que un modelo plenamente articulado.

Sagástegui (2004), menciona que el desarrollo de aprendizajes situados en el contexto escolar debe considerar:

1. Las situaciones educativas deberán estar organizadas en función de las posibilidades de desarrollo cognitivo de los estudiantes, lo que Vigotsky llamó la zona de desarrollo próximo o proximal.

2. La experiencia debe ser guiada y apoyada a través de un proceso de “andamiaje”, para facilitar a los alumnos cierta destreza frente a la complejidad de los problemas, mediante procesos de colaboración con otros.
3. Reconocer las racionalidades y subjetividades que se ponen en juego en el transcurso de la actividad, desde la formulación de problemas hasta la creación de estrategia.

Entre las estrategias para el aprendizaje significativo centradas en el aprendizaje experiencial y situado, que se enfocan en la construcción del conocimiento en contextos reales, en el desarrollo de las capacidades reflexivas, críticas y en el pensamiento de alto nivel, así como en la participación en las prácticas sociales auténticas de la comunidad, se mencionan:

- ✚ Aprendizaje centrado en la solución de problemas auténticos.
- ✚ Análisis de casos (case method).
- ✚ Método de proyectos.
- ✚ Prácticas situadas o aprendizaje *in situ* en escenarios reales.
- ✚ Aprendizaje en el servicio (service learning).
- ✚ Trabajo en equipos cooperativos.
- ✚ Ejercicios, demostraciones y simulaciones situadas.
- ✚ Aprendizaje mediado por las tecnologías de la información y comunicación.

Las propuestas de enseñanza y aprendizaje basadas en el análisis de casos (ABC) y en la resolución de problemas (ABP) tienen una larga historia en educación. Ambas se caracterizan por intentar que los alumnos sean aprendices activos, enfrentándoles a situaciones fundadas en problemas del mundo real y responsabilizándoles de su propio aprendizaje (Coll, *et al.*, 2010).

La propuesta instruccional de estudio de casos se utilizó por primera vez en los estudios de Derecho en Harvard (The Case System) a principios del siglo XX. Su objetivo era lograr que los alumnos de abogacía buscaran la solución a una historia concreta y la defendieran.

A lo largo de la primera mitad de dicho siglo, se fue desarrollando la estructura definitiva de dicha metodología, que se perfeccionó con la introducción de técnicas de representación o dramatización con el fin de favorecer la implicación del alumno.

El ABC se ha ido desarrollando ampliamente a partir de estas experiencias iniciales, implementándose en campos de formación muy variados (Coll *et al.*, 2010).

Por su parte, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) tuvo su primera aplicación y desarrollo en la década de 1960 en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de McMaster en Canadá. El crecimiento exponencial de la información médica y de las nuevas tecnologías, unido a la aparición de demandas de la práctica profesional rápidamente cambiantes, llevó a un grupo de educadores de esta universidad a replantearse la enseñanza de la medicina.

La nueva situación exigía preparar a los futuros profesionales en el desarrollo de habilidades de solución de problemas, lo que suponía plantearse su formación en la formulación y comprobación de hipótesis explicativas mediante la adquisición de información adicional y necesaria.

2.4. Semejanzas y diferencias entre Aprendizajes Basados en el Análisis de casos (ABC) y Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

ABC y ABP comparten una visión constructivista del aprendizaje y la enseñanza que reconoce como elemento fundamental la actividad constructiva del alumno en contextos social y culturalmente situados, mediada por la actividad del profesor que actúa como facilitador. Ambas propuestas coinciden también en señalar como elementos esenciales de la propuesta instruccional lo siguiente:

1. Objetivos educativos referidos al desarrollo de competencias de pensamiento y de aprendizaje, en especial las relativas a la regulación, el control, el seguimiento y la valoración del proceso de construcción del conocimiento individualmente y en grupo.

2. Contenidos de aprendizaje organizados en torno a unidades globales de análisis o estudio que exigen un abordaje multidisciplinar y el dominio progresivo e interrelacionado de distintos tipos de contenido.
3. Metodología centrada en el alumno, que exige del profesor sostener, guiar y orientar el proceso, ofrecerle las ayudas adecuadas y llevar a cabo una evaluación centrada en el proceso y no únicamente en los resultados.

Igualmente, ambas propuestas apuestan por la significatividad y la funcionalidad del aprendizaje que se pretende alcanzar, tanto porque se aprende en el contexto en que el problema se genera como porque se aprende actuando.

Además, tratan de enfrentarse directamente a las dificultades que supone para el aprendiz la necesidad de transferir lo aprendido en un contexto a otro contexto nuevo, de pasar de un conocimiento teórico a uno práctico o aplicado, y de un conocimiento unidimensional y fragmentado a otro multidimensional y complejo (Coll *et al.*, 2010).

Sin embargo algunos autores (Coll *et al.*, 2010) ponen de relieve la existencia de algunas diferencias entre ABC y ABP. Así, por ejemplo, señalan que la propuesta instruccional basada en el ABC organiza la actividad de aprendizaje del alumno tomando como referente las fases propias del análisis de casos, identificando hasta cierto punto la estructura del proceso de aprendizaje con un modelo de razonamiento lógico o analítico-científico.

En contraste, el ABP se construye tomando como eje la actividad de elaboración del significado que ha de llevar a cabo el alumno: la activación de los conocimientos previos, la identificación de lagunas en los conocimientos iniciales para comprender el problema, el establecimiento de relaciones relevantes entre los conocimientos previos y la nueva información dirigida a subsanar las lagunas y déficit detectados y la reestructuración de los conocimientos iniciales a niveles de mayor amplitud, profundidad y complejidad. Otra de las diferencias relevantes entre ABC y ABP proviene del papel otorgado a los otros en la construcción del conocimiento: el ABC, pone de manifiesto este papel de modo más taxativo que el ABP al afirmar que la participación, la confrontación, el debate y el consenso son elementos fundamentales de dicha construcción (Coll *et al.*, 2010).

La cuestión de las diferencias entre ambas propuestas puede, en todo caso, matizarse si se acepta la sugerencia de algunos autores de diferenciar entre propuestas instruccionales *de análisis de casos* y propuestas instruccionales *basadas en casos*.

Las segundas serían mucho más parecidas al ABP, limitándose las diferencias a la naturaleza de los casos y de los problemas, éstos últimos mucho más abiertos o poco estructurados, y al proceso tutorial, que en el ABP queda formalmente establecido en sus puntos clave mientras, que en el ABC queda más abierto para su concreción posterior en cada propuesta instruccional específica (Coll *et al.*, 2010).

2.5. Aprendizaje Basado en Casos ABC

2.5.1. Antecedentes históricos del estudio de casos

El estudio de casos como método didáctico se remonta a la casuística medieval aunque su versión moderna data de finales de siglo XIX. El empleo sistemático del estudio de casos por Christopher Langdell, en la escuela de leyes de Harvard en el decenio de 1880, significó una importante revolución pedagógica que se adelantó al constructivismo de Piaget, al aprendizaje por descubrimiento de Bruner y al aprendizaje significativo de Ausubel y Novak. La metodología propuesta por Langdell consagró los *casos tipo Harvard* o casos largos, que para muchos expertos son los casos clásicos.

Los casos largos dieron lugar a los llamados *casos cortos* que son los más conocidos y empleados en la actualidad y que utilizan informes breves que solo contienen los datos pertinentes. A principios del siglo XX, la Escuela de Administración de Harvard implantó de manera masiva esta técnica en su práctica docente. Finalmente, en 1961, Paul y Faith Pigors crearon un tipo de caso llamado *de incidente crítico*. Con este tipo de caso, se presenta para su análisis y resolución un informe de caso escueto y objetivo, y se permite que los estudiantes soliciten al profesor los datos que juzguen necesarios para ello. El objetivo es obtener una visión más completa de la situación, ejercitarse en la búsqueda de información y proponer soluciones al problema (Lacosta, 2012).

Un caso plantea una situación, acontecimiento o problema, con la finalidad de confrontar a los estudiantes con experiencias complejas. Básicamente consiste en plantear situaciones problemáticas abiertas que los estudiantes deben resolver. Como se parte de las propias percepciones de los estudiantes, este método despierta su interés, potencia la reflexión individual y colectiva sobre situaciones reales e incita a la participación. Por todo ello, es una modalidad de enseñanza consolidada en la didáctica cuando lo que se pretende es mejorar la enseñanza de procedimientos y actitudes, además de adquirir los conceptos específicos de la materia (Lacosta, 2012).

El caso se presenta en forma de narrativa o historia y puede tomarse directamente de la vida real o elaborarse específicamente con carácter "realista" para formar parte de una determinada propuesta instruccional.

El objetivo es que los alumnos se impliquen activamente en la elaboración de propuestas de análisis del caso y, en ocasiones, en la generación de soluciones posibles, válidas o alternativas al mismo. Lo que se pretende es que los alumnos experimenten la complejidad, la incertidumbre, la ambigüedad o las contradicciones que acompañan casi siempre el análisis y la toma de decisiones en las situaciones reales.

Los casos pueden presentarse en formatos y lenguajes muy variados. También pueden ser de distinto tipo (por ejemplo, casos centrados en el estudio de descripciones, en la toma de decisiones para la resolución de problemas, en la simulación de situaciones, etcétera- (Coll *et. al.*, 2010).

Cualquiera de ellos debe, para constituir un buen caso, cumplir con algunos requisitos:

1. Ilustrar una temática o un aspecto significativo y relevante de la formación.
2. Incluir elementos y factores relevantes de la temática que ilustran.
3. Presentar la complejidad y la multidimensionalidad de la situación.
4. Subrayar los principios y las concepciones de las disciplinas que prevalecen en el enfoque dado al caso.
5. Aportar información en la que sea posible apoyar el análisis.

6. Promover la generación de soluciones posibles y de alternativas al problema o situación planteada.

Una propuesta de enseñanza y aprendizaje basada en casos incluye habitualmente distintos elementos: una introducción; una sección con el contexto del caso que facilite su vinculación con el contenido curricular; el caso propiamente dicho o narrativa; la actividad o tarea demandada al alumno, que puede aparecer en forma de preguntas; y los materiales complementarios e instrumentos de seguimiento y evaluación (Coll *et al.*, 2010). La narrativa del caso presenta la situación, el núcleo del caso o acontecimiento completo y con significado formativo, los protagonistas y sus relaciones, y los intereses, ideas o actuaciones que son objeto de análisis.

Las preguntas que acompañan el caso concretan las áreas de explotación del mismo y dirigen su análisis, ayudando al alumno a identificar qué interesa analizar y cuál es la pauta a seguir en el análisis. La explotación del caso se organiza habitualmente en una serie de fases, que pueden variar en función del tipo de caso de que se trate y de la posición o rol que se le plantee adoptar al alumno (Coll *et al.*, 2010).

La aplicación del estudio de casos exige realizar actividades de tipo individual y grupal. El trabajo en pequeños grupos desarrollado mediante esta metodología tiene la ventaja del aprendizaje colaborativo. Desde el punto de vista funcional, el método puede aplicarse de forma variada con base en modelos de dinámica de grupos, como grupos múltiples, con intervalo de síntesis o como talleres complementarios. Otra ventaja de la metodología es que capacita a los alumnos para el análisis en profundidad de un tema específico (Lacosta, 2012).

Hipótesis

Si el Aprendizaje Basado en Caso, es una estrategia didáctica que favorece el aprendizaje entonces al finalizar la intervención pedagógica los alumnos obtendrán mejores resultados en la evaluación, de los que obtuvieron en la fase diagnóstica, del tema “México, país megadiverso”.

Capítulo III

3. MÉXICO, UN PAÍS MEGADIVERSO

3.1. ¿Qué es la biodiversidad?

En 1985 el término “biodiversidad” fue utilizado por primera vez por Walter Rosen del National Research Council de los Estados Unidos como una contracción de diversidad biológica. El término tuvo un éxito inmediato en cuanto a su uso generalizado, puesto que identificaba de manera precisa un concepto que empezaba a cobrar importancia y vigencia globalmente. Ahora que el término se ha situado de una manera preponderante en nuestro vocabulario y en nuestra percepción, sabemos que la biodiversidad puede tener varias dimensiones (Martínez-Meyer, *et al.*, 2014).

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB, 1992) define la biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos así como otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. En el análisis de la biodiversidad se debe de considerar la variabilidad de los organismos vivos desde el nivel genético –desde las variaciones genéticas dentro de las mismas especies, hasta los niveles de hábitat y ecosistemas– pasando por géneros, familias, poblaciones y comunidades. Se describen tres niveles fundamentales: 1) diversidad de ecosistemas, 2) diversidad de especies y 3) diversidad genética. En la definición de biodiversidad es muy importante reconocer tres atributos principales que determinan y constituyen la diversidad biológica de un área: 1) composición, que se refiere a la identificación de los elementos dentro de los diferentes niveles de la organización biológica, 2) estructura, que se refiere a cómo tales elementos están físicamente organizados, y 3) función, esto es, los procesos ecológicos a través de los cuales interactúan la composición y la estructura (Cevallos, *et al.*, 2009).

La biodiversidad no se distribuye de manera uniforme en el planeta, en general las regiones tropicales y subtropicales albergan elevadas concentraciones de especies. Pero también es importante la que se encuentra en los desiertos y en las zonas templadas, así como en las montañas, porque con frecuencia presenta un gran número de *endemismos* (especies o variedades únicas que no se encuentran en otro lado del planeta) (Boege, 2003).

En el mundo existen más de 170 países, pero sólo 17 de ellos son considerados como megadiversos y albergan en conjunto entre 60 y 70% de la biodiversidad total del planeta. México es uno de estos países (Neyra y Durand, 1998).

Mittermeier 1988, fue el primero en proponer el enfoque de “países megadiversos” refiriéndose en un principio sólo a cuatro países; más tarde el concepto se amplió a 12 y después a 17. Entre los principales criterios que utilizó para definir a estos 17 países está el grado de endemismo. Para seleccionar a los países megadiversos hizo un análisis del endemismo vegetal, principalmente de plantas vasculares, y de representantes del reino animal, entre los cuales se consideraron cuatro grupos de vertebrados: aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Otros criterios que se utilizaron para determinar la megadiversidad fueron la diversidad de especies de categorías taxonómicas superiores, ecosistemas terrestres, ecosistemas marinos y la presencia de ecosistemas forestales tropicales húmedo, estos últimos conocidos por su alta riqueza de especies a escala mundial (Benítez y Bellot, 2003).

Mittermeier *et al.*, (1997) consideran que los 17 países que por su riqueza de especies, de endemismos y de ecosistemas podrían reconocerse como megadiversos son Brasil, Indonesia, Colombia, Australia, México, Madagascar, Perú, China, Filipinas, India, Ecuador, Venezuela, República Democrática del Congo, Papúa, Nueva Guinea, Estados Unidos de América, Sudáfrica y Malasia, que albergan prácticamente 75% de todas las especies de Plantas vasculares y animales terrestres que se conocen en el mundo (figura 2) (CONABIO, 2000).

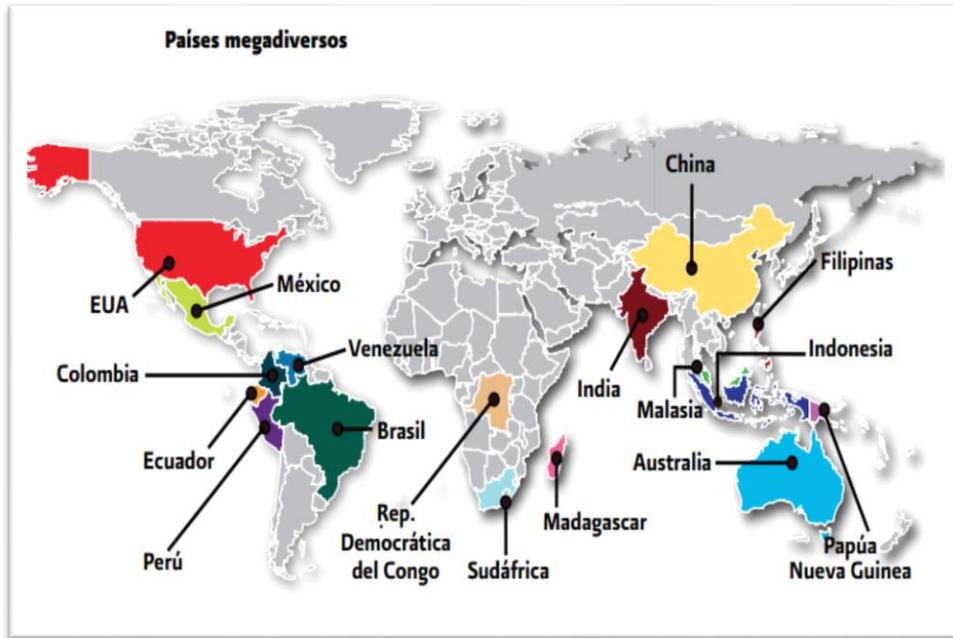


Figura 2. Países megadiversos. Fuente: SEMARNAT (2009).

Se considera la riqueza de especies de algunos grupos de animales y plantas (tabla, 9) México se ubica dentro de los primeros lugares de los países megadiversos en cuanto a la diversidad de reptiles (segundo lugar), mamíferos (tercero), anfibios y plantas vasculares (quinto). Si se considera el número total de especies de vertebrados y vegetales, México se ubica en cuarto lugar a nivel mundial (SEMARNAT, 2009).

Además de la alta diversidad de especies, muchos de los grupos taxonómicos se distribuyen exclusivamente en México. Ejemplo de ello es que entre 50 y 60% de las especies conocidas de plantas en México son endémicas, entre ellas 21 especies de pinos, 146 especies de agaves y 715 de cactáceas. Además, se encuentran 163 especies endémicas de peces de agua dulce (42% del total), 174 anfibios (48% del total), 368 reptiles (45% del total), 125 aves (11% del total) y 169 mamíferos (31% del total) exclusivos (CONABIO, 2009).

Tabla 9. Posición de México con respecto a otros países megadiversos

	País	Plantas vasculares	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Lugar de México		5	3	8	2	5
	Brasil	56,215	578	1,712	630	779
	Colombia	48,000	456	1,815	520	634
	China	32,200	502	1,221	387	334
	Indonesia	29,375	667	1,604	511	300
	México	23,375	535	1,096	804	361
	Venezuela	21,073	353	1,392	293	315
	Ecuador	21,000	271	1,559	374	462
	Perú	17,144	441	1,781	298	420
	Australia	15,638	376	851	880	224
	Madagascar	9,505	165	262	300	234
Congo	6,000	166	597	268	216	

Fuente: Llorente y Ocegueda, 2008

Los países megadiversos comparten, en general, la posición geográfica cercana al Ecuador, una gran diversidad de paisajes, superficies territoriales grandes, la presencia de barreras geográficas que producen el aislamiento de las especies, e incluso, una gran riqueza cultural que ha promovido la generación de nuevas variedades de plantas y animales por medio de la domesticación (SEMARNAT, 2009).

En México se desarrollan prácticamente todos los ecosistemas terrestres presentes en el mundo, Somos, junto con China, India, Perú y Colombia, uno de los cinco países con mayor variedad de ecosistemas. Algunos ecosistemas, como los humedales de Cuatrociénegas en Coahuila, sólo se encuentran en México (CONABIO, 2006).

México es excepcional en el ámbito marino, que es 1.6 veces mayor que su superficie terrestre; es uno de los países con mayor extensión de costas, tanto en los océanos Atlántico y Pacífico como en el mar Caribe, y es el que posee un mar exclusivo, el golfo de California.

En el Caribe, comparte con Belice, Guatemala y Honduras el segundo sistema arrecifal más grande del mundo. Los ecosistemas marinos están conectados con los ecosistemas terrestres no únicamente en la zona costera, sino también por los ríos y diversos escurrimientos, mediante complejas interacciones físicas, químicas, geológicas y ecológicas. Los ecosistemas marinos también contienen una inmensa diversidad biológica que provee abundantes productos y servicios que contribuyen al bienestar de la humanidad y son esenciales para mantener la vida en la Tierra (CONABIO, 2006).

Ser un país megadiverso trae consigo la responsabilidad de garantizar la permanencia de estas especies y de su hábitat. De acuerdo con la categorización de países megadiversos, México ocupa uno de los primeros cinco lugares con mayor biodiversidad en el mundo por su alto grado de riqueza y, en particular, por su alto índice de endemismos. Generalmente esta diversidad se asocia con los ecosistemas tropicales del país. Sin embargo, otros tipos de vegetación contribuyen también de manera importante y, de los bosques templados puede decirse que los bosques de pino y encino de México son los más diversos del planeta, en ellos podemos encontrar la mayor riqueza de especies de pinos con 55 especies (85% de las cuales son endémicas de México), y de encinos con 138 especies, son los segundos más diversos del mundo, pues 70% de sus especies son endémicas (Benítez y Bellot, 2008).

3.2. Factores que hacen de México un país con una gran riqueza biológica.

México posee esta gran riqueza de recursos naturales gracias a varios factores como son: por un lado, su situación geográfica, ya que está rodeado por los océanos Pacífico y Atlántico, al mismo tiempo que está dividido por el Trópico de Cáncer en dos porciones casi del mismo tamaño y se ubica en dos de las principales regiones biogeográficas del planeta, la Neo-ártica (característica de Norte América) y la Neo-tropical (característica de Centro América y Sudamérica), lo que da lugar a una franja de transición entre zonas de clima árido y zonas de clima húmedo.

Por otro lado, debido a su accidentada topografía con una variedad de altitudes que van desde el nivel del mar hasta montañas de más de 5 500 msnm y la presencia de grandes cinturones de vientos y regímenes térmicos de las corrientes marinas permiten variaciones climáticas que en conjunto representan a casi todos los grupos y subgrupos de climas posibles en distancias de pocos kilómetros. Estos factores ambientales han contribuido a formar un mosaico de condiciones ambientales y microambientales que promueven una gran variedad de hábitats y de formas de vida y le confieren a México ser un país de elevada diversidad biológica (Cevallos, *et al.*, 2009).

3.2.1. Factores geográficos

3.2.1.1. Ubicación geográfica

México forma parte de América del Norte y se ubica en los meridianos 118°42' y 86°42' de longitud Oeste y 14° 32' y 32° 43' latitud Norte. Está distribuido casi por partes iguales, a ambos lados del Trópico de Cáncer. El país colinda al norte con Estados Unidos, mediante una línea fronteriza de 3, 152 km; al sureste con Guatemala y Belice, a través de fronteras de 956 km y 193 km, respectivamente; al este con el Golfo de México y el Mar Caribe y al Oeste con el Océano Pacífico (figura 3.) (SEMARNAT-INE, 2010).

La extensión territorial de México es de 1.96 millones de km², 99.7% es continental y 0.3 % es insular. Los litorales son de 11.1 miles de km (no incluye litorales insulares). Tiene un área de zona económica exclusiva de mar de 3.15 millones de km. Por su superficie territorial, ocupa el décimo cuarto puesto a nivel mundial y el quinto en América (SEMARNAT-INE, 2010).

México está integrado por 32 entidades federativas constituidas a su vez por 2,454 municipios y 16 delegaciones del Distrito Federal (D.F.), hoy Ciudad de México (CdMx) (SEMARNAT-INE, 2010).

Figura 3. Ubicación de la República Mexicana con respecto al Trópico de Cáncer.



Fuente: biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Mapa%20general%20de%20Mexico

3.2.1.2. Clima

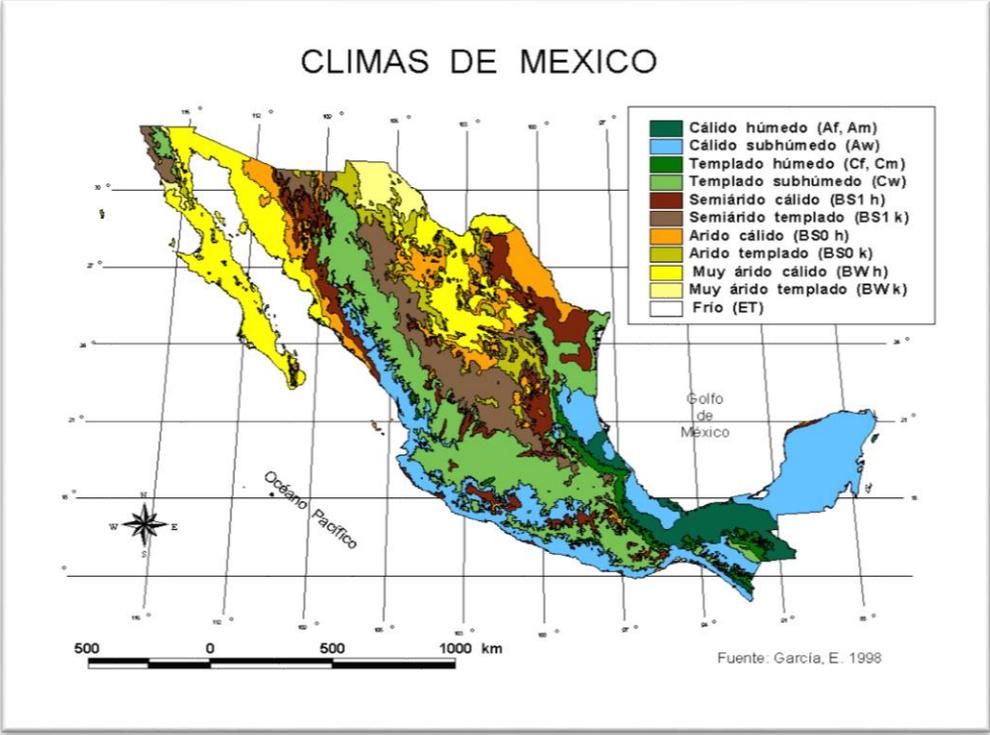
La variación del clima en el territorio mexicano es tan grande, que contiene prácticamente todos los grupos y subgrupos climáticos posibles, existiendo variaciones de climas secos a húmedos en una distancia de pocos kilómetros. Esta variabilidad climática se debe a varios factores: (1) la situación latitudinal del país en relación con los grandes cinturones de vientos; (2) su gran complejidad topográfica; (3) la anchura variable del continente a lo largo del territorio; (4) la temperatura de las corrientes marinas que bañan las costas mexicanas y (5) la trayectoria de las tormentas de verano y de las masas polares que invaden el país en invierno (De Alba y Reyes, 1998).

El Trópico de Cáncer marca en forma aproximada la franja de transición entre el clima árido y el semiárido que se presenta hacia el norte, y el clima húmedo y semihúmedo influido por los vientos alisios y por los ciclones que existen hacia el sur. Es muy probable que, de no contar con un litoral tan extenso y de no reducirse tanto la anchura del continente en las latitudes de México, la extensión de sus zonas áridas y el grado de aridez serían mayores.

Por su humedad, 56% del territorio corresponde a zonas muy áridas, áridas y semiáridas que dominan el norte y las áreas del centro del país, 37% es subhúmedo y se presenta en las sierras y en las planicies costeras del Pacífico, Golfo de México y noreste de la Península de Yucatán. Las zonas húmedas, 7% del territorio, se encuentran donde se inicia el ascenso a las sierras y se deposita la humedad del Golfo de México, y en una pequeña porción en la vertiente Pacífico al extremo sur del país (De Alba y Reyes, 1998).

La parte norte del país se localiza bajo el cinturón extratropical de alta presión, una franja donde el aire desciende y hace difícil la formación de nubes y la presencia de lluvias; mientras que la parte sur se encuentra bajo la influencia de los vientos alisios, que cruzan una porción más estrecha y fisiográficamente más irregular del continente. Esto produce un patrón climático que muestra climas secos y con mayor oscilación térmica en el norte del país, que se hacen más húmedos y regulares en su temperatura hacia la parte sur (figura 4) (De Alba y Reyes, 1998).

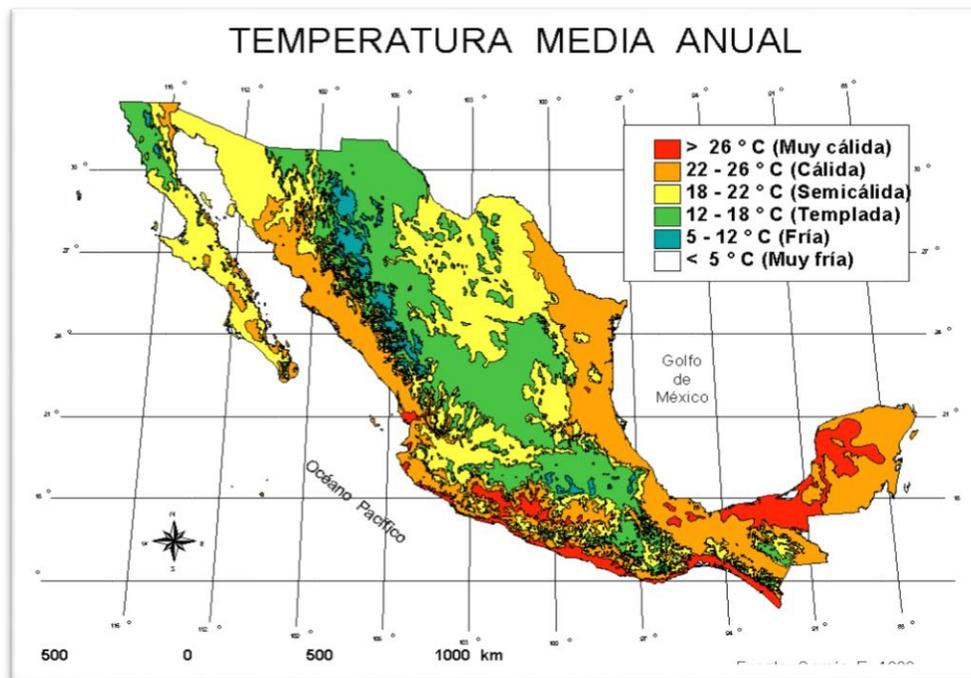
Figura 4. Principales climas de México



Fuente: ciencia y futuro.unam.mx.

El 37% del territorio es cálido (temperatura media anual mayor de 22°C), el 39% semicálido (temperatura media anual entre 18° y 22°C), 23% templado (temperatura media anual entre 12° y 18°C) y el 1% restante semifrío y frío (temperatura media anual menor de 12°C) (figura 5) (De Alba y Reyes, 1998).

Figura 5. Temperatura media anual de México.



Fuente: ciencia y futuro.unam.mx.

3.2.1.3. Precipitación

La precipitación pluvial a lo largo y ancho del territorio es muy variada, pues mientras en el noroeste y noreste la precipitación apenas alcanza un promedio anual de 100 mm, el sureste y parte de la costa sur del Pacífico presenta una media anual de entre 2 mil y 4 mil mm (figura 6) (De Alba y Reyes, 1998).

El régimen de lluvias de verano cubre casi la totalidad del territorio, abarcando 66% de la superficie. El intermedio cubre 31% y corresponde a la frontera norte del país y a las zonas de mayor precipitación en el trópico mexicano.

La vertiente del Pacífico y la Península de Baja California, 3% de la superficie continental, tienen régimen de lluvias de invierno (De Alba y Reyes, 1998).

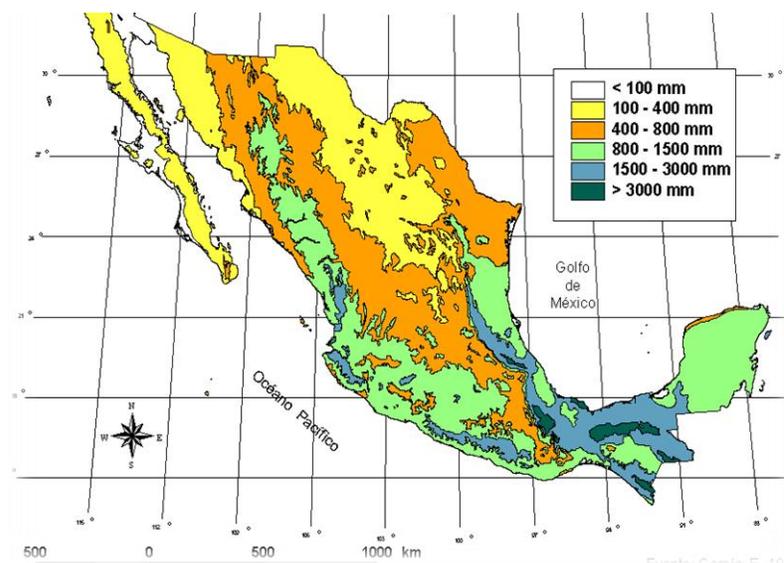
En el periodo de 1941 a 2008, la precipitación promedio anual en México fue de alrededor de 776.4 mm. La región sur y la sureste del país registraron valores de más de 1,500 mm anuales; la centro entre 500 y 1,500 mm anuales y noroeste de 250 mm anuales (SEMARNAT-INE, 2010).

En la mayor parte de México la distribución mensual de la precipitación acentúa la desigualdad en la disponibilidad del recurso, ya que el 80% de la precipitación acumulada mensual se presenta entre mayo y octubre, siendo el resto del año relativamente seco (SEMARNAT-INE, 2010).

En el mes de julio de 2009 se registró una lluvia mensual promedio de 99.1 mm en todo el país, por lo que se ubica como el segundo mes más seco de todos los meses julio registrados en el periodo 1941-2009, y sólo superó por 2.2 mm a las lluvias del mes más seco registrado, el cual ocurrió en 2000. Hasta el mes de julio de 2009, se presentó un déficit de 18% en precipitación, por lo que sectores económicos del país como la agricultura de temporal, pero principalmente el suministro de agua potable a la población, se vio afectado (SEMARNAT-INE, 2010).

Las entidades federativas más afectadas por la ausencia de precipitación fueron Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Baja California, Baja California Sur, Colima, Chiapas y Yucatán, así como la zona del Altiplano Central (SEMARNAT-INE, 2010).

Figura 6. Precipitación total anual. Fuente: ciencia y futuro.unam.mx.



3.2.2. Factores geológicos

México posee una complicada topografía, resultado de una gran actividad tectónica ocurrida durante el Cenozoico. Más de 65% del área del país se encuentra por encima de los mil metros sobre el nivel del mar y cerca de 47% de la superficie tiene pendientes superiores a 27% lo que ejemplifica el accidentado relieve del territorio (De Alba y Reyes, 1998).

La composición geológica es variada y compleja; los tipos de roca abarcan el espectro lítico con rocas sedimentaria (marina, en zonas de baja profundidad, en la zona costera y continental); volcánica (continental o marina); intrusiva (superficial y subvolcánica), y metamórfica (actividad termal regional o local).

Los principales rasgos de la fisiografía de México son la Península de Baja California al norte del país, el Altiplano Mexicano que comprende gran parte de los estados del centro-norte del país y que está delimitado por la Sierra Madre Occidental, La Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico. Más al sur está el Escudo Mixteco, que se localiza en el vértice donde se unen la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico, y donde se deriva la Sierra de Chiapas que se prolonga hacia toda América Central. En el extremo sur y sureste del país se encuentran la Península de Yucatán y la depresión de Chiapas (De Alba y Reyes, 1998).

3.2.2.1. Orografía

Las zonas de montaña ocupan 45.2% del territorio (SEMARNAT, 2009). Más del 65% del área del país, se encuentra por encima de los mil metros sobre el nivel del mar (msnm). Existen montañas con altitudes que sobrepasan 5 mil msnm. La ciudad de Toluca de Lerdo, capital del Estado de México, está a 2,660 msnm y las ciudades costeras como Mérida en Yucatán, Chetumal en Quintana Roo y Villahermosa en Tabasco, está a 10 msnm o menos (Benítez y Bellot, 2003).

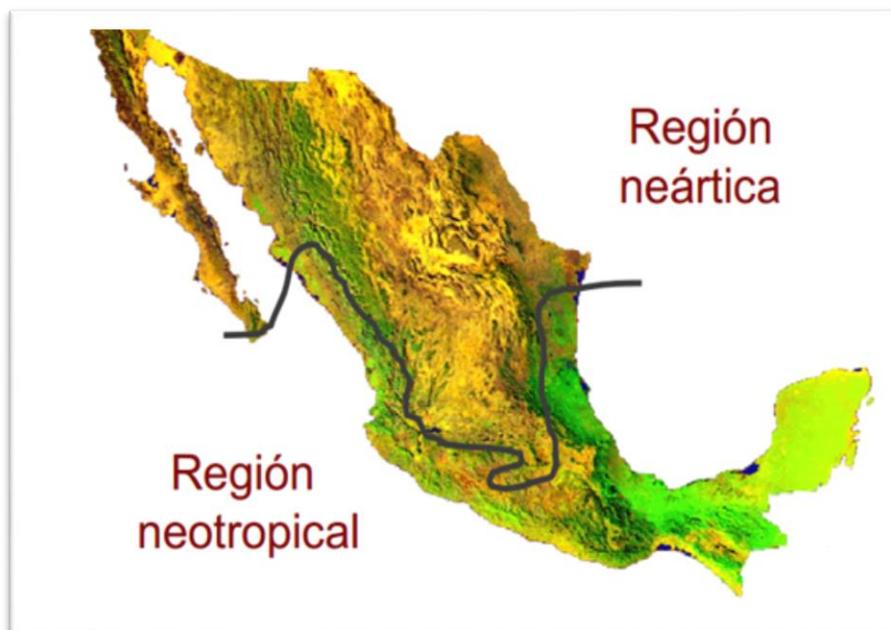
3.2.3. Factores biogeográficos

México se caracteriza por su ubicación en dos de las principales regiones biogeográficas del planeta, la Neártica (característica de Norteamérica) y la Neotropical (característica de Centro y Sudamérica), las cuales hicieron contacto hace aproximadamente seis millones de años (figura 7) (Benítez y Bellot, 2003).

La zona en la que se unen ambas regiones biogeográficas corresponde, muy gruesamente, al Istmo de Tehuantepec, donde se encuentran flora y fauna del norte y el sur de América, así como elementos de la biota endémica que únicamente se encuentra en esta zona de transición (Benítez y Bellot, 2003).

De la zona Neártica proceden las especies típicas de los climas fríos, como las mariposas monarca, el borrego cimarrón y el lobo mexicano, así como pinos, abetos y otras coníferas. De la zona Neotropical provienen las especies tropicales, como el tapir, los monos, las iguanas y las guacamayas, así como una enorme diversidad de árboles como la caoba, el cedro y el hule, entre muchas otras (SEMARNAT, 2009).

Figura 7. Regiones Biogeográficas de México

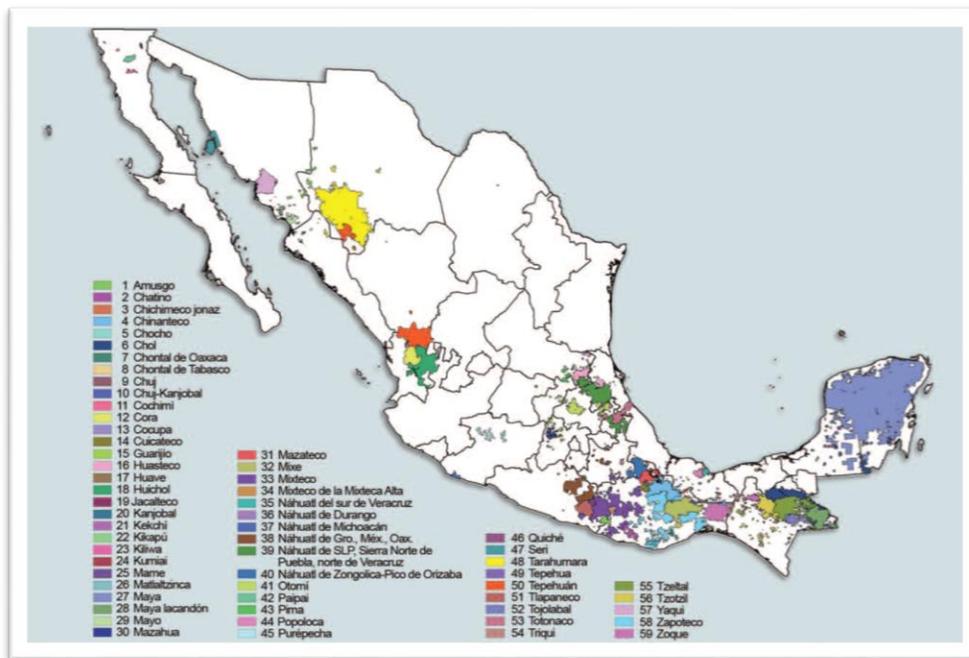


Fuente: bioambiental.posgrado.unam.mx

3.2.4. Factores culturales

Nuestro país es una de las regiones biológica y culturalmente más ricas del mundo, un fenómeno que es a su vez consecuencia de su heterogeneidad ecológica, una característica solamente igualada por países como India, Australia o Perú (Toledo y Eccardi, 2003). México posee un rico mosaico cultural que se hace patente por el hecho de que en el país se hablan numerosas lenguas indígenas que, dependiendo de los criterios de clasificación, van de 59 a 291. Si consideramos 291 lenguas, tenemos 30.2 y 4.2%, del total continental y mundial, respectivamente (figura 8). Estas culturas tienen una estrecha relación con la diversidad biológica del país, tanto en su cosmo visión como en la manera en que han aprovechado sus recursos. Un ejemplo de ello es el proceso de domesticación de especies (CONABIO, 2006).

Figura 8. Distribución de lenguas y grupos indígenas en México. Se muestran con 40% o más de población indígena según lengua predominante.



Fuente: CONABIO, 2006.

Las culturas prehispánicas mesoamericanas domesticaron gran número de especies, como el maíz, el jitomate, el amaranto, la vainilla, la calabaza, el algodón, gran variedad de chiles, diversas especies y variedades de nopales y frijoles, así como el cacao (figura 9) a

la vez que usaron cerca de 2000 especies más, tanto silvestres como cultivadas, con fines alimenticios, terapéuticos, textiles y de construcción (Sarukhán, *et al.*, 2009).

Figura 9. Tianguis Tlacolula, Oaxaca.

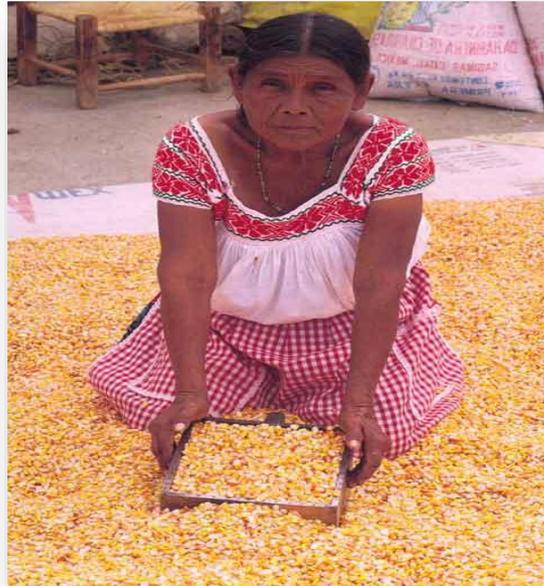


Fuente: CONABIO, 2016

Se ha estimado que hay por lo menos 118 especies de plantas económicamente importantes que fueron total o parcialmente domesticadas por los agricultores prehispánicos, lo que convierte a México en su parte mesoamericana en uno de los principales centros mundiales de domesticación de plantas. El 15.4% de las especies que se consumen como alimento en el mundo tienen su origen en México, 27 donde se cultivan actualmente 40 variedades principales de maíz y 120 de chile.

El maíz fue inicialmente domesticado en nuestro país (hay evidencias de su uso desde hace unos 6 250 años), y también aquí se conservan especies silvestres afines, con capacidad real o potencial de enriquecer la dotación genética de las variedades cultivadas (figura 10) (CONABIO, 2006).

Figura 10. Diversidad cultural en México y sus relaciones con la naturaleza.



Fuente Biambiental.

El proceso de domesticación implica una cercana asociación natural entre el hombre y estas especies. Este proceso, impulsado principalmente por las mujeres, inició hace cerca de 10,000 años cuando apareció la agricultura y se estableció la vida sedentaria. Esta interacción promovió una selección diferencial, a favor de aquellas semillas de plantas con ciertas características deseadas, lo cual ha llevado, a través de milenios, a la formación de nuevas variedades. En este sentido, como las diferentes culturas de la humanidad, las oriundas de México han tenido un papel importante en el pensamiento actual sobre el entorno natural, al demostrar la clara relación y dependencia del hombre y su sociedad con respecto a la biodiversidad (figura 11).

Para México, como país megadiverso, este aspecto reviste especial interés, porque resulta necesario realizar mayores esfuerzos de conservación de las variedades de estas especies así como de sus parientes silvestres (Benítez y Bellot, 2008).

Figura 11. El caracol púrpura (*Purpura pansa*) de las costas de Oaxaca produce un tinte natural único en el mundo.



Fuente: Toledo y Eccardi, 2003.

Junto con Indonesia, México destaca en el ámbito mundial por la correlación estrecha entre su gran diversidad biológica y cultural (figura 12). Se ubica en primer lugar en el continente americano y quinto del mundo por el número de lenguas vigentes en su territorio (291 lenguas vivas en el país). En este, la distribución de la variación lingüística corresponde cercanamente con las áreas de mayor biodiversidad (Sarukhán *et al.*, 2009).

Diversidad cultural y diversidad biológica



Figura 12. Países con gran diversidad biológica y cultural Fuente: Boege, 2003.

Capítulo IV

4. METODOLOGÍA

4.1. Participantes

39 estudiantes regulares de sexto semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Azcapotzalco, inscritos a la asignatura de Biología IV semestre 2013-2. Al momento del estudio, los participantes provienen de dos grupos del turno matutino. Los días en los que se realizó el presente trabajo fueron: lunes 8, miércoles 10 y viernes 12 de Abril de 2013 en un horario: lunes y miércoles de 9:00 a 11:00 hrs., lunes y viernes de 7:00 a 9:00 hrs.

4.2. Criterios de inclusión.

Para este trabajo se consideraron estudiantes del turno matutino, inscritos en los grupos 601 y 634 de la asignatura de Biología IV.

4.3. Materiales e instrumentos.

Materiales: para la realización de este trabajo se utilizaron los siguientes recursos: computadora, internet, cañón, formatos de evaluación, pizarrón, mapas de la República Mexicana, figuras de papel a color de flora y fauna de los ecosistemas de México, marcadores, borrador.

Instrumentos: cuestionarios, rúbricas de evaluación.

4.4. Espacio y tiempo de aplicación.

El proyecto se llevó a cabo en el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Azcapotzalco durante el mes de abril (semestre 2013-2), en un total de dos sesiones en el laboratorio K-22 en un horario de aplicación de 9: 00 a 11: 00 horas.

4.5. Procedimiento.

El trabajo está constituido por tres fases: la diagnóstica, la de Intervención pedagógica y la de evaluación.

4.5.1. Fase diagnóstica

Esta etapa se llevó a cabo en la primera sesión de trabajo y consistió de dos actividades:

Primera actividad: se aplicó un pretest (anexo 1). Este instrumento de evaluación está constituido principalmente por tres actividades:

a) Un cuestionario de opción múltiple sobre los principales tipos de ecosistemas que existen en el país en las regiones norte, centro y sur. Cabe señalar que como parte de este cuestionario, al final en las páginas 5 y 6 se incluyeron mapas de la República Mexicana con imágenes de flora y fauna más representativa de los ecosistemas de nuestro país, por lo que se les dijo a los alumnos que podían apoyarse de estas imágenes para contestar el cuestionario.

b) La identificación de los principales tipos de ecosistemas que hay en la República Mexicana presentados en imágenes, las cuales se tomaron de la página electrónica www.conabio.gob.mx.

c) Imágenes de cuatro carteles que se tomaron de las páginas electrónicas: pericosmexico.org.mx y profepa.gob.mx. en esta actividad el estudiante tuvo que expresar si está de acuerdo o no acerca de las imágenes e información que muestran estos carteles que tratan sobre el tráfico ilegal de especies, en este caso es sobre pericos silvestres, principalmente. Estos carteles los emplea la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), para concientizar a la población sobre el tráfico ilegal de especies.

Segunda actividad consistió en que los estudiantes, en una hoja del cuaderno para entregar de forma individual, contestaran la siguiente pregunta ¿Por qué México es considerado un país megadiverso?

4.5.2. Fase de intervención pedagógica

La intervención pedagógica se llevó a cabo en la primera y segunda sesiones.

En la primera sesión los alumnos formaron equipos de cinco integrantes para realizar la siguiente actividad: por equipo, seleccionar y ubicar geográficamente imágenes de flora y fauna en un mapa de la República Mexicana, de acuerdo al tipo de ecosistema del que forman parte (anexo 7) para lo cual:

- Por equipo se entregó un mapa de la República Mexicana, tamaño papel bond, con nombres.
- Se proporcionó una bolsa con figuras de papel a color de flora y fauna, característica de los principales tipos de ecosistemas que hay en nuestro país, de acuerdo con la información que maneja la página electrónica de la Comisión Nacional para el uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO).

Una vez concluida la actividad, se entregó a cada integrante del equipo una rúbrica de coevaluación, para evaluar el desempeño del trabajo en equipo de cada uno de sus compañeros (anexo 2).

Al concluir esta primera sesión se pidió a los alumnos que, por equipo, para la siguiente clase buscaran imágenes sobre Cuatrociénegas, que vieran algunos videos cortos sobre este lugar, y que investigaran ¿Qué organismos de flora y fauna hay? ¿Qué es una especie endémica? ¿Qué es diversidad de especies? ¿Qué es riqueza de especies?

Segunda sesión: actividad 1. Para evaluar la actividad “Identifico y ubico organismos de flora y fauna al tipo de ecosistema al que pertenecen” en un mapa de la República Mexicana se realizaron las siguientes actividades:

- Evaluación del trabajo de los compañeros. Los estudiantes se organizaron por equipos y a cada equipo se les entregó un mapa de los trabajados en la sesión previa (se intercambiaron los mapas de los grupos al grupo 601 se les entregó los mapas del grupo 634).

- A cada equipo se les proporcionó una rúbrica para evaluar la actividad “Identifico y ubico cada organismo de flora y fauna al tipo de ecosistema que corresponde” (anexo 3).
- Con la finalidad de apoyar a los estudiantes para el desarrollo de evaluación de los mapas de sus compañeros, se realizó una presentación en Power point con imágenes sobre la distribución y extensión de los principales tipos de ecosistemas que hay en la República Mexicana, con la flora y fauna más representativa de cada uno de ellos, de acuerdo con la información que maneja la página electrónica de CONABIO.
- Durante la exposición se mostró la diversidad de especies que hay en estos lugares para poder determinar en qué tipo de ecosistemas hay mayor o menor número de organismos y a qué puede deberse.
- Como tercer actividad se les presentaron imágenes de Cuatrociénegas, Coahuila. Se les preguntó ¿Dónde creían que se encontraba este lugar?

Actividad 2. A cada equipo se le entregó una lectura sobre Cuatrociénegas, Coahuila (anexo 4).

Una vez que realizaron la lectura se les preguntó ¿Sí conocían Cuatrociénegas? ¿Si habían escuchado de este lugar?

Después se realizaron otras preguntas y con apoyo del pizarrón escribí las respuestas que me dieron ¿En dónde se ubica Cuatrociénegas? Características del lugar: ¿Qué tipo de clima tiene? (temperatura, precipitación, etc.).

El objetivo de hacer estas preguntas fue para ir conduciendo a que los estudiantes ubicaran a Cuatrociénegas como un lugar en dónde la lluvia es muy escasa, las temperaturas son muy elevadas en el día, y en la noche descienden drásticamente, entonces con estas características estaríamos en un lugar desértico y con base en la actividad realizada con anterioridad se vio que en los ecosistemas que se encuentran en los estados del norte del país donde hay poca precipitación pluvial el número de animales y

de plantas es menor en comparación con los estados del sureste donde la precipitación pluvial es mayor y el número de organismos de flora y fauna también.

Con base en lo anterior ellos tenían que explicar ¿Por qué en Cuatrociénegas hay cuerpos de agua si la lluvia es muy escasa?

¿Por qué algunos artículos hablan de diversidad biológica? Si en teoría en este lugar no debe de haber diversidad ni riqueza biológica alta.

¿Por qué se dice que es un lugar con una gran riqueza de especies endémicas?

4.5.3. Fase de evaluación

En la última fase se aplicó el mismo cuestionario que en el pretest (anexo 1) para evaluar los aprendizajes de los alumnos al finalizar la intervención pedagógica.

También se les entregó una rúbrica de autoevaluación (anexo 5).

Al finalizar el postest se les pidió para entregar de forma individual su respuesta a la pregunta ¿Por qué México es considerado un país megadiverso? Se anexa rúbrica con la cual se evaluó esta actividad (anexo 6).

Capítulo V

5. RESULTADOS

En la presente intervención educativa participaron 39 estudiantes de bachillerato de dos grupos, 601 y 634 de sexto semestre en el Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Azcapotzalco, que cursaban la materia Biología IV.

Para describir los resultados de la intervención educativa se presenta en primer lugar el pretest, con el que se evaluaron los conocimientos previos de los estudiantes y el postest ambos instrumentos de evaluación constituidos por tres actividades:

1. Un cuestionario de opción múltiple sobre los tipos de ecosistemas que existen en el país en las regiones norte, centro y sur.
2. La identificación de diferentes tipos de ecosistemas presentados en imágenes.
3. Imágenes de carteles que emplea la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), para concientizar a la población sobre el tráfico ilegal de especies, en especial sobre pericos silvestres, en esta actividad se evaluó la opinión de los estudiantes en relación con estas prácticas.

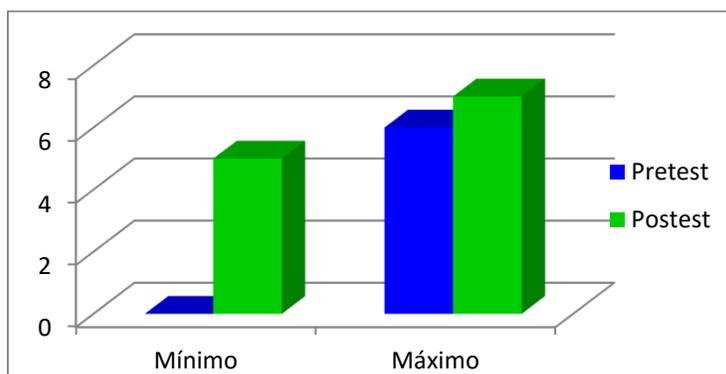
5.1. Primer actividad

En relación con el conocimiento declarativo evaluado por el cuestionario, los resultados indican que de siete preguntas que constituyen el cuestionario en promedio ambos grupos contestaron de manera correcta 4, con un máximo de 6 y un mínimo de 0, con una media de 4.44 respuestas correctas.

Durante el postest de las siete preguntas, el grupo contestó de manera correcta al menos cinco, con una media de 5.83, con un mínimo de 5 y una máxima de 7. El comparativo de ambos grupos integrados se presenta de manera detallada en la tabla 10.

Tabla 10. Comparación de resultados para cada parámetro estadístico entre el pretest y el postest del total de la muestra.

Actividad Preguntas	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Tip.
Pretest	0.00	6.00	4.444	1.42343
Postest	5.00	7.00	5.8333	.70711



Gráfica 1. Comparativo de puntuaciones mínimas y máximas en pretest y postest de toda la población

En cuanto al reconocimiento de los ecosistemas, en el pretest el resultado promedio fue de 5.33 respuestas correctas con la calificación mínima de 4 y una máxima de 6. En el postest el resultado promedio fue de 5.66, con una calificación mínima de 2 y una máxima de 6. Los resultados se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Comparación de resultados para cada parámetro estadístico entre el pretest y el postest del total de la muestra.

Actividad Imágenes	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Tip.
Pretest	4.00	6.00	5.3333	.90749
Postest	2.00	6.00	5.6667	1.02899

Con respecto a la primer actividad sobre reactivos de opción múltiple, el cuestionario está integrado por 7 preguntas, a continuación se presentan los resultados que se obtuvieron para cada una de ellas.

Como puede observarse en la tabla 12, en el postest aumentó el porcentaje de alumnos que identificaron de manera correcta cada uno de los principales ecosistema que se encuentran en el país, en relación con el pretest. El menor cambio se observa en la identificación de la selva ubicada en el sur del país, ya que el 85% de los participantes la ubicaban correctamente en el pretest. Durante el postest, el resultado fue de 95%, con un incremento del 10%. Mientras que matorral representa el ecosistema donde el reconocimiento de su ubicación geografica tiene mayor incremento, de 72.5% a 92.5%, con un incremento del 20%.

Tabla 12. Porcentaje de estudiantes que ubicaron geográficamente los ecosistemas que se encuentran en el país

Tipo de ecosistema	Pretest %	Postest %
a) Selva	85.0	95.0
b) Bosque	60.0	70.0
c) Matorral	72.5	92.5

En relación con la abundancia o escasas de especies en los ecosistemas que se encuentran en el país, en los resultados comparativos entre el pretest y postest se observa que el porcentaje de alumnos que identificó a la selva como el ecosistema con mayor número de organismos pasó del 70% al 85%. Mientras que el matorral como ecosistema con menor número de plantas y animales pasó del 45% al 65%.

En relación con el ecosistema identificado con mayor diversidad fue la selva 65.0% en el pretest y 82.5% en el postest, con un incremento del 17.5%.

El porcentaje de alumnos que identificaron de manera errónea al ecosistema con mayor diversidad, disminuyó en todos los casos, aún cuando existieron algunos participantes que matuvieron sus respuestas erróneas, como puede observarse en las tablas 13 y 14.

Tabla 13. Pregunta 5. ¿En qué tipo de ecosistema hay mayor diversidad de especies?

Opciones de respuesta	Pretest %	Postest %
a) Selva	65.0	82.5
b) Bosque	7.5	00
c) Pastizal	2.5	0.0
d) Matorral	0.0	2.5
e) Pacífico	10.0	5.0
f) Golfo y Caribe	7.5	2.5
Seleccionó más de dos tipos de ecosistema	7.5	7.5
Total	100	100

La fila que se encuentra sombreada corresponde a la respuesta correcta

Tabla 14. Pregunta 6. ¿En qué tipo de ecosistemas hay menor número de organismos de plantas y animales?

Opciones de respuesta	Pretest %	Postest %
a) Selva	5.0	0.0
b) Bosque	7.5	5.0
c) Pastizal	25.0	30.0
d) Matorral	45.0	65.0
e) Pacífico	5.0	0.0
f) Golfo y Caribe	7.5	0.0
Seleccionó más de dos tipos de ecosistema	5.0	0.0
Total	100	100

La fila que se encuentra sombreada corresponde a la respuesta correcta

Con respecto a la última pregunta ¿en qué tipo de ecosistema hay mayor número de especies endémicas? aquí podemos apreciar (tabla 15), que hubo un cambio significativo en el porcentaje del pretest que fue de 17.5% con respecto al postest del 80%.

Como podemos observar hubo un incremento del 62.5%, los alumnos que en el pretest habían seleccionado a la selva como el tipo de ecosistema con mayor número de especies endémicas, para el postest, hubo un desplazamiento en su respuesta ya que ahora seleccionaron matorral. Lo mismo sucedió para los alumnos que en el pretest habían seleccionado: bosque, Pacífico, Golfo y Caribe.

Tabla 15. Pregunta 7. ¿En qué tipo de ecosistema hay mayor número de especies endémicas?

Opciones de respuesta	Pretest %	Postest %
a) Selva	32.5	0.0
b) Bosque	10.0	0.0
c) Pastizal	5.0	5.0
d) Matorral	17.5	80.0
e) Pacífico	10.0	0.0
f) Golfo y Caribe	10.0	0.0
Seleccionó más de dos tipos de ecosistema	7.5	15.0
No contestó	7.5	0.0
Total	100	100

La fila que se encuentra sombreada corresponde a la respuesta correcta

5.2. Segunda actividad

Imágenes de los principales tipos de Ecosistemas que existen en la República Mexicana con base a la información que maneja la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

En esta actividad los alumnos tenían que seleccionar la imagen que correspondiera al tipo de ecosistema que se presentó. De acuerdo con los resultados, los alumnos podían ubicar de manera correcta las especies que corresponden a los diferentes ecosistemas, en su mayoría (arriba del 70%), sin embargo se observaron cambios favorables en los siguientes ecosistemas: Pastizal del 77.5% al 95.5% con un incremento del (18%). Matorral del 80% al 95% con un incremento del (15%). Pacífico del 77.5% al 92.5% con un incremento del (15%). Golfo de 80% al 92.5% con un incremento del (12.5%).

Puede observarse que en los ecosistemas selva y bosque, donde la identificación de especies se realizó de manera correcta desde el pretest en su gran mayoría (95%) no se observan cambios después de la fase de instrucción (tabla 16).

Tabla 16. Imagen ubicada en el ecosistema de forma correcta

Opciones de respuesta (imagen)	Pretest %	Postest %
a) Selva	95.0	95.0
b) Bosque	95.0	95.0
c) Pastizal	77.5	97.5
d) Matorral	80.0	95.0
e) Pacífico	77.5	92.5
f) Golfo y Caribe	80.0	92.5

5.3. Tercer actividad

Con respecto a la tercer actividad sobre la expresión de opiniones en relación con prácticas ilegales de cautiverio y venta ilícita de especies silvestres, integrada por 4 carteles, para cada se les pregunto a los estudiantes si estaban de acuerdo o no con la información que contenía y ¿por qué? a continuación se presenta los resultados que se obtuvieron:

5.3.1. Primer cartel, opinión de acuerdo (anexo 1).

Para el primer cartel el 87.2% de los alumnos estuvo de acuerdo con la información presentada en las imágenes, mientras que para el postest fue el 89.5%. en la tabla 17 se muestra las razones que argumentan los alumnos del porque estaban de acuerdo.

Tabla 17. Razones que argumentan los alumnos que estuvieron de acuerdo con la información del primer cartel.

Opinión (pretest)	Porcentaje de respuestas	Opinión (postest)	Porcentaje de respuestas
El cartel nos da información sobre el tráfico ilegal de especies, y de las leyes que los protegen.	38.5%	La compra y venta de pericos silvestres es ilegal, porque es una especie protegida.	30.6%
No debemos comprar pericos, no son mercancía y deben de estar en su hábitat.	35.9%	La información nos concientiza. Comprar pericos pone en riesgo a la especie	20.5%
Apartarlos de su hábitat altera el ecosistema.	5.1%	Los pericos necesitan su hábitat.	17.9%
La información es buena, aunque te hace partícipe indirecto.	5.1%	No se debe comprar este tipo de especies, porque es una especie en peligro de extinción	17.9%
La información va de acuerdo a la imagen.	2.6%	Al comprar pericos, formamos parte del problema sobre el tráfico ilegal de especies.	2.6%
Explica que todo aquel que venda y compre un perico será sancionado	5.1%		
Total	87.2%		89.5%

5.3.1.1. Primer cartel, opinión desacuerdo (anexo 1).

Para el pretest y postest el 10.4% de alumnos opinaron estar en desacuerdo con la información del cartel. Las razones que expresaron por las que no estuvieron de acuerdo se muestran en la tabla 18.

Tabla 18. Razones que argumentan los alumnos que no estuvieron de acuerdo con la información del primer cartel.

Opinión pretest	Porcentaje de respuestas	Opinión postest	Porcentaje de respuestas
No es verdad que exista una ley.	2.6%	Sólo habla previniendo a no violar la ley, y es aquí donde hace mayor énfasis.	2.6%
No violan la ley.	2.6%	Sólo se preocupan en que se cumpla la ley.	2.6%
El cartel hace una invitación a cumplir la ley, pero no a cuidar la especie.	2.6%	No se sabe el origen de los pericos, no sabes qué pasa con la ley.	2.6%
Te da a entender que no los compres, sólo porque es una violación a la ley, haciendo a un lado al animal.	2.6%	No estoy segura que sea ley.	2.6%
Total	10.4		10.4

5.3.2. Segundo cartel, opinión de acuerdo (anexo1).

Para el pretest 69.2 % de los alumnos opinaron estar de acuerdo con la información que contiene el cartel y para el posttest fue el 86%. Las razones que que argumentan se encuentran en la tabla 19.

Tabla 19. Razones que argumentan los alumnos que estuvieron de acuerdo con la información del segundo cartel.

Opinión (pretest)	Porcentaje de respuestas	Opinión posttest	Porcentaje de respuestas
Si compramos pericos, formamos parte del problema, sobre el tráfico ilegal de especies.	28.1%	El cartel nos informa sobre el tráfico de pericos, lo cual implica el maltrato y la muerte de muchos de ellos.	63.1%
La información nos concientiza sobre la compra y venta de animales en peligro de extinción.	12.8%	Comprar especies silvestres es ilegal, y con su compra se contribuye al tráfico ilegal lo cual es un delito.	10.3%
El tráfico de pericos, implica la muerte de muchos de ellos.	7.7%	El anuncio te hace reflexionar y concientiza, sobre la compra de especies silvestres.	12.8%
No son animales domésticos, por lo cual no se deben de comprar.	5.1%	La conciencia que te deja sobre el matar a otros animales.	2.6%
Los métodos para atrapar y transportar a los pericos no es el apropiado y mueren.	5.1%		
La compra de pericos pone en riesgo la especie.	5.1%		
No somos nadie para decidir el destino y futuro de los animales, por lo tanto tenemos que respetarlos.	5.1%		
Total	69.2		86.0

5.3.2.1. Segundo cartel, opinión desacuerdo (anexo1).

Para el pretest 30.8% de alumnos opinó estar en desacuerdo y en cambio en el posttest fue sólo el 7.7%. (Tabla 20).

Tabla 20. Razones que argumentan los alumnos para estar en desacuerdo con la información del segundo cartel.

Opinión pretest	Porcentaje de respuestas	Opinión posttest	Porcentaje de respuestas
** La información no es clara, no muestra lo que dice.	5.1%	*Con la compra ilegal no sólo morirá un perico, si no morirán muchos pericos.	2.6%
**La información dice que los estás matando y eso te daña la conciencia y no habla del daño al animal.	5.1%	*No tengo conocimiento sobre este tipo de datos.	2.6%
	5.1%	*Pese a que si mueren pericos	2.6%

**Está feo el mensaje.		en el tráfico ilegal, no se sabe si mueren sólo 4.	
*Tan sólo por comprarlos no los quieres matar, hay personas que les dan mejor vida.	2.6%		
No se sabe en realidad cuantos pericos mueren.	2.6%		
*En Africam Safari nos dijeron que de cada 10 pericos que cazan sólo sobrevive uno.	2.6%		
*La información que intenta dar se contradice con la acción de la señora.	2.6%		
*La información no ayuda a proteger la especie.	2.6%		
*Las personas no tienen conocimiento sobre el tráfico de especies.	2.6%		
T o t a l	30.8%		7.8%

Nota: un asterico significa un alumno y dos asteriscos dos alumnos.

5.3.3. Tercer cartel, opinión de acuerdo (anexo 1).

Ha diferencia de los dos primeros carteles en el pretest el 94.9% de los alumnos opinó estar de acuerdo con la información y en el posttest el 92.3%

Tabla 21. Razones que argumentan los alumnos que estuvieron de acuerdo con la información del tercer cartel.

Opinión (pretest)	Porcentaje de respuestas	Opinión (posttest)	Porcentaje de respuestas
Si compramos pericos, formamos parte del problema sobre el tráfico ilegal de especies.	59.0%	Al comprarlos contribuimos al maltrato, muerte y tráfico de esta especie y por lo tanto estamos participando.	69.3%
Es ilegal comprar pericos silvestres.	10.3%	Es ilegal comprarlos por que es una especie protegida.	10.4%
Repite textualmente la información del poster.	10.3%	Los pericos no son mercancía, son animales.	5.1%
No debemos tener pericos en cautiverio, pueden morir.	7.7%	Es una práctica ilegal y se debería de informar más a la gente, para que se evite cometer este tipo de ilícitos.	2.6%
La información nos concientiza sobre la compra y venta de animales en peligro de extinción.	5.1%	El cartel nos informa y nos da datos sobre el tráfico de pericos silvestres y su importancia.	2.6%
Los animales no son mercancía.	2.6%	No se debe romper la ley.	2.6%
Total	94.9%		92.3

5.3.3.1. Tercer cartel, opinión desacuerdo (anexo1)

Para el pretest y postest el 5.2% de alumnos opinó estar en desacuerdo (Tabla 22).

Tabla 22. Razones que argumentan los alumnos que estuvieron en desacuerdo con la información del tercer cartel.

Opinión pretest	%	Opinión postest	%
La información se me hace exagerada, aunque sea verdad.	2.6%	Este mensaje se me hace un poco tonto.	2.6%
No eres traficante por comprar animales, simplemente participas en ese movimiento.	2.6%	Sólo se preocupan por que se cumpla la ley.	2.6%
Total	5.2%		5.2%

5.3.4. Cuarto cartel, opinión de acuerdo (anexo 1)

Ha diferencia con respecto a los tres carteles anteriores; aquí el 100 % de los alumnos expreso estar de acuerdo con la información del cartel.

Tabla 23. Razones que argumentan los alumnos que estuvieron de acuerdo con la información del cuarto cartel.

Opinión (pretest)	Porcentaje de respuestas	Opinión postest	Porcentaje de respuestas
Los monos no son juguetes, mascotas, ni animales domésticos.	42.7%	Los monos no son mascotas, Juguetes ni animales domésticos, no deben estar en jaulas, casas o en la ciudad, ellos tienen que estar libres en su hábitat.	87.3%
Los monos deben estar en su hábitat.	38.5%	El cartel contribuye a que reflexionemos y cuidemos las especies animales	12.7%
Los monos no deben estar en cautiverio sólo por el capricho de las personas	5.1%		
Contradictorio el posters, a los monos los enjaulan en los zoológicos	5.1%		
Los monos pueden reaccionar y ser agresivos, porque son animales salvajes	5.1%		
Te invita a cuidar a los animales	2.6%		
Total	100%		100%

5.4. Resultados en relación con el concepto de megadiversidad

Para evaluar la pregunta: ¿Por qué México es considerado un país megadiverso?, las respuestas se categorizaron de acuerdo con las siguientes escalas de evaluación:

- **Excelente, si menciona estos criterios:** 1) Diversidad de ecosistemas, 2) Diversidad de especies, 3) Especies endémicas.
- **Satisfactorio, si menciona estos criterios:** 1) Diversidad de ecosistemas y diversidad de especies, 2) Diversidad de especies y especies endémicas.
- **Insuficiente, si mencionan solamente uno de estos criterios:** 1) Diversidad de ecosistemas, 2) Diversidad de especies, 3) Especies endémicas.
- **Insatisfactorio, si no menciona ningún criterio.**

En la fase de evaluación inicial cuando se hace el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes, de acuerdo con las categorías propuestas, se observó que la mayoría de ellos identificaron el concepto de megadiversidad al menos con dos elementos: diversidad de ecosistemas y diversidad de especies, mientras que sólo el 7.7% mencionó los tres criterios, adicionando la existencia de especies endémicas, ver tabla 24.

Tabla 24. Resultados de la evaluación de la pregunta ¿por qué México es considerado un país megadiverso?

Número de categorías mencionadas	Porcentajes	
	Evaluación Inicial	Evaluación Final
▪ Excelente	7.7	43.6
▪ Satisfactorio	41.0	43.6
▪ Insuficiente	48.7	10.3
▪ Insatisfactorio	2.6	2.6
Total	100	100

A diferencia de estos resultados, en el postest el 43.6% mencionó los tres elementos que definen la megadiversidad, el porcentaje de los que mencionaron dos características casi se mantuvo (43.6%), mientras los que sólo conocían un solo elemento se redujeron notablemente, y alcanzaron un porcentaje de 10.3% (ver gráfica 10).

Una vez analizados los resultados de la intervención global, examinaremos los resultados de la actividad de aprendizaje que promovieron los cambios ya descritos. En esta apartado de los resultados valoraremos el proceso de enseñanza aprendizaje que promovió la construcción de saberes biológicos por parte de los estudiantes de bachillerato.

5.5. Resultados de las actividades de aprendizaje “Identifica y selecciona organismos de flora y fauna y ubícalos en el ecosistema que les corresponde (terrestre y/o marino)”

Cabe mencionar que para ampliar el conocimiento que favoreciera la evaluación de la actividad, se les presentó una serie de diapositivas en power point, en las que se mostraron mapas de la república Mexicana con los diferentes y principales ecosistemas que constituyen su territorio así como organismos de flora y fauna correspondientes a cada tipo de ecosistema, de acuerdo en la información que maneja la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento la Biodiversidad (CONABIO).

Los resultados de esta actividad de aprendizaje permiten observar los conocimientos que los estudiantes construyeron de manera conjunta sobre los diferentes ecosistemas en nuestro país, y los organismos que los caracterizan, como se puede observar en la tabla 35, la flora y fauna que fue identificada por la mayoría de los estudiantes corresponde al bosque (76.9%), en segundo lugar el matorral (74.4%); mientras que los ecosistemas acuáticos fueron los menos reconocidos, el pacífico alcanza el menor porcentaje (35.9%). Esta primera parte de la actividad de aprendizaje se puede considerar como actualización de conocimientos previos; la cual cabe recordar que se elaboró por equipos.

Tabla 25. Resultados actividad: “Identifico y selecciono organismos de flora y fauna y los ubico en el tipo de ecosistema que corresponde (terrestre y/o marino).

Tipo de ecosistema	Seleccionaron y ubicaron más del 50 % de organismos de flora y fauna.	Seleccionaron y ubicaron menos del 50 % de organismos de flora y fauna.
Porcentaje		
▪ Bosque	76.9%	23.1%
▪ Matorral	74.4%	25.6%
▪ Selva	64.1%	35.9%

▪ Golfo y Caribe	48.7%	51.3%
▪ Pastizal	43.6%	56.4%
▪ Pacífico	35.9%	64.1%

Como parte de la evaluación de la actividad de aprendizaje, se proporcionó a los participantes una rúbrica con la que ellos evaluarán el trabajo de sus compañeros en el equipo, para el logro de los objetivos de aprendizaje. En términos generales ellos calificaron como adecuada la participación de sus compañeros. La respuesta del 92.3% de los participantes considera que sus compañeros se integraron y colaboraron durante el trabajo para alcanzar la meta. Los datos pormenorizados de esta evaluación pueden observarse en la gráfica 2.



Gráfica 2. Resultados del trabajo en equipo (rúbrica de coevaluación).

De acuerdo con estos datos, y desde la opinión de los participantes, el rasgo que más apreciaron en el trabajo de sus compañeros para la consecución de la meta fue: “Sabe escuchar y respeta las ideas de los demás”, el 97.4% de los participantes lo seleccionó en primer lugar (ver gráfica 3).



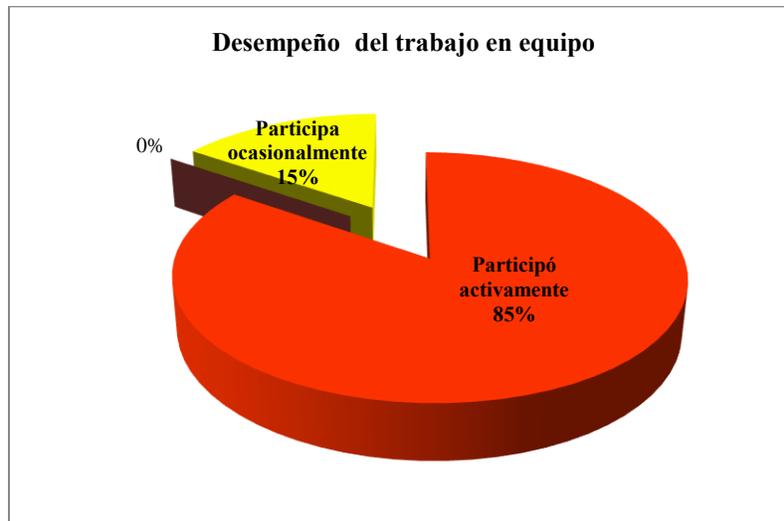
Gráfica 3. Resultados del trabajo en equipo (rúbrica de coevaluación).

El segundo rasgo fue “Se integró y colaboró” (92.3%); el tercero “propuso ideas relevantes para el desarrollo del trabajo” (89.7%). Los resultados se muestran en la gráfica 4.



Gráfica 4. Resultados del trabajo en equipo (rúbrica de coevaluación).

Mientras que la categoría que consideraron contribuye menos al trabajo en equipo fue “Participo activamente” con un (85%), (Gráfica 5).



Gráfica 5. Resultados del trabajo en equipo (rúbrica de coevaluación).

Como parte complementaria del proceso de evaluación del trabajo en equipo se pidió a los estudiantes que evaluaran su propio desempeño durante la realización de la tarea. Para realizar esta actividad se les entregó una rúbrica de autoevaluación. Los resultados pueden observarse en la tabla 26. De acuerdo con estos datos los estudiantes consideran que tienen mayor valor el respeto hacia las decisiones de sus compañeros así como el ser solidario y adaptarse a los cambios y en segundo lugar el interés y trabajo responsable en la actividad (76.9%), que su capacidad para aportar buenas ideas (71.8%).

Tabla 26. Resultado de la rúbrica de autoevaluación.

Categoría	Siempre	Casi siempre	Algunas veces
Tengo interés y trabajo responsablemente en las actividades	76.9%	23.1%	0.0%
Aporto ideas y comparto mis conocimientos.	71.8%	23.1%	5.1%
Respeto las decisiones de mis compañeros, soy solidario y me adapto a los cambios.	82.0%	10.2%	7.5

Si se analizan de manera comparativa los resultados de las Gráficas 2,3,4, y 5 y la tabla 26, se observa que la calificación para el equipo fue superior a la otorgada para sí mismo; es decir, los participantes consideran que el trabajo en equipo rinde mejores resultados y ello se debe a la buena integración y colaboración de los integrantes del equipo así como a la aportación de buenas ideas por parte de los otros y la capacidad de escucha de los compañeros.

Capítulo VI

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo del presente trabajo fue diseñar, implementar y evaluar una propuesta de enseñanza situada para el aprendizaje del tema: México país megadiverso, del programa de Biología IV del Colegio de Ciencia y Humanidades. La propuesta se implementó a partir de presentar un estudio de caso: “Cuatrociénegas Coahuila” y a partir de ahí guiar a los estudiantes en la ubicación de los principales ecosistemas que se encuentran en el país, con base en la información que maneja la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento la Biodiversidad (CONABIO).

De acuerdo con los resultados se pudo observar que antes de la intervención educativa los estudiantes poseían conocimientos en relación a los diferentes tipos de ecosistema, poseían algún tipo de información en especial sobre la flora y fauna de los ecosistemas terrestres y en menor grado de los marinos, sin embargo, no lograban integrar esta información como para poder identificar a un ecosistema como megadiverso, por ejemplo ubicaban a las especies endémicas fundamentalmente en las selvas, pero no así en las regiones áridas y semiáridas del territorio. Cabe señalar que un gran número de estudiantes preguntaron ¿Qué es una especie endémica?, ¿Qué es un matorral? y ¿En dónde están los desiertos? a pesar de que ya habían hecho una investigación sobre el tema para exponerlo en clase. Esto es una evidencia de que con frecuencia los conocimientos que se promueven dentro del salón de clases no se consolidan, porque no alcanza el nivel de comprensión, y sólo se constituyen en conocimientos de carácter declarativo, que no permiten su extensión para explicación de situaciones concretas. Es muy probable que estos mismos estudiantes puedan enunciar las características de los ecosistemas, e incluso diferenciarlos en preguntas literales; pero no pueden emplear ese conocimiento para ubicar sobre un mapa de la República Mexicana, e identificar qué flora y fauna les son propias, un ejemplo claro de ello son los ecosistemas pastizal y pacífico los que sólo pudieron reconocer el 35% y 43% de las especies que los conforman, respectivamente.

En relación con los ecosistemas acuáticos había confusión marcada, en especial no existió en ellos la diferencia entre las especies del pacífico, las del golfo de México y las del Caribe. De manera indistinta colocaban ballenas en el mar Caribe y al manatí en el Pacífico. Antes de ese momento, no se habían cuestionado si requerían de ciertas condiciones para la existencia de ciertas especies (flora y fauna) en ecosistemas acuáticos (ver tabla 25).

En general podemos decir que los alumnos tenían conocimiento de los diferentes ecosistemas de la República Mexicana y de las especies que los constituyen, aunque presentan algunas confusiones en relación con los ecosistemas marinos y los matorrales y pastizales. El hecho de vivir en la ciudad de México, donde las áreas verdes son escasas, puede estar vinculado con que esto suceda así. No se encontraron cambios sustantivos porque era un conocimiento que ellos ya poseían.

Sin embargo cuando se trata de conocimientos con los cuales no cuentan los alumnos la estrategia didáctica mostro ser una herramienta útil para la promoción de nuevos saberes, como es el caso de las razones que hacen a México un país megadiverso.

Algo que es importante señalar es que los alumnos tenían poca claridad en relación con la diferencia entre los factores que hacen de México un país con una gran riqueza biológica y con los criterios o elementos que se consideran un país megadiverso, por ejemplo en la pregunta ¿Por qué México es considerado un país megadiverso la respuesta que dieron al principio fue que debido a diferentes factores como: por su ubicación geográfica, factores biogeográficos, el clima, porque se ubica en dos de las principales regiones biogeográficas: neártica, neotropical, por factores geológicos, etcétera. Al final de la intervención, cuando se les volvió a realizar la misma pregunta contestaron que México es megadiverso debido a su riqueza de ecosistemas y de especies, así como por la presencia de especies endémicas. Algunos alumnos continuaron con su postura y comentaron que por los elementos antes mencionados, pero que también por el clima, la presencia de regiones biogeográficas, su ubicación y otros factores que ya se mencionaron. Estos resultados concuerdan con los planteamientos de Pozo, quien nos señala que no existe un cambio conceptual en sentido estricto sin una reorganización jerárquica en la que los conocimientos científicos se incorporan o se unen con los cotidianos para construir un

sistema más sólido de representaciones que les permitan construir explicaciones en relación con el mundo que los rodea, en este caso biológico.

Si queremos alcanzar niveles altos de comprensión es importante la construcción de situaciones de aprendizaje que promuevan la actualización del conocimiento previo, como el ubicar a las especies en su hábitat dentro del mapa de la República; a partir de ello identificar los vacíos o problemas conceptuales que conducen a respuestas erróneas y desde ahí construir junto con el alumno nuevas respuestas con base en un andamiaje construido desde la acción docente. Haber presentado el caso de Cuatrociénegas Coahuila, constituye un ejemplo de esta acción docente.

El ver este ecosistema tan particular generó en ellos varias dudas y cuestionó sus conocimientos previos y se hicieron preguntas tales como: ¿cómo es posible que haya agua en un lugar donde no llueve? o, ¿cómo pueden existir especies de etapas muy tempranas de la tierra en esta región geográfica?, ¿cómo era posible que se considere con alta diversidad un sitio semidesértico? ¿cómo pueden existir en este lugar especies consideradas endémicas?. Estas preguntas al mismo tiempo motivaron su curiosidad y el deseo de aprender qué hace a una región megadiversa.

Estos hallazgos son importantes de tener en cuenta cuando se diseñan situaciones de aprendizaje, pero aún más cuando se trata de situaciones de evaluación. Si nuestra meta es que se logre la comprensión, y por tanto un aprendizaje significativo, es importante diseñar situaciones de aprendizaje donde los conocimientos se tengan que aplicar y no sólo repetir.

Presentar casos problemas o experiencias situadas promueven, además de la curiosidad la motivación para el aprendizaje, sobre todo cuando se constituyen en un reto para el intelecto.

Cabe señalar que al inicio de la intervención los estudiantes se mostraron poco dispuestos e interesados por la temática y sin implicación personal en relación con la preservación de la biodiversidad.

El trabajo por equipo con la guía de la profesoralos llevó a inferir qué hace una región megadiversa, en relación con la respuesta inicial que sólo se concretó en señalar a la diversidad de especies y de ecosistemas como los únicos rasgos que define la megadiversidad. En las respuestas del postest se incorporaron además de la condición inicial, la existencia de especies endémicas. Es importante señalar que los alumnos mostraron especial énfasis en la interacción de estos tres factores para hablar de megadiversidad.

Cuando se habla de promover aprendizajes significativos en los estudiantes, es importante al menos garantizar en cierta medida “la significatividad potencial” de las experiencias de aprendizaje que planeamos para el logro de las metas académicas. Ello requiere un cuidadoso análisis del nivel del dominio que se espera de los contenidos y vinculación de ésta con el mundo cotidiano de los alumnos, de tal suerte que promovamos una experiencia situada como modelo de acción docente. El tema central del presente trabajo biodiversidad y su relevancia para la vida, en sí mismo tendría que ser uno de los temas centrales de los programas de biología para bachillerato, y alrededor de él organizar algunos otros tópicos de biología, que en términos generales se presentan con anticipación y dada la falta de contexto, resultan complejos, abstractos y con poco sentido para los estudiantes de este nivel.

Si observamos los programas del Colegio de Ciencias y Humanidades de la asignatura Biología IV, notaremos que el tópico se presenta al final del curso, dada la amplitud de temas a tratar, es muy poco probable que se logre abordar en clase, y por ello, en general, los profesores lo dejan como trabajo independiente para los estudiantes.

La teoría plantea que a partir del modelo de enseñanza situada estamos promoviendo la significatividad lógica de la experiencia educativa, y promoviendo al mismo tiempo aprendizajes significativos ¿Cuáles son las evidencias con que contamos en el presente trabajo a favor de esta hipótesis? Más allá de los datos cuantitativos que ya fueron presentados, nos detendremos ahora a analizar el discurso de los estudiantes en las actividades de aprendizaje, que de manera conjunta constituyeron sus portafolios de evidencias.

Si observamos la primera interpretación que los estudiantes hacen de los carteles, podemos ver que existe poco conocimiento en relación con qué es un ecosistema o la importancia de éstos para la vida de una determinada especie; en sus expresiones se denota el uso de terminología común y no propio de la biología, a pesar de que ya habían revisado el tema, por ejemplo:

Durante el pretest, cuando se les presentaron carteles de la PROFEPA a favor de la protección de la vida silvestre, un porcentaje alto de estudiantes sólo repetía la información presentada:

“El cartel nos da información sobre el tráfico ilegal de especies, y de las leyes que los protegen” (38.5%).

“La información es buena, aunque te hace partícipe indirecto” (5%)

“La información va de acuerdo con la imagen” (2.6%)

“Explica que todo aquel que compra o vende un perico será sancionado” (2.6%)

El 10.24 % de los participantes consideran que “No hay una ley para proteger a los animales silvestres”

Mientras que en el postest se observa el empleo de terminología biológica en la construcción de su discurso, y toman postura en relación con el papel que jugamos los humanos para la sobrevivencia de las especies silvestres y del planeta en su conjunto.

“Comprar pericos pone en riesgo a la especie” (20.5%)

“No se debe de comprar este tipo de especies, porque es una especie en peligro de extinción” (17.9%)

“Los pericos necesitan su hábitat” (17.9%)

“Al comprar pericos, formamos parte del problema sobre el tráfico ilegal de especies” (2.6%)

Otro elemento que sobresale de las respuestas de los estudiantes es que en pretest lo que predomina son los argumentos de corte legal, mientras que en el postest se considera la importancia de la vida por sí misma, más allá del posible castigo que se pudiera recibir por quebrantar la ley.

Pretest:

“Si compramos pericos, formamos parte del problema sobre el tráfico ilegal de especies” (28.1%)

Posttest:

“El cartel nos informa sobre el tráfico de pericos, lo cual implica el maltrato y la muerte de muchos de ellos” (63.1%).

“Al comprarlos contribuimos al maltrato, muerte y tráfico de esta especie y por lo tanto estamos participando (69.3 %).

“Los pericos no son mercancía, son animales” (5.1 %)

“Los monos no son mascotas, juguetes ni animales domésticos, no deben de estar en jaulas, casas o en la ciudad, ellos tienen que estar libres en su hábitat” (87.3%).

“El cartel contribuye a que reflexionemos y cuidemos las especies animales” 12.3%

Como se puede observar en el discurso de los estudiantes, además de comprender qué hace a una región megadiversa, tomaron consciencia del valor de la vida y de la importancia para las diferentes especies de conservar su hábitat.

Pensar en aprendizaje significativo no sólo se refiere a aspectos conceptuales, también a cambios actitudinales, que como en este caso promuevan el cuidado y la toma de postura a favor de preservación de la vida, y de la importancia de conservar las especies en los ecosistemas de los que forman parte, así como de lo indispensable que es la conservación de éstos para la vida en el planeta.

Centrar la enseñanza en situaciones concretas y problemas reales es una metodología didáctica fructífera, si queremos que los estudiantes se involucren en el aprendizaje, y promover estados altos de motivación, indispensable si deseamos transitar del almacenamiento de información a la construcción de conocimiento.

Los alcances de este trabajo nos permiten continuar por esta línea, tomando en cuenta algunos aspectos que tendremos que tener en cuenta, como la representatividad de la muestra, el desarrollar una evaluación diagnóstica que nos permita constatar de forma feaciente el nivel de comprensión de los estudiantes, tarea que no llevamos a cabo en el presente trabajo, dado el poco tiempo con el que se contó para la intervención didáctica, por lo que nos orientamos a uno de los niveles más básicos de la taxonomía del aprendizaje, la identificación. Trabajar para promover niveles más altos de comprensión

requiere un tiempo más prolongado y la inclusión de estrategias cognitivas y metacognitivas que promuevan la construcción de los saberes deseados.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, M.E., y Flores, C.F. (2010). Percepciones y supuestos sobre la enseñanza de la ciencia: las concepciones de los investigadores universitarios. *Perfiles educativos*, 32(128), 1-17.

Anaya, S.A. (2006). Diseño Instruccional propuesto por Merrill, como una alternativa constructivista para promover el aprendizaje significativo del tema de metabolismo: respiración celular de Biología III, del Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Arteaga, J.Y., y Tapia, J.F. (2009). Núcleos problemáticos en la enseñanza de la biología. *Educere*, (46), 719-724.

Benítez, D.H., y Bellot, R. M. (2003). Biodiversidad: Uso, amenazas y conservación. En Sánchez, O., Vega, E., Peters, E., y Monroy, O. (Eds.) *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México* (pp. 93-102). México: Instituto Nacional de Ecología (INE), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Benítez, D. H., Loa, L. E., Peña, J. A., y Neyra, G.L. (1998). *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. México: Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO).

Boege, E. (2003). Protegiendo lo nuestro: Manual para la gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Caltenco, E.A. (2012). Sistema educativo mixto (presencial-virtual). Una alternativa a la enseñanza-aprendizaje para el tema de Biodiversidad de México en el bachillerato. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Cárdenas, G. D. (2007). La motivación para el aprendizaje de la Biología en alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Castañeda, A.G. (2008). Estrategias de enseñanza-aprendizaje sobre biodiversidad en la asignatura de biología IV en el bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Castañón, R. y Seco, R.M. (2000). *La educación media superior en México: Una invitación a la reflexión*. México: Limusa.

Ceballos, G., List, R., Garduño, G., López, R., Muñoz, M.J., Collado, E. (2009). La diversidad biológica del Estado de México: Estudio de Estado. México: Gobierno del Estado de México.

Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), Dirección General. (2009). Cuadernillo núm. 2 y 7, El proyecto curricular del Colegio Continuidades y cambios en el Plan y los Programas de Estudios. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), Dirección General. (2006). Orientación y sentido de las áreas del Plan de Estudios Actualizados. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). (2004). Programas de estudio de Biología I a IV. Área de Ciencias Experimentales Dirección General. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Coll, C., Mauri, T., y Onrubia, J. (2010). Cap. IX. Los entornos virtuales de aprendizaje basado en el análisis de casos y la resolución de problemas. En Coll, C. y Monereo, C. (Eds.), *Psicología de la educación virtual: Aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación* (pp.212-230). España: Morata.

Coll, C. (1988). Significado y sentido en el aprendizaje escolar: Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Infancia y Aprendizaje*, 41,131-142.

CONABIO. (2000). Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. (2006). Capital natural y bienestar social. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONABIO. (2008). Vol.1: *Conocimiento actual de la Biodiversidad: Capital Natural de México*. Comisión Nacional para el Uso y conocimiento de la Biodiversidad. México.

CONABIO. (2009). Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Biológica. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

De Alba, E., y Reyes, M.E. (1998). Cap.I Contexto físico. *En: La diversidad biológica de México: Estudio de País* (pp. 3-15). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO)

De la Peña, P. (2008). El siglo de la biología: el descubrimiento de la estructura helicoidal del ADN en 1953 posibilitó una revolución biológica cuya trascendencia podría equiparar a las aportaciones realizadas por Copérnico, Newton o Einstein. *El faro* (82)13-14.

Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México (ENPECYT). (2011). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

Díaz, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw Hill.

Díaz, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de Investigación Educativa*, 5(2), 105-117.

Díaz, F., Hernández, G. (1999). Cap. 2. Constructivismo y aprendizaje significativo. *En Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. México: McGraw-Hill.

Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades (DGCCH). (2006). *Orientación y sentido de las áreas del Plan de Estudios Actualizado*. México, UNAM.

Escámez, A. M. (2005). Enseñar Biología hoy en los niveles obligatorios o el reto de una enseñanza motivadora para un aprendizaje significativo en los tiempos que corren. *Encuentros en la biología*, (100), pp. 6-8.

Fernández, G. M. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo, algunas reflexiones didácticas. *Revista Eureka*, 5(2), 185-199.

Flores, V.G., y Díaz, M.A. (2013). *México en PISA 2012: Resultado de evaluaciones*. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE).

Fonseca, M.C. y Aguaded, J.I. (2007). *Enseñar en la Universidad: Experiencias y propuestas de docencia universitaria*. España. Gesbiblo.

Galnares, C.A. (2013). Comisión especial para la actualización de los programas de Biología I-II. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

García, J.A. (2008). *Evaluación internacional de los alumnos mexicanos*. *El Faro*, (82) 1-3.

Guerrero, V. (2007). Cuatrociénegas: laboratorio de la evolución. *¿cómo ves?* (101),11-15.

Gil, P.D., y Vilches A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas del conocimiento) *Revista de Educación: extraordinario*, 292-311.

Gómez, M.A., Pozo, J.I., y Gutiérrez, M.S. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación Química*, 15(3), 198-209.

Hernández, H. F. (2006). El informe PISA: una oportunidad para replantear el sentido de aprender. *Revista de Educación*, 357-379.

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). (2014). Panorama educativo de México. Indicadores del Sistema Educativo Nacional 2013.

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2014a). Panorama educativo de México (2014), indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación básica y media superior.

Instituto Nacional de la Educación (INNE). (2012). México en PISA 2012

Instituto de Evaluación. (2010). *PISA 2009: Programa para la evaluación internacional de los alumnos*, OCDE. Informe español. España: Secretaría General Técnica.

Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación (ISSUE). (2011). Información sobre México en PISA 2009. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. *Perfiles educativos*, 33(131), 178-19.

Koleff, P., Fernández, C., Martínez, J.M., y Moreno, E. (2004). Información sobre la biodiversidad de México en el extranjero. *Biodiversitas*, (54), 1-16.

Lacosta, G. I. (2012). *Las ciencias en el aula: aprendizaje basado en estudio de casos*. España: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Llorente, J., y Ocegueda, C. (2008). Vol. I. Estado del conocimiento de la biota. En *Capital Natural de México: conocimiento actual de la biodiversidad*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.

Luna, R., Castañón, A., Raz-Guzmán, A. (2011). La Biodiversidad en México: su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias*, (101), 36-43.

Mahieu, J.A. (2007) *El mundo perdido: Arthur Conan Doyle*. España: Anaya.

Márquez, N. Tirado, S. F. (2009). Percepción social de la ciencia y la tecnología de adolescentes mexicanos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. (2), 16-34.

Martínez, J.M. (2008). *El arte de aprender y de enseñar: Manual para docentes*. Bolivia: La Hoguera.

Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J.E. y Álvarez F. (2014). El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? *Revista mexicana de biodiversidad*, (85), 1-9.

Mayr, E. (1998). *Así es la biología*. España: Debate.

Mittermeier, R. C., Goettsch, y Robles, G. P. (1997). *Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del Mundo*. México.

Molina, F. F. (2010). Riqueza incomparable: La biodiversidad y su importancia en el único planeta que, hasta donde sabemos alberga vida. *Revista ¿Cómo ves?* (136), 30-33.

Muñoz, C.L. (2014). Acciones para el fortalecimiento del Colegio de Ciencias y Humanidades. Plan de trabajo 2014-2018. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Neyra, L., y Durand, S. L. (1998). Parte 2. Biodiversidad. En Recursos Naturales: La diversidad biológica de México: Estudio de país. México: Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO).

Núñez, I. González E., Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387-393.

Pantoja, J.C., y Covarrubias, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles Educativos*, 35(139), 93-109.

Pozo, J.I. (1996). *La Psicología cognitiva y la educación científica. Investigações em ensino de ciências*, 1(2), 110-131.

Pozo, J.I. (2002). Adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigações em ensino de ciências*, 7(3), 245-270.

Pozo, J.I., y Gómez, M. A. (2002). *Más allá del “equipamiento cognitivo de serie”: la comprensión de la naturaleza de la materia*. En la educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica. Barcelona, España: Paidós.

Pozo, J.I., Scheuer, N., Pérez, M.P., Mateos, M., Martín, E., y De la Cruz, M. (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: Las concepciones de profesores y alumnos*. España: Grao.

Pozo, J.I., y Gómez, M.A. (2006a). Capítulo I ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que se les enseña. *En Aprender y enseñar ciencia* (pp.17-30). Madrid, España: Morata,

Pozo, J.I., y Gómez, M.A. (2006b). Capítulo 4. *El aprendizaje de conceptos científicos: del aprendizaje significativo al cambio conceptual*. En *Aprender y enseñar Ciencia* (pp. 84-127). Madrid, España: Morata.

Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A., y Fa, J. (1998). Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución. *Ciencias*, (51), 62-63.

Roché, P.A. (2013). Comisión Especial para la Actualización de los Programas de Biología I-II. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Rodríguez, M. L. (2011). Concepciones del profesorado de biología en ejercicio sobre la evaluación del aprendizaje científico escolar y la resolución de problemas científicos escolares. *Revista Ciencia Escolar: enseñanza y modelización*, 1(1), 79-82.

Rosária, J. (2006). La Enseñanza de las ciencias, basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2), 173-184.

Sagástegui, D. (2004). Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado. *Revista Electrónica Sinéctica*, (24), 30-39.

Sañudo, G. M., y Perales, P. R. (2014). Aprender ciencia para el bien común. *Perfiles educativos*, 36(143), 29-38.

Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, J., Llorente-Bousquets, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, y A., Anta, S. (2009). Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Sarukhán, J., Soberón, G., Halffter, y J., Llorente-Bousquet. (2008). Vol. I Capital Natural de México. Conocimiento actual de la Biodiversidad. México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-INE). (2010). Cap. I Contexto Nacional México. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Las Naciones Unidas sobre el cambio climático, pp.33-50. México.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2009). Serie ¿Y el medio ambiente? Biodiversidad, conocer para conservar. México.

Secretaría de Educación Pública (SEP). (2014). Programa de Mediano Plazo 2014-2018

Schleicher, A. (2008). ¿Están los estudiantes listos para el mundo de mañana? *Revista de Educación*. Revista az. 15-20

Souza, V., Escalante, A., Espinoza, L., Valera, A., Cruz, A., Eguiarte, L.E., Ferrán, P., y Elser, J. (2004). Cuatro Ciéngas: un laboratorio natural de astrobiología. *Ciencias*, (75), 4-12.

Trejo, S.A. (2010). Biología en el Sistema de Bachillerato del IEMS. Propuesta para una nueva asignatura optativa. *Eutopía*, (12-13), 180-187.

Tirado, F. y López, A. (1994). Problemas de la enseñanza de la Biología en México. *Perfiles Educativos*, (66), 1-9.

Tirado, F. & Trujillo, A. L. (1994). Evaluación de la enseñanza de la biología en México, hacia una transformación en la calidad de la educación. *Revista de la Educación Superior*, 23(89), 165-189.

Toledo, V.M., y Eccardi F. (2003). México naturaleza viva: un proyecto de comunicación sobre la diversidad biológica y cultural. *Revista ¿Cómo ves?*, (56), 8-13.

Vélaz, C. (2006). Presentación. Una visión integral de las evaluaciones de PISA (OCDE) con especial atención a la participación en España. *Revista de Educación*, 13-18.

Veglia, S. (2007). *Ciencias naturales y aprendizaje significativo: claves para la reflexión didáctica y la planificación*. Argentina: Novedades educativas.

Páginas electrónicas:

Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal (sin referencia). Recuperado 8 noviembre de 2015, de <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/EMCV.pdf>

Info Atmósfera. (2012). Centro de ciencias de la Atmósfera. Boletín 04. Recuperado 20 julio de 2013, de http://www.atmosfera.unam.mx/vinculacion/boletin/04_BOLETIN.pdf

Mapa sin referencia: Recuperado 9 de marzo de 2016, de:
<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Mapa%20general%20de%20Mexico.pdf>

Material de la ponencia medio ambiente y desarrollo sustentable por Irma Trejo Vázquez. (2010). Recuperado 15 abril de 2013 de:
http://www.cienciasyfuturo.unam.mx/mesa_detalle.cfm?vpSimpld=1&vpMesald=2&vpReqlid=2

Publicado por el Programa de Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM (sin referencia) Recuperado 3 de enero de 2013, de:
<http://biolambiental.posgrado.unam.mx/pdf/Diversidadculturalenmexico18.pdf>

Publicado por el Programa de Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM (sin referencia) Recuperado 20 de mayo de 2014, de:
<http://biolambiental.posgrado.unam.mx/pdf/DiversidadOaxaca19.pdf>

Publicado por el Programa de Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM (sin referencia) Recuperado agosto de mayo de 2013, de:

Sin referencia, Recuperado 15 de enero de 2013, de:
<http://biolambiental.posgrado.unam.mx/pdf/Mexicocomopaismegadiverso14.pdf>

Sin referencia recuperado 30 de noviembre de 2012 de:
<http://www.comoves.unam.mx/articulos/naturaleza/naturaleza.html>

Sin referencia recuperado 27 de octubre de 2014 de:
<http://www.ecologia.unam.mx/laboratorios/eycfs/faunos/art/GCe/L2.pdf>

ANEXO 1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
PLANTEL AZCAPOTZALCO



Fecha:

Grupo:

Edad:

Nombre del alumno _____

SEGUNDA UNIDAD. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA BIODIVERSIDAD DE MÉXICO?

Tema II. Biodiversidad de México

- Reconoce la situación de la megadiversidad de México para valorarla.

Instrucciones. Lee con atención cada una de las preguntas y subraya la respuesta correcta

1. ¿En los estados del norte de la República Mexicana qué tipo de ecosistema encontramos principalmente?

a) Selva b) Bosque c) Pastizal d) Matorral e) Pacífico f) Golfo y Caribe

2. ¿Qué tipo de ecosistema encontramos en los estados del centro de la República Mexicana?

a) Selva b) Bosque c) Pastizal d) Matorral e) Pacífico f) Golfo y Caribe

3. ¿Qué tipo de ecosistema encontramos en los estados del sur de la República Mexicana?

a) Selva b)Bosque c)Pastizal d)Matorral e)Pacífico f)Golfo y Caribe

4. ¿En qué tipo de ecosistema hay mayor número de plantas y animales?

a) Selva b)Bosque c)Pastizal d)Matorral e)Pacífico f)Golfo y Caribe

5. ¿En qué tipo de ecosistema hay mayor diversidad de especies?

a) Selva b) Bosque c)Pastizal d)Matorral e) Pacífico f)Golfo y Caribe

6. ¿En qué tipo de ecosistema hay menor número de organismos de plantas y animales?

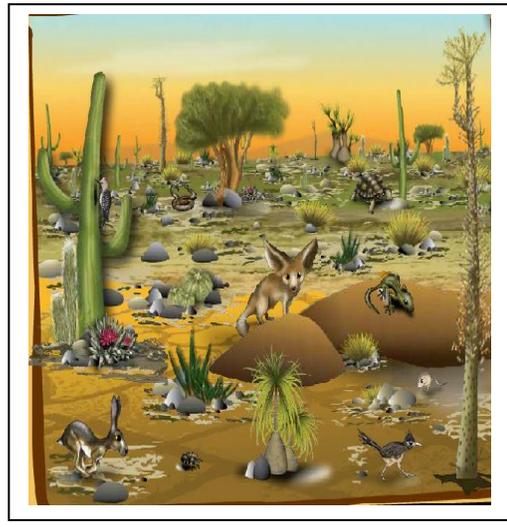
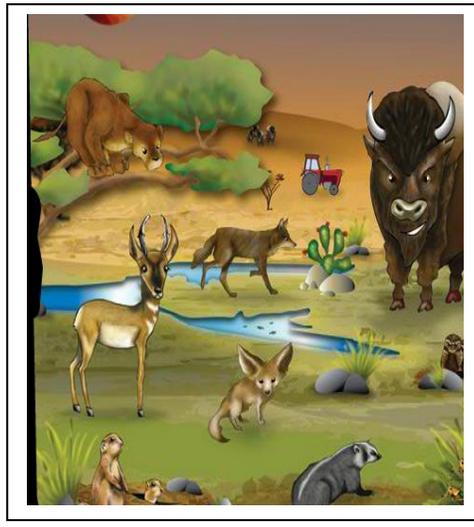
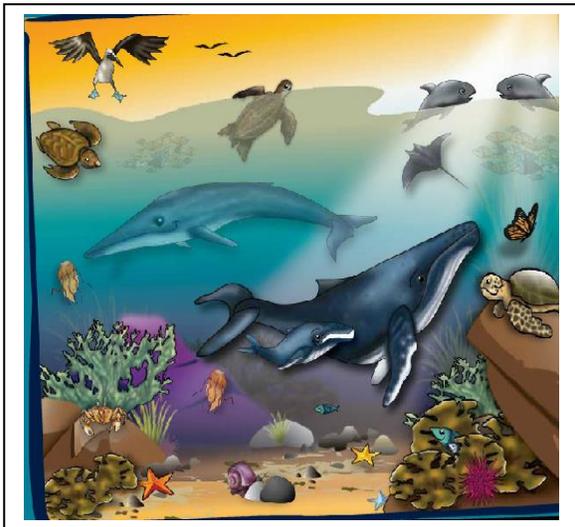
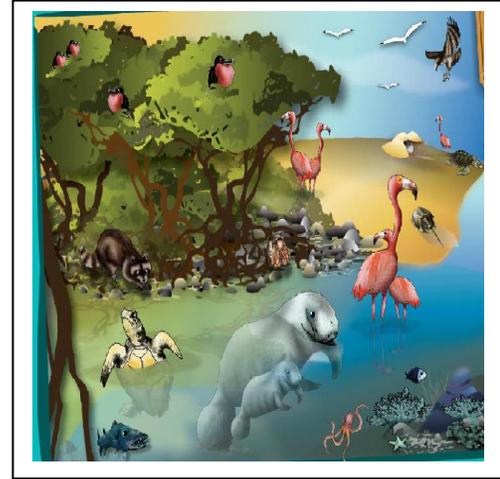
a) Selva b)Bosque c)Pastizal d)Matorral e)Pacífico f)Golfo y Caribe

7. ¿En qué tipo de ecosistema hay mayor número de especies endémicas?

a) Selva b)Bosque c)Pastizal d)Matorral e)Pacífico f)Golfo y Caribe

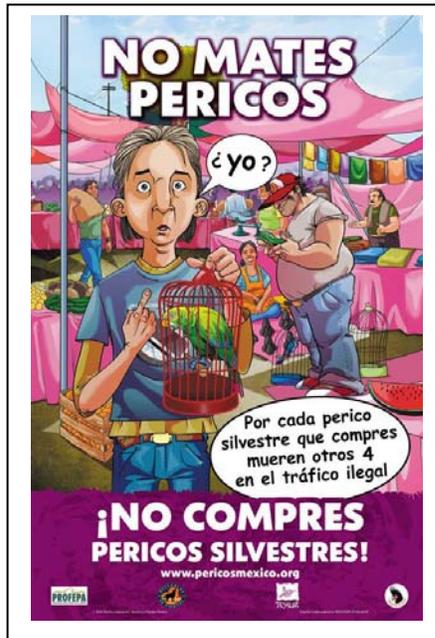
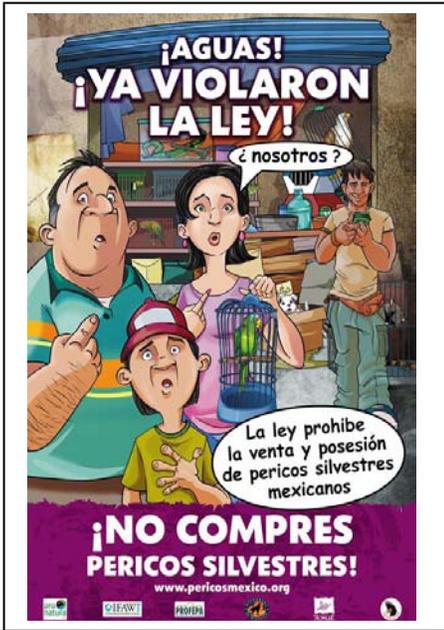
De las imágenes que se te presentan a continuación, selecciona a que tipo de ecosistema pertenece:

A) Selva B) Bosque C) Pastizal D) Matorral E) Pacífico F) Golfo y Caribe



Nota: Imágenes tomadas de las páginas: www.conabio.gob.mx, pericosmexico.org.mx. y profepa.gob.mx.

A continuación se presentan imágenes de carteles. En la parte inferior de éstos escribe si estás de acuerdo o en desacuerdo con la información que manejan, y por qué?



A)

B)

C)



D)



Tomado de: www.atmosfera.unam.mx/vinculacion/boletin/04_BOLETIN.pdf



Tomado de: <https://www.google.com.mx/search?q=mapas+de+diversidad+biologica+y+cultural&rlz>

ANEXO 2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES, PLANTEL AZCAPOTZALCO



Fecha:

Actividad 1: “Identifico la flora y fauna de México y la relación con su ecosistema”

Rúbrica para evaluar el desempeño en el equipo (Coevaluación)

Nombre del alumno	Se integró y colaboró durante el trabajo de equipo. (2 puntos) No se integró muy bien al trabajo de equipo y mantuvo poca colaboración. (1 punto)	No jugó, ni hizo perder tiempo al equipo con pláticas fuera del tema (2 puntos) Trató de concentrarse pero de vez en cuando habló de otras cosas. (1 punto)	Sabe escuchar y respeta las ideas de los demás (2 puntos) Algunas veces escucha, respeta las ideas de los demás. (1 punto)	Participó activamente (2 puntos) Participa ocasionalmente (1 punto)	Propuso ideas relevantes para el desarrollo del trabajo (2 puntos) En algunas ocasiones propuso ideas relevantes para el desarrollo del trabajo. (1 punto)	Puntuación (Máxima 10)

Nombre del evaluador _____ Grado _____ Grupo _____

ANEXO 3

Actividad 1: "Identifico y selecciono la flora y fauna de México y la relaciono con su ecosistema"

Nombre de los integrantes del equipo _____ Grupo _____

Criterios de evaluación	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 2 Puntos	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 2 Puntos	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 2 Puntos	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 2 Puntos	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 2 Puntos	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 2 Puntos	Puntuación final
Identifica y selecciona los organismos de flora y fauna y los relaciona al tipo de ecosistema que corresponden.	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 1 punto	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 1 punto	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 1 punto	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 1 punto	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 1 punto	Si colocó más del 50% de organismos de flora y fauna en los estados de la República Mexicana que presentan este tipo de ecosistema. 1 punto	

ANEXO 4



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
PLANTEL AZCAPOTZALCO



Fecha:

Grupo:

Nombre de los alumnos _____

SEGUNDA UNIDAD. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA BIODIVERSIDAD DE MÉXICO?

Tema II. Biodiversidad de México

- Reconoce la situación de la megadiversidad de México para valorarla.

El mundo perdido, Arthur Conan Doyle

“Las leyes naturales ordinarias quedaron en suspenso. Los diversos obstáculos que influyen en la lucha por la existencia en el resto del mundo quedaron allí neutralizados o alterados. Sobreviven seres que de otra manera habrían desaparecido [...] nuestros profesores permanecerían allí de buena gana todo el día, tan extasiados estaban ante esta oportunidad de estudiar la vida de un periodo prehistórico”

Edward D. Malone, un joven periodista que necesita participar en alguna aventura para ganar el corazón de su amada, es enviado por su periódico a una misión muy poco atractiva: desenmascarar a un farsante científico, el profesor Challenger, que sostiene la extravagante teoría de que aún existen en nuestro planeta especies de vida primitiva, entre las que destacan los grandes reptiles del jurásico, y, lo que es peor, está dispuesto a mantener estas afirmaciones con argumentos irrefutables: la fuerza de sus puños (Mahieu, 2007).

Bien; en principio no parece la aventura ideal para un joven soñador que pretende emprender una brillante carrera periodística. La cosa empieza cuando el profesor Challenger propone en el transcurso de una tumultosa reunión científica, en la cual se han tomado en son de burla sus teorías, que se envíe una expedición al Amazonas para comprobar la veracidad de sus afirmaciones. Malone, claro está, se apunta sin pestañar para formar parte de dicha comisión investigadora.

Éste es el punto de partida de la expedición científica más extraordinaria de todos los tiempos. Su lugar de destino es la Tierra de Maple White, una meseta perdida en algún lugar de la selva amazónica, que por razones muy peculiares ha permanecido aislada del resto del mundo y de la historia zoológica del globo terráqueo. Allí han sobrevivido especies terribles y monstruosas, que se creían extintas y borradas de la faz de la tierra desde el amanecer de la humanidad (Mahieu, 2007).

En su novela “El mundo perdido”, publicada en 1912, sir Arthur Conan Doyle relata las experiencias de un grupo de aventureros exploradores que encuentran en Sudamérica un lugar remoto donde el tiempo parece haberse detenido, porque las especies que lo habitan llevan allí millones de años. En México existe un lugar así; una cápsula del tiempo, que se conserva prístina gracias a la acción de la geología y el azar, y que constituye un tesoro irremplazable de información biológica. Ese lugar se llama Cuatrociénegas y es un oasis enclavado en el desierto (Guerrero, 2007).

Cuatrociénegas es un valle pequeño, también conocido como un *bolsón*: un área de las montañas, en las regiones áridas, donde el agua de lluvia no tiene salida superficial hacia el mar. Está situado en el centro de Coahuila, a 740 metros sobre el nivel del mar y rodeado de altas cadenas montañosas que llegan a rebasar los 3 000 metros de altitud.

Por encontrarse en la margen oriental del desierto de Chihuahua, en Cuatrociénegas prácticamente no llueve; apenas 200 milímetros al año entre los meses de mayo y octubre. Las temperaturas allí son extremas: pueden rebasar los 45°C en verano y caer

por debajo de los 0°C en invierno. Sin embargo, pese a la escasa lluvia el valle ha acumulado agua en abundancia, la cual aflora por centenares de pozas, alimentadas por manantiales que brotan del manto subterráneo, La profundidad de estas pozas puede variar de menos de un metro a más de 10, con diámetros que van de unos centímetros a más de 200 metros (Guerrero, 2007).

En la superficie del valle hay también pantanos, ríos, lagunas y canales cuyas aguas contienen una alta concentración de minerales y pocos nutrientes. Esto impide que proliferen las algas, por lo que el agua en Cuatrociénegas suele ser cristalina.

Por sus características geográficas, hidrológicas, orográficas, climáticas, físicas y químicas, Cuatrociénegas es hogar de formas de vida únicas en el planeta: 23 especies endémicas de plantas y 54 de animales. Esto no es poca cosa, porque significa que esas 77 especies que incluyen cuatro de anfibios y reptiles, siete de crustáceos, ocho de peces, nueve de moluscos, una especie de insecto y cuatro de alacranes solamente existen allí y en ningún otro sitio del mundo (Guerrero, 2007).

Aunque esto sería suficiente para destacar la importancia biológica del valle, existe un ingrediente que lo hace aún más valioso. La combinación de estabilidad climática, aislamiento y abundancia de agua pese a lo árido del entorno ha convertido a las pozas de Cuatrociénegas en una especie de islas, cuyos ecosistemas han evolucionado a un ritmo muy diferente del que habrían conocido en un área abierta y cambiante. Por consiguiente, el lugar es como un “mundo perdido”.

En las pozas de Cuatrociénegas viven los mismos tipos de microorganismos que habitaban la Tierra hace miles de millones de años. Estos ecosistemas son tan valiosos, que muchos científicos han acudido al lugar para aprender sobre la evolución de la vida primitiva en el planeta. También lo han visitado investigadores de la NASA interesados en la posibilidad de vida en otros planetas (Guerrero, 2007).

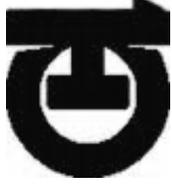
Cuatrociénegas es uno de los pocos lugares donde actualmente coexisten los estromatolitos, característicos de la vida temprana en la Tierra, con una heterogénea comunidad de animales, y también es uno de los sistemas acuáticos continentales con mayor diversidad y endemismos de México y el mundo (Souza *et al.*, 2004).

Un factor interesante es que sus aguas son muy pobres en nutrientes, particularmente en fósforo. Aun así, en ellas existe una cadena trófica análoga a la que se considera distintiva del Cámbrico temprano (hace unos 540 millones de años), donde los estromatolitos y bacterias fotosintéticas (cianobacterias) y quimioautótrofas son fuente de alimento de los metazoarios, principalmente caracoles y peces herbívoros. En este ecosistema acuático las bacterias, y no las algas o plantas superiores, parecen formar la base de la pirámide alimentaria, (Souza *et al.*, 2004).

ANEXO 5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES, PLANTEL AZCAPOTZALCO



Fecha:

Actividad 1: “Identifico la flora y fauna de México y la relación con su ecosistema”

Rúbrica para la Autoevaluación del trabajo en equipo

Nombre _____ Grupo _____ Edad _____

INDICADOR	SIEMPRE (2.0)	CASI SIEMPRE (1.75)	A VECES (1.5)	NUNCA (1.0)
Tengo interés y trabajo responsablemente en las actividades.				
Aporto ideas y comparto mis conocimientos.				
Respeto las decisiones de mis compañeros, soy solidario y me adapto a los cambios.				

ANEXO 6



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
PLANTEL AZCAPOTZALCO



Fecha:

Grupo:

Nombre del alumno _____

Rúbrica para evaluar la pregunta ¿Por qué México es un país megadiverso?

Criterios de evaluación	Escala valorativa			
	4. Excelente	3. Satisfactorio	2. Insuficiente	1. Insatisfactorio
Reconoce que México es un país megadiverso porque tiene: a) Diversidad de especies. b) Diversidad de ecosistemas. c) Especies endémicas.	Menciona los tres criterios, para que un país se considere megadiverso.	Menciona dos criterios, para que un país se considere megadiverso.	Menciona un criterio, para que un país se considere megadiverso.	No menciona ningún criterio para que un país se considere megadiverso.

ANEXO 7



