



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR**

BIOLOGÍA

**“EL MUSEO DE GEOLOGÍA COMO UNA ESTRATEGIA
PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA”**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR EN EL CAMPO DE LA BIOLOGÍA

PRESENTA:

BIÓL. SALMA GÓMEZ IBARRA

TUTORA:

M EN C. IRMA ELENA DUEÑAS GARCÍA
FES IZTACALA

COMITÉ TUTOR:

MTRA. BEATRIZ CUENCA AGUILAR
FES IZTACALA

DRA. PATRICIA ROSAS BECERRIL
FES IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉXICO, JUNIO 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

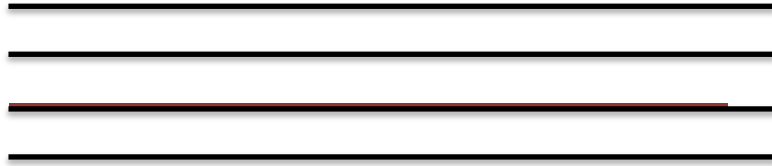
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



SINODALES

MTRA. IRMA ELENA DUEÑAS GARCÍA

MTRA. BEATRIZ CUENCA AGUILAR

DRA. PATRICIA RAMOS BECERRIL

DRA. MARÍA DEL CARMEN SÁNCHEZ MORA

DRA. ERÉNDIRA ALVAREZ PÉREZ

AGRADECIMIENTO

Ofrezco un reconocimiento explícito a la UNAM, ya que mis estudios para la realización e impresión de tesis fueron posibles gracias al apoyo recibido a través del programa PAEP (Programa de Apoyo a Estudios de Posgrado).

[Cuando solo eres uno más de la clase tiendes a olvidar que el profesor puede verte. -Lev Grossman-]

“En los museos se construye la memoria oficial, cultural y científica de un país y se sintetizan nociones hegemónicas de identidad colectiva. Hoy, el concepto “museo” se ha ampliado y su objetivo es brindar servicio a la sociedad, al constituirse en centro de interpretación y de reflexión sobre las comunidades contemporáneas, además de propiciar la educación y el esparcimiento de sus visitantes”. –Ana Garduño-

[Resultó que enseñar era una capacidad que tenías que aprender, como todo lo demás. -Lev Grossman-]

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora la M. en C. Irma Elena Dueñas García por su confianza, su cariño, su apoyo, pero sobre todo por su gran personalidad que en más de una ocasión me ha permitido explorar mi creatividad, gracias por ser una vez más mi madre académica. La quiero.

A mis sinodales la Mtra. Beatriz Cuenca Aguilar, la Dra. Paty Rosas Becerril, la Dra. Ma. Del Carmen Sánchez Mora y la Dra. Eréndira Álvarez Pérez, que con su experiencia, opiniones y consejos, han puesto los polvos mágicos para que este proyecto sea tan genial como yo creo que lo es.

Al laboratorio de genética toxicológica por ser mi lugar de inspiración, por la gran compañía que uno encuentra siempre, por los múltiples debates tan interesantes que hemos creado ahí, y los convivios que solo se pueden hacer en una familia como la que se ha formado en ese laboratorio.

A mis alumnitos del CCH Azcapotzalco, por ser tan lindos y aceptar participar en este trabajo. Y a la profesora Ariadna Pérez, por apoyarme incondicionalmente.

A la MADEMS por darme otra perspectiva de la vida, por darme la oportunidad de hacer este proyecto que tanto me gusta y me vuelve loca, es mi pasión.

A la FES Iztacala por ser mi segundo hogar como en los años pasados, y sé que siempre será así.

A la UNAM por ser lo que es, por permitirme aprender, entender, sentir, ya que en su regazo he crecido de muchas formas llegando a ser la persona que hoy escribe esto.

DEDICATORIA

A mi familia, porque estemos cerca o lejos, el amor que sentimos nos conecta y nos cobija en los momentos difíciles. Los amo.

Iván, te agradezco tantas cosas pero la principal es que me conocieras tanto, tenías razón en algo mi pasión son la enseñanza y los museos, así que indirectamente eres culpable de esta tesis. Me mostraste uno de los lugares más maravillosos en los que he estado, gracias por todo, mi chistoso. Siempre estás tan cerca, nunca digo adiós.

A mis bebés MUTEK (Maye, Jibrán, Isa, Dana, Jorge, Alex, Iván, Say, Erik, Aarón, Suri, Pau, Dani, Mike, y toda la bandita MUTEK), por ser tan especiales en todos los sentidos, extraño las mañanas de crucigramas y los días que pasamos juntos. Este trabajo es para ustedes, por la gran labor que hicimos en ese museo. Los llevo en mi corazón.

Rodrigo, Sandra y Andy, qué les digo, son mis psicólogos, amigos, confidentes. Gracias por estar conmigo en todo momento, en todos mis estados de ánimo, y por aguantar todas mis locuras. Créanme que a ustedes les debo mi estabilidad psicológica.

Por último, a mi grupo de MADEMS (Pao, Erika, Soco, Susy, Nicole, Blanca, Alex, Pedro, Anahí, Marisol, Lore, Bal), por ser el mejor grupo del mundo, puro compañerismo, mucho cariño y mucha comida. Fueron 2 años de mi vida tan divertidos que me cambiaron la vida, sobre todo gracias por ese chat tan activo, motivador, nostálgico y dramático que formamos, me alegra el día. Los voy a extrañar siempre, y espero que esta amistad nos dure hasta la tumba.

ÍNDICE

RESUMEN	8
SUMMARY	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I	12
ANTECEDENTES	12
CAPÍTULO II	14
OBJETIVOS GENERALES	14
OBJETIVOS PARTICULARES	14
CAPÍTULO III	15
IMPORTANCIA DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA	15
MUSEOS CIENTÍFICOS: HERRAMIENTAS DE MOTIVACIÓN, DE DIVULGACIÓN Y ENSEÑANZA CIENTÍFICA	19
EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES Y LA VISITA A MUSEOS CIENTÍFICOS	22
BIOLOGÍA EVOLUTIVA: FUERZAS EVOLUTIVAS Y SUS CONSECUENCIAS	27
MUSEO DE GEOLOGÍA Y EL PROCESO EVOLUTIVO	30
CAPÍTULO IV	33
ESTRATEGÍA EXPERIMENTAL	33
MÉTODO	34
PARTICIPANTES	34
INSTRUMENTOS Y RECURSOS	34
CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN: USO DE LA VISITA A LOS MUSEOS CIENTÍFICOS	34
PRE- TEST, POST- TEST (CUESTIONARIO PARA EVALUAR CONOCIMIENTOS):	35
VALIDACIÓN DE ELEMENTOS DE EVALUACIÓN: PRUEBA PILOTO	37
ESCENARIO Y APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA	37
GUIÓN DE VISITA GUIADA	38
RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VISITA AL MUSEO DE GEOLOGÍA	39
BITÁCORA “COL (COMPRENSIÓN ORDENADA DEL LENGUAJE)”	39
ACTIVIDAD DE REFORZAMIENTO: EL DINOSAURIO ANACLETO	40
CAPÍTULO V	42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
CUESTIONARIO A DOCENTES	42
CUESTIONARIO A ALUMNOS	45
PRE-TEST Y POST-TEST	51
RÚBRICA DE PARTICIPACIÓN	59
OPINIÓN DE LOS ALUMNOS: VISITA AL MUSEO DE GEOLOGÍA, UNAM	61
BITÁCORA COL	63
ACTIVIDAD DE REFORZAMIENTO: EL DINOSAURIO ANACLETO	66
CAPÍTULO VI	69
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES	70
ANEXOS	71
BIBLIOGRAFÍA	94

RESUMEN

Un gran número de artículos muestran el impacto que puede generar la visita a museos científicos en la visión y percepción del visitante desde aspectos cognoscitivos hasta motivacionales. Esto, probablemente se debe a que es una manera distinta de obtener aprendizaje, y conocer aspectos de nuestro interés. Además en el caso de los museos científicos debe considerarse la importancia de éstos como espacios de divulgación científica. Por lo tanto, este trabajo propuso la visita al Museo de Geología de la UNAM acompañado de un guión de visita, como una herramienta para el aprendizaje y reforzamiento del tema “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias” de la asignatura de Biología IV del Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM, además de destacar la importancia de los museos científicos como herramientas de divulgación científica. Para lograr lo anterior, se diseñó un guión de visita, el cual fue utilizado durante la visita al Museo de Geología. Se aplicó un pre-test y post-test a los alumnos sobre sus conocimientos del tema, donde se obtuvo que existen diferencias significativas en el nivel de desempeño de los alumnos posteriormente a la visita al museo de Geología. Por otro lado, a pesar de que los alumnos mencionaron en los cuestionarios de opinión que no acostumbraban ir a los museos de ciencia, en la Bitácora COL y la escala de Likert se encontró una actitud positiva hacia la visita, además los alumnos consideran importante el uso de estas estrategias para su aprendizaje. En la actividad de integración y reforzamiento, los alumnos demuestran un dominio del tema. Así que podemos concluir que la visita al Museo de Geología acompañado de un guión de visita promueve, refuerza e integra el aprendizaje del tema “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias”, además se identificó el interés de los alumnos en la participación de estrategias de aprendizaje como la visita a museos científicos, así como la falta de uso y participación por parte de los docentes en dichas actividades.

SUMMARY

A big number of items show the impact that can generate the visit to the science museums in the vision and perception of visitors from cognitive aspects to motivational. This is probably because it is a different way to get learning, and learn about aspects of our interest. Moreover in the case of science museums it should be considered their importance as site of divulation science. Therefore, this paper proposed the visit to the Museum of Geology of the UNAM accompanied of a script of visit, as a tool for learning and reinforcing the theme "evolutionary forces and its consequences" of the subject of Biology IV of the Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. Also highlighting the importance of science museums as tools of divulgation science. To achieve this, was designed a script of visit, which was used during the visit to the Museum of Geology. It applied a pre-test and post-test to the students on their knowledge of the topic, where it was found that there are significant differences in the level of student performance subsequent to the visit to the Museum of Geology. On the other hand, even though the students mentioned in the questionnaires of opinion that not attend to science museums in the COL binnacle and Likert scale they demostrated a positive attitude towards the visit additionally the students consider important using these strategies for learning. The integration and reinforcement activity, students demonstrate mastery of the topic. So we can conclude that the visit to the Museum of Geology accompanied of a script of visit promotes, reinforces and integrates learning the topic "Evolutionary forces and its consequences," too was recognized the interest of students in the participation of learning strategies as the visit to science museums, and the lack of use and participation of teachers in these activities.

EL MUSEO DE GEOLOGÍA COMO UNA ESTRATEGÍA PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

La presente tesis propone resaltar la visita a museos científicos como una herramienta para el aprendizaje y reforzamiento en la asignatura de Biología IV del programa de estudios de educación media superior del Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. Se intenta destacar la importancia de la divulgación científica, y su impacto en la educación a partir de la motivación como un factor principal en el gusto por las visitas a los museos científicos. Dada la dificultad para abordar los temas de la asignatura de Biología en la Educación Media Superior (EMS), es que se sugiere esta actividad como una alternativa impulsada por la participación activa de los docentes, para que funjan como facilitadores de la información, ya que es una manera de fomentar el interés por la ciencia desde aspectos sociales y educativos, que a su vez ayudarán al estudiante al entendimiento de su vida diaria.

El primer capítulo concentra los antecedentes relacionados con la investigación desarrollada en esta tesis, el capítulo dos contienen los objetivos generales y particulares del mismo. En el capítulo tres se encuentran los avances sobre el estado del arte, aspectos teóricos sobre la importancia de la divulgación científica, las visitas a museos científicos, y el uso de éstos como herramientas de enseñanza, aprendizaje y divulgación, sin olvidar que dentro del programa de estudios del CCH, estas actividades están sugeridas para realizarse durante el curso, por lo que es una invitación al re- planteamiento de la importancia de organizar y realizar dichas visitas.

El cuarto capítulo comprende la propuesta del método, en él se describen las características del modelo experimental, los temas que se proponen para ser vistos en el museo, así como el diseño de los instrumentos que se utilizarán para evaluar los conocimientos pre y post

adquiridos respecto a la estrategia didáctica, y test sobre la perspectiva que los alumnos tienen sobre los museos (antes y después).

El capítulo cinco contiene los resultados y la discusión de los mismos, respectivamente. Estos capítulos concentran la totalidad de resultados de la estrategia, y los puntos a tomar en cuenta para futuros proyectos, si fuera el caso. Finalmente el capítulo seis, presenta las conclusiones y las recomendaciones que se sugieren para posteriores aplicaciones o análisis de estrategias similares a las que en esta tesis se desarrollaron.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

Son distintas las razones por las que la visita a museos es considerada una buena estrategia didáctica, no solo en el caso de museos científicos, sino en general. Existe un gran número de artículos (que a continuación se mencionan) que muestran el impacto que estas experiencias pueden tener en la visión y percepción del visitante desde aspectos cognoscitivos hasta motivacionales. Lo anterior, probablemente se debe a que es una manera distinta de obtener aprendizaje, y conocer aspectos de interés propio, ya que no hay de por medio una evaluación de este conocimiento adquirido como fuese el caso del aprendizaje en la escuela.

Un punto que debe detallarse por parte del docente antes de hacer una visita a un museo es informarse acerca de los contenidos que existen en la exposición y ver de qué manera puede ser enseñado el contenido teórico antes de asistir al museo, por ejemplo, Anderson, Lucas y Ginns (2000, 2003), concluyeron que si la visita estaba diseñada conforme a las bases teóricas ya vistas, el aprendizaje mejoraba notablemente, que los alumnos podían comprender los principios científicos, además de comenzar a cuestionarse sobre ellos, de tal manera que no solo había un aprendizaje sino la reestructuración de éste.

El enfoque de un museo como un centro de enseñanza es relevante en los estudios realizados por Feher y Rice (1992), donde encontraron que el aprendizaje está relacionado con los módulos más interactivos del museo, es decir donde los visitantes tienen contacto con elementos museográficos de la exposición, además que para que exista este aprendizaje debe haber un enseñanza escolar previo de los conceptos vistos en la exposición.

Tuckey (1992), indica que en las visitas a museos los alumnos usan preconceptos (conocimientos previos) para dar explicaciones y hacer analogías con sucesos de la vida diaria y situaciones familiares. En muchas ocasiones se desarrollaban modelos explicativos inadecuados. He aquí la relevancia de la participación de los docentes para involucrarse con el contenido teórico.

Henriksen y Jorde (2001), sostienen que las actividades realizadas antes, durante y después de la visita, pueden aumentar considerablemente el interés y el aprendizaje de los estudiantes.

Guisasola *et al.*, (2007), en un estudio realizado en el Kutxa Espacio de la Ciencia de San Sebastián concluyeron que la visita a la exposición, juntamente con un programa guía de actividades complementarias para antes y después, aumentó claramente el conocimiento y la comprensión de los estudiantes sobre la Teoría especial de la Relatividad y sus aplicaciones.

Maicera (2009), menciona a partir de datos empíricos, algunas prácticas de relación del público con los museos y aspectos clave sobre los procesos formativos en éstos, para reflexionar por qué deberían considerarse como instituciones fundamentales para la educación humanista que demanda el contexto histórico-social contemporáneo.

Lo anterior permite considerar la validez y la eficiencia del uso de museos científicos como herramientas de enseñanza y aprendizaje de diversas asignaturas, siempre y cuando se tomen en cuenta aspectos importantes de diseño y aplicación, por ejemplo, la importancia de la participación activa del docente durante la visita, el uso de guiones para la visita, herramientas de aprendizaje complementarias y la relevancia de revisar los contenidos teóricos previamente en el aula. Además de retomar la importancia motivacional que estas experiencias causan en el visitante, recurso necesario en la labor docente y la cual puede jugar un papel fundamental en el aprendizaje. Ya que se ha evidenciado en una gran variedad de investigaciones educativas, la constante dificultad para abordar, explicar y entender algunos temas pertenecientes a distintas asignaturas científicas. Lo anterior permite pensar en que los museos científicos pueden ser una herramienta útil para facilitar la labor de enseñanza.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS GENERALES

- Mostrar que la visita a museos de ciencias en asociación con un guión de visita guiada, es una estrategia que promueve el aprendizaje, refuerza e integra el conocimiento de los contenidos biológicos sobre “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias” en estudiantes de educación media superior.
- Reconocer el interés por los museos científicos, como una herramienta de divulgación y aprendizaje científico.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Diseñar una estrategia de enseñanza centrada en las visitas escolares a museos científicos.
- Conocer si los profesores de educación media superior utilizan los museos como una estrategia de enseñanza.
- Determinar el interés de los alumnos por la visita a los museos científicos.
- Explorar las experiencias que tienen los alumnos después de realizar la visita al museo de Geología, desde el punto de vista académico y personal.
- Identificar la función integradora disciplinaria que tiene la visita al Museo de Geología, por medio de la realización de una actividad de reforzamiento sobre el tema “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias” (selección natural, deriva génica, adaptación y extinción).

CAPÍTULO III

IMPORTANCIA DE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

La divulgación científica surge en el momento en el que el conocimiento científico deja de ser conocido únicamente por el gremio de la sociedad científica, de los apoderados políticos y económicos de la sociedad. Dado que la divulgación científica es la propagación del conocimiento científico al público en general, permite la ampliación y actualización del conocimiento, y se cumple siempre y cuando sean tareas extraescolares, fuera de la enseñanza académica y reglada (Calvo, 2003).

La imagen del mundo que la ciencia ha construido sólo puede ser recreada por medio de la confluencia de las diversas ramas del conocimiento, la divulgación de la ciencia no debe escapar de una visión global, por ello al relacionar los problemas naturales y sociales se permitirá al público tener una visión más real del mundo. En esta tarea, las revistas de divulgación, conferencias, congresos, museos, etc., por sus características especiales, constituyen un elemento fundamental (Sánchez, 2007).

Durante su participación en la X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP-UNESCO), la maestra en comunicación, Andrea Sánchez (2007), declaró:

“La divulgación de la ciencia nos ayuda a conocer los principios, métodos y descubrimientos científicos para vivir con un conocimiento pleno del medio en que habitamos, para lograr este objetivo las revistas de divulgación son un puente ideal que une el mundo de la investigación científica con el del público en general, por ello considero indispensable que amplíen sus espacios, otorgándole un lugar a las investigaciones sociales”.

La popularización de la ciencia se ve como una estrategia democratizadora en la construcción social del conocimiento, como estrategia de movilización colectiva para el acceso al conocimiento de grupos poblacionales marginados de los espacios de aprendizaje y conocimiento (Merino y Roncoroni, 2000). Para Manuel Calvo Hernando (2003),

“divulgar la ciencia es transmitir al gran público, en lenguaje accesible y descodificado, informaciones científicas y tecnológicas”. Ana María Sánchez (2000) propone una definición operativa: *“divulgar es recrear por algún medio el conocimiento científico”*. Algo que debemos saber es que se denomina difusión de la ciencia cuando la transmisión del conocimiento se da entre pares con una cultura científica básica compartida. La comunicación implica un diálogo entre el destinatario y los científicos y abarca tanto a la divulgación como a la difusión (Tagüeña *et al.*, 2006).

Entre los retos de la divulgación de la ciencia en este siglo podemos mencionar los siguientes. La necesidad de precisar el significado de la cultura científica y su vinculación con la sociedad. La búsqueda de un balance entre lo global y lo local para llegar a lo glocal que es una fusión de ambos, lo cual implica la promoción de la equidad y la inclusión social en un proceso en el cual se ve al “otro” como un interlocutor (Reynoso, 2005). Tal vez el reto mayor, el que seguramente ayudará a resolver los demás, es la evaluación rigurosa tanto de los productos como de los divulgadores. En el caso de los divulgadores, ésta debe ser realizada por pares con criterios propuestos por la propia comunidad de divulgadores (Tagüeña *et al.*, 2006).

La población necesita de una cultura científica y tecnológica para aproximarse y comprender la complejidad y globalidad de la realidad contemporánea, para adquirir habilidades que le permitan, desenvolverse en la vida cotidiana y para relacionarse con su entorno, con el mundo del trabajo, de la producción y del estudio. Las Ciencias de la Naturaleza se han incorporado en la vida social de tal manera que se han convertido en clave esencial para interpretar y comprender la cultura contemporánea. La sociedad ha tomado conciencia de la importancia de las ciencias y de su influencia en temas como la salud, los recursos alimenticios y energéticos, la conservación del medio ambiente, el transporte y los medios de comunicación, las condiciones que mejoran la calidad de vida del ser humano. Es necesario que amplios sectores de la población, sin distinciones, accedan al desafío y la satisfacción de entender el universo en que vivimos (Nieda y Macedo, 1998).

La preocupación se centra en cómo podemos contribuir a desarrollar e incentivar en las personas la capacidad de aprender. La enseñanza de las ciencias favorece en niños y jóvenes el desarrollo de sus capacidades de observación, análisis, razonamiento, comunicación y abstracción; permite que piensen y elaboren su pensamiento de manera autónoma (Nieda y Macedo, 1998).

Una solución alternativa a dichos problemas sociales, y que debe ser considerado como una de las herramientas de divulgación cultural más importantes con las que se cuenta son los museos.

De acuerdo al Consejo Internacional de Museos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), los museos son espacios educativos importantes. Cada vez más se piensa en estas instituciones como recurso didáctico, como apoyo para la formación y la promoción cultural, y como espacio que se suma sinérgicamente a una amplia red en la que tienen lugar los aprendizajes, entendiendo por aprendizaje un proceso complejo y permanente, una experiencia acumulativa y de carácter individual. Particularmente en el campo de la educación de personas jóvenes y adultas, los museos adquieren cada vez más relevancia como uno de los escenarios que favorecen la formación a lo largo de toda la vida, y como espacio que permite el “aprendizaje de libre elección” (Galagovsky y Aduriz, 2001). El primer uso que se hace de ellos a partir del siglo XVII es como instrumento pedagógico donde los alumnos podían ver de forma tangible lo estudiado en el aula (Manifiesto día del museo, 2008).

A partir de los años sesenta una nueva tendencia ha orientado cada vez más un gran número de instituciones, con el objetivo de comunicar la ciencia, "centros de percepción" en los cuales se despertaría la curiosidad dotados de atractivo estético y pedagógico, también conocidos como centros de ciencia (museos de ciencia) (Pérez *et al.*, 1998)

Aunque no sólo es labor por sí misma del museo, también está pendiente motivar a distintos actores educativos y grupos del campo para dimensionar la experiencia de la visita a museos o la creación de exposiciones y proyectos museísticos, a fin de que se animen a reflexionar sobre las posibilidades y formas más pertinentes y útiles de integrarlos en los

procesos educativos que impulsan y experimentar formas creativas de hacerlo. Desde diversos actores el museo puede ser replanteado, repensado y reinventado en sus funciones, estructura, actividades, exposiciones y discursos para ser un instrumento educativo, de desarrollo; un objeto y un recurso cultural de gran alcance (Maceira, 2008).

MUSEOS CIENTÍFICOS: HERRAMIENTAS DE MOTIVACIÓN, DE DIVULGACIÓN Y ENSEÑANZA CIENTÍFICA

Los museos de ciencias del país se agrupan en la Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología (AMMCCYT), creada en 1996. Su misión es contribuir a la efectividad de los museos y centros de ciencia y tecnología del país para promover la cultura científica y tecnológica de la población, actualmente agrupa a 26 museos (Tagüeña *et al.*, 2006).

Según la definición propuesta por Wagensberg (2000):

“Un museo de ciencia es un espacio dedicado a crear en el visitante, estímulos a favor del conocimiento y del método científico (lo que se consigue con sus exposiciones) y a promover la opinión científica en el ciudadano (lo que se consigue con la credibilidad y prestigio que sus exposiciones dan al resto de las actividades que se realizan en el museo: conferencias, seminarios y congresos...”

Por otro lado, el papel de un museo científico en una sociedad democrática se sitúa como interfaz y mediador de cuatro sectores específicos relacionados con el sistema de ciencia y tecnología de un país: la sociedad misma entendida como el ciudadano que se beneficia y padece la ciencia, la comunidad científica donde se crea el conocimiento científico, el sector productivo y de servicios donde se usa la ciencia y la administración donde se gestiona la ciencia. En esta red de relaciones, uno de los aspectos más discutidos del papel de los museos científicos se encuentra relacionado con cambiar la relación del público general con la ciencia, caracterizada por una falta de interés y hostilidad en relación con la ciencia y por un bajo nivel de comprensión de la ciencia y sus métodos (Sabbatini, 2005).

En síntesis, todo espacio es museográfico, sabiéndolo utilizar y sabiendo jugar con sus elementos constitutivos. La misión de los procesos educativos dentro y fuera de los espacios museográficos puede resumirse en la posibilidad de que el visitante aprenda a reconocer esta forma de ver cualquier espacio, y en esa medida, a convertir cualquier experiencia cotidiana en una oportunidad para poner en juego su capacidad de sorpresa y sus estrategias de recreación (Zavala, 2006).

La experiencia de asistir a un museo científico o un centro de ciencia, está dentro del ámbito informal, lo cual no descarta que los visitantes logren adquirir experiencias que los lleven a construir aprendizaje, que no necesariamente tiene que ser secuencial, además que se tiene la oportunidad que esta construcción sea independiente o colectiva. Linda Ramey-Gassert (1997), menciona *“los museos de ciencia tienen un potencial para favorecer el aprendizaje que no puede reproducirse en la escuela: experiencias usando elementos reales, temas relacionados con la vida cotidiana, diversión, interactividad, posibilidad de libre elección, interacción social, etc.”* (véase Guisasola y Morentin (2007)). Sin embargo, esta misma autora cita a Feher y Rice (1988), para recordar *“aunque la inmersión en estos ambientes ricos en estímulos es muy necesaria para que el aprendizaje tenga lugar, no es condición suficiente”*.

De esta forma es como se establece el primer acuerdo que sugiere y propone en distintas investigaciones sobre los museos científicos, como se señala en el trabajo de Hofstein y Rosenfeld (2006), que es la necesidad de integrar los contenidos del currículum escolar en la visita al centro, para que la complementariedad de ambos contextos logre un aprendizaje eficaz y duradero (Maceira, 2010). De modo que los museos al ser utilizados como herramientas de enseñanza, se consideran una herramienta de la educación formal.

Muchos profesores buscan en la didáctica el instrumento que les permita la solución a los problemas que enfrentan en su práctica docente cotidiana: lo hacen cediendo a presiones diversas que se traducen en un estado de conflicto (Pansza *et al.*, 2007).

Desde el constructivismo social se interpreta el aprendizaje como un proceso que ocurre mediante la discusión con los otros dentro de contextos específicos y, por otra parte, cuando los estudiantes aprenden ciencia deben adoptar una forma de pensar que incluye ser socializados, en mayor o menor grado, en las prácticas de la comunidad científica. Por ello, la interacción social que se produce en el museo puede acrecentar los procesos cognitivos del alumnado mejorando la comprensión de muchos fenómenos científicos (Maceira, 2010).

Existe consenso respecto a que el aprendizaje de conceptos y la comprensión de problemas complejos no se ven favorecidos de igual manera por las exposiciones de los museos. Aunque al parecer, algunos alumnos adquieren información factual y conceptual después de interactuar con un conjunto de módulos que contienen conceptos científicos interrelacionados, y otros refuerzan sus conocimientos e incluso reemplazan algunas de sus ideas de sentido común, en algunos casos también se generan otras concepciones alternativas (Maceira, 2010).

El ambiente es uno de los factores por los cuales estos centros han tenido tanto éxito, ya que permiten la interacción social de manera que facilitan el aprendizaje de manera colaborativa, por lo que “aprender juntos” es una frase que significativamente, nos permite saber de qué forma contribuye a que estos sitios sean recursos válidos de aprendizaje no formal (Dierking *et al.*, 2003).

Hay estudios que apoyan la idea de que las experiencias interactivas realizadas en un centro de ciencia refuerzan la autoestima y la motivación intrínseca de los estudiantes, a la vez que contribuyen muy positivamente al desarrollo de habilidades y destrezas (Griffin, 1998; Talisayon, 1998). Mientras que otros (Aguirre y Vázquez, 2004; Cuesta *et al.*, 2000) recomiendan que a partir de la experiencia en el museo científico, el docente puede aprovechar el entusiasmo y el interés que se haya generado y trasladarlo hasta el aula, de manera que se logren complementar ambos aspectos dentro del aprendizaje formal (Maceira, 2010).

De esta manera podemos visualizar a los museos de ciencia como una herramienta de la educación formal, pensando en ellos como una novedosa estrategia de enseñanza y aprendizaje, aunque esto también dependerá de las estrategias de enseñanza- aprendizaje que se proponen en los Programas Educativos, ajustadas a los objetivos que se persiguen en las diversas instituciones educativas existentes.

EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES Y LA VISITA A MUSEOS CIENTÍFICOS

En la EMS, los planes de estudio le permiten al profesor visualizar, entre otras cosas, que no es posible disociar la concepción teórica del Plan de Estudios de la forma como éste se aplica. Es decir, que cada Plan de Estudios contempla, en alguna medida, estrategias específicas de instrumentación didáctica: cursos, talleres, seminarios, laboratorios, etc., así como la forma de hacer operantes estas unidades didácticas (Pansza *et al.*, 2007).

Como se menciona en los programas de estudio del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM (CCH), 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 apliquen 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 (CCH, 2006).

Los modelos de enseñanza juegan un rol importante en la educación científica. Ellos pueden ser definidos como modelos especialmente desarrollados para ayudar a los estudiantes a comprender modelos consensuados y a sostener la evolución de modelos mentales en determinadas áreas. Dada esta función, los modelos de enseñanza tienen un especial nivel de complejidad. Esto es, deben preservar la estructura conceptual del modelo consensuado, demostrar el constante y dinámico inter-juego a través de la acción en ciencia y negociar con el conocimiento previo de los estudiantes para proveer modos en los que puedan construir su comprensión personal de la ciencia. En los modelos de enseñanza juegan un importante rol las analogías, especialmente para facilitar la comprensión de

conceptos científicos (Felipe *et al.*, 2005). Esto ha sido intensamente estudiado en años recientes (Harrison y Treagust, 1998).

Las relaciones sociedad-ciencia-tecnología, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la biología, son un buen modelo de cómo una disciplina científica puede llegar a modificar los diferentes ámbitos del quehacer social; lo que permite fomentar en el alumno una actitud reflexiva acerca de cómo su actividad personal y social repercute en el manejo y cuidado del ambiente, además de propiciar una actitud ética ante el avance del conocimiento científico y la tecnología, para que perciba tanto sus utilidades en la mejora de la calidad de vida como las consecuencias negativas de su desarrollo (CCH, 2006).

El 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 e 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 lleven a cambiar su concepción del mundo (CCH, 2006).

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 (CCH, 2006).

Por lo tanto, organizar y planificar actividades referidas a problemas que despierten el interés de los alumnos por lo que van a aprender acorde con su etapa de desarrollo, por ejemplo, valoración del trabajo científico, de sus avances y sus limitaciones, así como de sus relaciones con la sociedad y la tecnología; por lo que el profesor propondrá al grupo la **asistencia a conferencias y la visita a museos, jardines botánicos y zoológicos**; para reafirmar y ampliar los aprendizajes (CCH, 2006).

Estas pistas, entre otras, permiten pensar en los museos como espacios potentes para distintas formas de aprendizaje; para el encuentro con lo diverso, la construcción y recreación individual y colectiva de saberes, el diálogo, la imaginación de nuevos escenarios, la exploración de otros modelos o formas de relación y organización social; para entender el cambio cultural, estimular la curiosidad y la capacidad crítica; para el autorreconocimiento y la negociación de identidades; para experimentar formas de socialización; para el acceso y la práctica de diversos modos de comunicación y construcción del conocimiento, el goce de la experiencia estética y el encuentro con ese legado compartido, entre otros elementos que podríamos ubicar como componentes de un proceso formativo integral y complejo (Maceira, 2009).

Desde el punto de vista de los museos de ciencias, estos presentan el conocimiento científico, por lo que la vinculación de este recinto con la sociedad es particularmente difícil, dados los laberintos del saber científico y el escaso interés que, por lo común, tiene la ciencia para la población en general. Es por esto que los profesionales de estos museos establecen cuidadosas estrategias de divulgación, que favorecen la integración de conocimientos, la diversión y el acercamiento del visitante hacia los objetos del museo (Román, 2008).

La llamada interactividad en algunos de los visitantes, permite explorar un escenario distinto al que están acostumbrados, el cual incluye un chispazo emocional como resultado de sus interacciones con los objetos de la exhibición y el resto de los visitantes. Así, se brinda un ambiente más completo para el público para que la ciencia se integre con el aspecto social y humano del visitante (Román, 2008). Aunque, como menciona Sánchez Mora (2014), no siempre se obtienen resultados ideales en cuanto a la interactividad en los museos, ya que en muchas ocasiones, con los artefactos interactivos incorporados en los museos es necesaria la participación de mediadores para comunicar al visitante la finalidad del equipo.

Con todos los elementos novedosos que presentan los museos en la actualidad, y con el esfuerzo que se invierte en apoyar a los sistemas educativos, ahora se piensa en los museos científicos no solo como herramientas de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, sino que se

les reconoce como un escenario importante de la función divulgativa (Guisasola y Morentin, 2005; véase Sánchez, M., 2014). Aunque de la misma forma tienen una responsabilidad mayor, ya que muchos de los museos científicos no solo exhiben objetos, sino que diseñan sus propias exhibiciones, así que deben asegurarse que lo que están presentando cumpla la objetivo de divulgación científica que se ha propuesto. De modo que los museos científicos cumplen dos tareas importantes: como centros de divulgación científica que ofrecen respuestas sobre la ciencia y como apoyo de la formación de la cultura científica que propicia una actitud indagatoria en los visitantes (Sánchez, M., 2007; véase Sánchez M., 2014).

Por tanto, si aceptamos que el conocimiento científico y sus derivados tecnológicos son un producto eminentemente social, entonces es fácil reconocer la importancia que adquieren las tareas de difusión y divulgación de la ciencia. Por lo que la visita a museos científicos toma importancia desde el aspecto de la enseñanza y el aprendizaje. El problema es que tanto estas visitas a los museos es aprovechado por los alumnos, ya que si no hay una enseñanza previa de los elementos que se discuten en las exposiciones, seguramente no habrá manera de explotar esta herramienta como reforzamiento del aprendizaje en clase.

En muchos de los casos los museos no están dirigidos a todo público, esto hace una barrera de entendimiento entre los visitantes y la exposición. Para que se obtenga un aprendizaje significativo a partir de las visitas a estos museos se hace hincapié en la responsabilidad de los profesores para que actúen como coordinadores educativos, ya que esto les permite a los alumnos tener una mayor facilidad para el entendimiento y reforzamientos de los contenidos vistos en el museo. Por tanto, se recomienda que el profesor realice un guión de visita guiada, con la finalidad que la visita al museo esté preparada de tal forma que los contenidos vistos en el aula sean los que se aborden durante la visita, que haya una correcta transmisión del conocimiento científico de la exposición hacia el visitante, y así se construya un conocimiento concreto (Aguilar, 2002).

La educación media superior necesita en gran medida resaltar y valorar la importancia de los museos de ciencias, como herramientas de apoyo al sistema educativo, como centros de divulgación científica, además de fomentar la asistencia a éstos, ya que son herramientas

fundamentales en el aprendizaje de los estudiantes y en la enseñanza de los docentes. Ya que el Colegio de Ciencias y Humanidades propone como estrategias la visita a museos científicos como elementos de apoyo para la enseñanza de las ciencias, este proyecto se propuso resaltar y mostrar la importancia y uso de la visita a museos de ciencias (incluidos jardines botánicos, zoológicos, considerando estos últimos como museos vivos), como una herramienta primordial para la enseñanza de la Biología en el bachillerato.

En el caso específico de esta tesis, se pretende aplicar lo anterior a la enseñanza del tema “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias”, el cual forma parte de la Biología evolutiva, que es parte fundamental y eje disciplinario de la asignatura de Biología.

BIOLOGÍA EVOLUTIVA: FUERZAS EVOLUTIVAS Y SUS CONSECUENCIAS

Como ya se ha mencionado, en la unidad 1 del programa de estudios de la asignatura de Biología IV del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH, 2006), encontramos el tema “**Fuerzas evolutivas y sus consecuencias**”, el cual abarca el contenido disciplinario de selección natural, deriva génica, adaptación y extinción.

Esta unidad es precedida por el contenido de la asignatura de Biología I, II y III, los cuales contienen conocimientos generales de genética, lo que es necesario para que los alumnos puedan construir el aprendizaje de evolución y los procesos asociados a ella, los cuales son: **selección natural** como mecanismo principal de la evolución, **deriva génica** como fuerza evolutiva, además de considerar mencionar el papel de la migración, selección sexual y la mutación como fuerzas evolutivas, ésta última como materia prima de la evolución, y finalmente consecuencias de estos procesos: **adaptación** y **extinción**, que deben ser vistos como un factor que permite la biodiversidad. De modo que sigue estrictamente ligado al proceso evolutivo, y darle importancia en este sentido, ya que el siguiente tema de la unidad es especiación.

Para la enseñanza de “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias”, se tomaron como eje del contenido disciplinario las teorías evolutivas de Charles Darwin-Alfred Wallace y la Teoría sintética (la cual conjunta las ideas de la teoría de la evolución Darwin-Wallace y los conocimientos de genética mendeliana obtenidos posteriormente, que han permitido la correcta explicación de la original teoría de la evolución de Darwin- Wallace, dando lugar a la genética de poblaciones).

Para dar entrada a la unidad, se planteó una breve revisión teórico- histórica de los inicios del desarrollo del pensamiento evolutivo, el cual se construyó a partir del libro Filosofía zoológica (Lamarck, 1809), El origen de las especies (Darwin, 1859) y del artículo Darwin’s originality (Bowler, 2009). Dando lugar a un contexto de hechos, ideas y cambios de pensamiento que dieron inicio a la investigación en el campo de la biología evolutiva.

Ya entrando al terreno de Biología evolutiva, primero se debe saber que la evolución es el

“proceso continuo de transformación de las especies a través de cambio en las poblaciones sucesivas a partir de las formas de vida ya existentes, todo cambio en las proporciones de diferentes genotipos de una población” (Audersirk et al., 2003). Para que existan esas transformaciones, se necesitan fuerzas que actúen sobre las especies, lo que se conoce como fuerzas evolutivas. Entendemos por fuerzas evolutivas *“aquellos procesos que favorecen los cambios en las poblaciones a lo largo del tiempo, dando lugar a la evolución”* (Audersirk et al., 2008). Dentro de las fuerzas evolutivas se contemplan la selección natural y la deriva génica (aunque no son las únicas). La selección natural puede explicarse como *“El proceso que se da en una población de entidades biológicas cuando se cumplen las tres condiciones siguientes: variación fenotípica, eficacia biológica diferencial, herencia de la variación”* (Audersirk et al., 2008). O bien, como Charles Darwin lo explica en su libro el origen de las especies *“A esta conservación de las variaciones y diferencias individuales favorables y la destrucción de las que son perjudiciales, la he llamado selección natural o supervivencia de los más aptos”* (Darwin, 1859). Lo que tienen en común ambas, y como lo menciona Alfred Wallace es *“la lucha por la existencia”* (Wallace, 1858). Entonces, la selección natural actúa sobre las variaciones individuales que existen en los individuos de las poblaciones, y estas variaciones pueden ser favorables o perjudiciales dependiendo del ambiente. Estas variaciones pueden ser morfológicas, fisiológicas y conductuales, son favorables para sus portadores cuando les permiten sobrevivir y reproducirse, con respecto a otros individuos de la población que no las portan, si logran heredarlas, entonces la población tendrá cada vez más una mayor proporción de individuos con esos atributos que les confirieron ventajas, es lo que conocemos como adaptación (Alvarez, 2015). De modo que la consecuencia de la selección natural es la adaptación.

La otra fuerza evolutiva es la deriva génica, la cual es *“la pérdida al azar de algunos alelos (alelo: las diferentes formas variantes de un gen (Serrano y Govea, s.f)), originando una reducción de la variabilidad genética potencial”* (Audersirk et al., 2008; Cabrera y Camacho, 2002), es decir hay un cambio en las frecuencias alélicas de la población, lo que puede causar transformaciones en las poblaciones por medio del conocido efecto fundador *“en el que una población asilada fundada por un número reducido de individuos desarrolla frecuencias alélicas muy diferentes a las de la población progenitora, como*

resultado de la inclusión fortuita de cantidades desproporcionadas de ciertos alelos en los fundadores” (Audersirk et al., 2008), con esto podría suceder un evento de especiación, es decir, que a través del tiempo dos poblaciones pertenecientes a la misma especie que se encuentran aisladas reproductivamente, desarrollen diferencias genéticas, lo cual puede provocar que se diferencien y se formen dos especies distintas (Puchet y Bolaños, 2013). Este proceso se conoce como especiación y ha dado lugar a la gran diversidad de seres vivos; aunque por otra parte este mismo efecto fundador es el escenario de la endogamia, donde los individuos de la misma población, cercanos genéticamente, se reproducen, hasta agotar la variabilidad genética y de esa manera son más propensos a extinguirse (Jimenez et al., 1994). Entonces, entendemos que una de las consecuencias de la deriva génica es la extinción, que es “la desaparición de una especie o de un grupo taxonómico superior tal como una familia, un orden, etc. Con ello queda truncada una línea filogenética, es decir, un proceso evolutivo” (Baena y Halffter, 2008).

Lo anterior permite a los alumnos entender el proceso evolutivo, no solo como un proceso que genera biodiversidad o extinción, es decir modifica esa biodiversidad, que además tiene impacto en sus vidas, ya que el ser humano es parte del ambiente que está expuesto a esas mismas fuerzas evolutivas. De ahí la importancia de enseñar biología evolutiva, y de buscar herramientas que puedan facilitar este aprendizaje, por tal motivo se eligió el Museo de Geología, ya que permite visualizar y vincular este conocimiento en el pasado y en la actualidad.

MUSEO DE GEOLOGÍA Y EL PROCESO EVOLUTIVO

Entre los museos listados por la AMMCCYT (Asociación Mexicana de Museos y Centros de Ciencia y Tecnología), que fomenten la enseñanza de la biología encontramos algunos como: Museo del desierto, Museo Tecnológico de la CFE, Universum, Museo de Historia Natural, Museo del Instituto de Geología. Como ya se ha mencionado, en el programa de estudios del CCH se promueve la visita a estos centros de ciencia, siempre y cuando estén vinculados con el contenido impartido durante las clases.

En el programa de estudios de la asignatura de Biología IV, el contenido de la primera y segunda unidad está relacionado con el proceso evolutivo. La primera unidad lleva por título “**¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo?**”, que se divide en dos temas, tema 1 “**Fuerzas evolutivas y sus consecuencias**” y el tema 2 “Mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad”. En esta tesis, los objetivos de enseñanza-aprendizaje se concentran en el tema 1 “**Fuerzas evolutivas y sus consecuencias**” (selección natural, deriva génica, adaptación y extinción).

Existe un amplio número de investigaciones educativas que han evidenciado la constante dificultad para abordar, explicar y entender el proceso evolutivo en el aula, incluida la selección natural, la adaptación y la extinción (McInerney, 2009), esto en distintos países, en distintos grados escolares, por lo que surge la necesidad de plantear concretamente qué información es pertinente y necesaria para ser presentada a los estudiantes (Ruíz *et al.*, 2012). Dichos estudios mencionan la problemática de este tema, por ejemplo, Díaz de la Fuente (2013), menciona que el empirismo, la visión teleológica, el pensamiento antropocéntrico, los preconceptos erróneos, las influencias culturales como consecuencia del mal uso del lenguaje científico, entre otros han sido aspectos suficientes para generar e incrementar la complejidad de la enseñanza de la evolución, además de una carga ideológica como el hecho de “*considerar a la evolución como una teoría y no un hecho*”.

También es importante aclarar que la problemática no solo se genera desde la perspectiva del alumnado, sino de las mismas fuentes de información de las cuales disponemos, Ruíz *et*

al., (2012), puntualizan 4 aspectos referentes a lo anterior: la real complejidad intrínseca de este conocimiento, la falta de homogeneidad en la información documentada sobre el tema (Jeffery, 1994), la falta de estrategias de enseñanza y aprendizaje en el conocimiento científico, por ende la casi nula visión histórico filosófica que no permite la contextualización para los docentes (Cook, 2009).

Se hace evidente el incierto aprendizaje que los alumnos construyen en el aula respecto a los temas en torno a la evolución, por tal motivo la búsqueda de herramientas que contribuyan al beneficio del binomio enseñanza-aprendizaje de este tema es fundamental para la educación.

El museo de Geología de la UNAM, proporciona herramientas didácticas y teóricas que pueden funcionar para el reforzamiento e integración del contenido de dicha unidad, ya que la principal finalidad de la colección paleontológica del Museo de Geología del Instituto de Geología es la de apoyar y promover la Paleontología en México, sus objetivos son:

- a) Incorporar, preparar, catalogar y ordenar mediante un sistema operante la totalidad del material fósil y mantener en funcionamiento expedito la colección paleontológica del Museo.
- b) Alojar el material fósil recolectado proveniente de los trabajos de investigación, así como de colectas, donaciones y otras fuentes.
- c) Controlar el préstamo e intercambio del material paleontológico con otras instituciones nacionales y extranjeras.
- d) Proporcionar periódicamente material para su exhibición al Museo de Geología (Perrilliat *et al.*, 1986).

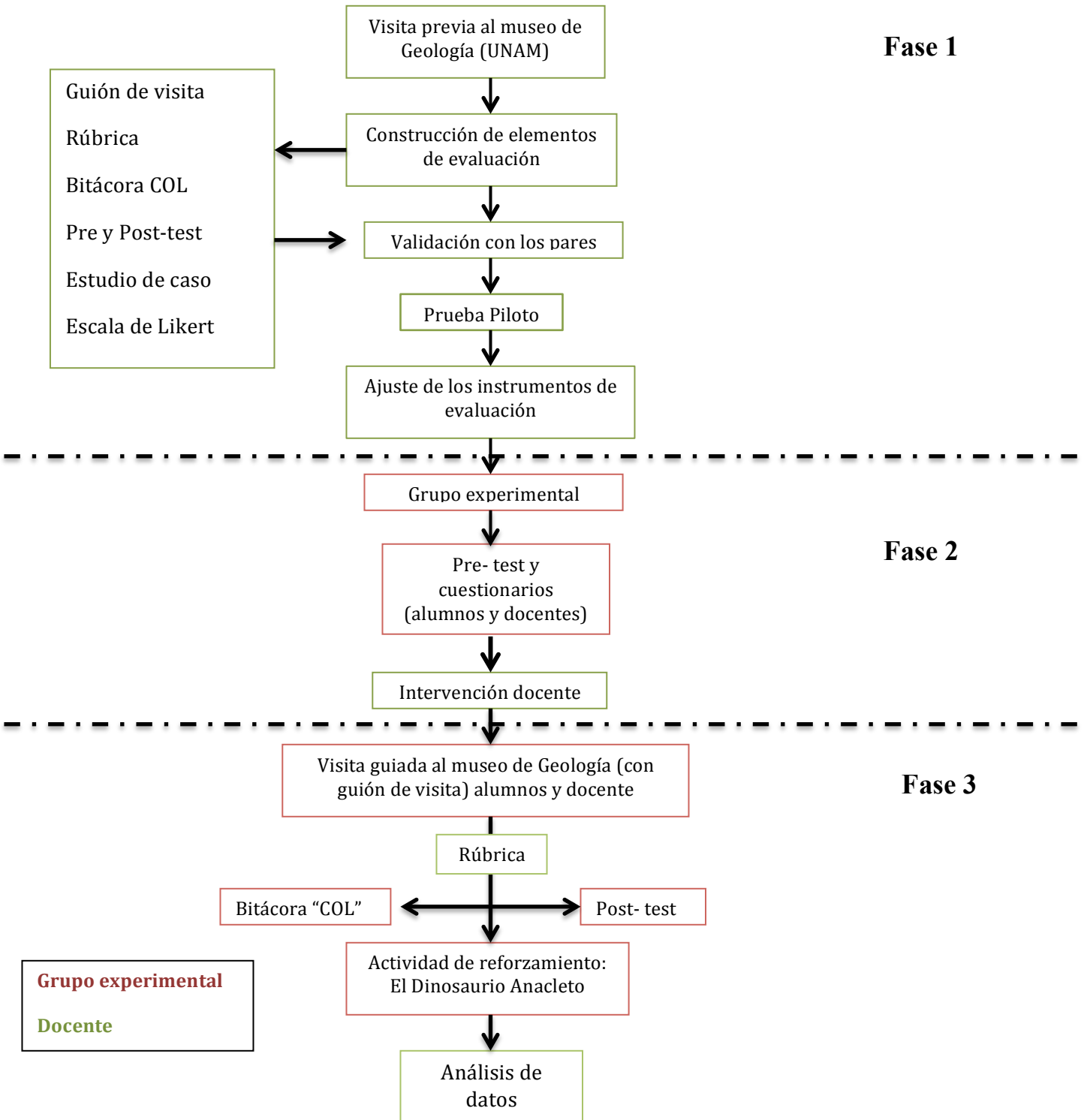
De modo que la visita a este museo puede proporcionar una perspectiva distinta a los jóvenes, de manera que el contenido revisado en clase sobre el proceso y mecanismos evolutivos se aprenda de manera integral, a partir del contacto con el material que se exhibe.

Por lo anterior, y partiendo de las investigaciones mencionadas a lo largo de este escrito, es necesario considerar la importancia de las visitas a museos científicos para el reforzamiento e integración de los contenidos teóricos en el asignatura de Biología, además incorporar un guión de visita guiada, el cual permitirá a los estudiantes tener un mayor aprovechamiento de la visita desde el punto social y académico.

Finalmente, si reflexionamos acerca de la importancia de la divulgación científica, su impacto social y cultural, así como, su relevancia en el proceso de aprendizaje y enseñanza, no echaremos en saco roto esta propuesta, la cual se centra en implementar la visita a los museos científicos, en este caso, la visita al Museo de Geología (UNAM) como una herramienta para la enseñanza de la biología, específicamente del contenido del Tema 1: **“Fuerzas evolutivas y sus consecuencias” (selección natural, deriva génica, adaptación y extinción)**, de la primera unidad de la asignatura Biología IV, que busca profundizar y hacer digerible los aspectos más importantes y fundamentales de los procesos y mecanismos evolutivos; se pretende que la visita este acompañada de la realización de un guión de visita guiada por parte de los docentes, los cuales son fundamentales en este proceso, de manera que el compromiso alumno- docente sea equitativo, lo cual será una herramienta de aprendizaje y motivación para dichos actores, ya que para el nivel de educación media superior los aspectos sociales y académicos son un parte aguas, porque los jóvenes son los futuros profesionistas de nuestra sociedad.

CAPÍTULO IV

ESTRATEGÍA EXPERIMENTAL



MÉTODO

PARTICIPANTES

Para la aplicación de esta estrategia se trabajó con un grupo de estudiantes de bachillerato de sexto semestre de la asignatura de Biología IV del Colegio de Ciencias y Humanidades. El grupo fue asignado aleatoriamente perteneciente al plantel Azcapotzalco. Las condiciones del grupo permitieron establecer rangos de edad similares (entre 17- 18 años), ambos géneros (masculino, femenino), y asistencia regular, siendo un total de 22 alumnos.

El grupo con el cual se trabajó se consideró como grupo experimental, al cual se le aplicó la estrategia señalada.

INSTRUMENTOS Y RECURSOS

Se desarrollaron algunos instrumentos de evaluación que a continuación se describen:

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN: USO DE LA VISITA A LOS MUSEOS CIENTÍFICOS

Este cuestionario se aplicó a 15 profesores elegidos de forma aleatoria, todos docentes de la asignatura de Biología IV del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Azcapotzalco. El cuestionario abarca 3 preguntas con la finalidad de conocer si utilizan como actividad la visita a museos científicos, con qué frecuencia y de qué manera, cuál es el objetivo de realizar dicha actividad, y si consideran pertinente la actividad (Anexo 1).

Para el caso de los alumnos se aplicó un cuestionario en relación a su conocimiento y experiencia sobre la visita a museos (Anexo 2). Se realizó una evaluación por la escala de Likert, donde se cuestionó su interés y asistencia a los museos científicos.

En el caso de los cuestionarios aplicados a profesores sobre la visita a museos como una estrategia en su práctica docente, a partir de sus respuestas se graficaron resultados para

evidenciar el uso de la estrategia, así como su finalidad. En cuanto a los cuestionarios de opinión aplicados a los alumnos, se analizaron los resultados y se construyó una tabla con los porcentajes de opinión obtenidos mediante la escala de Likert.

PRE- TEST, POST- TEST (CUESTIONARIO PARA EVALUAR CONOCIMIENTOS):

El cuestionario de conocimientos generales se construyó con 14 reactivos de opción múltiple, y un reactivo de respuesta abierta, elaborados con base en los objetivos de contenido disciplinario en relación al tema “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias”. El cuestionario se aplicó antes (pre-test) y después (post-test) de revisar el contenido teórico, en ambos casos el cuestionario fue el mismo. Dicho cuestionario está elaborado a partir de los contenidos generales incluidos en el programa de estudios de la asignatura de Biología IV de la primera unidad: “**¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo?**”, específicamente el tema 1: “**Fuerzas evolutivas y sus consecuencias**”, este tema contiene los subtemas: **selección natural, adaptación, extinción y deriva génica** (figura 1).

La estrategia se aplicó con una intervención docente de 4 sesiones teóricas de 2 horas cada una, 1 sesión práctica (actividad de reforzamiento) y 1 sesión extracurricular (visita al museo de Geología, UNAM) (Anexo 8).

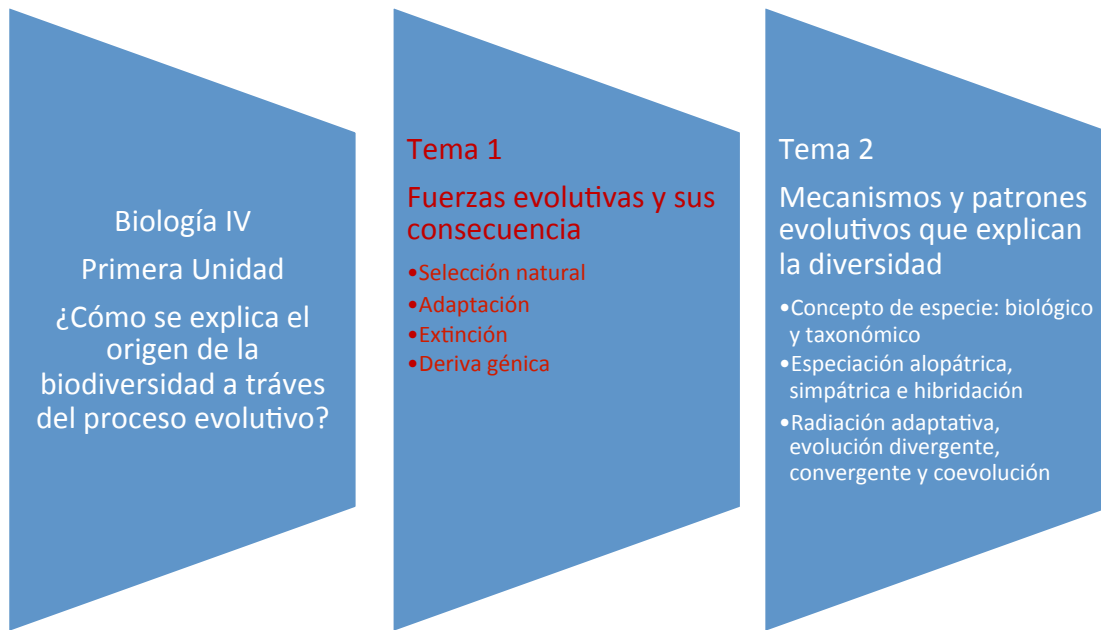


Figura 1. Contenidos temáticos de la primera unidad del programa de estudios de la asignatura Biología IV. En color rojo se resalta el tema elegido para la aplicación de la estrategia de enseñanza: “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias”.

Pre- test: se aplicó antes de la intervención docente con el interés de obtener información sobre los conceptos previos de los estudiantes y el conocimiento del contenido teórico (Anexo 3).

Post- test: después de revisar el contenido teórico y de visitar el museo de Geología, se realizó la segunda aplicación del cuestionario de conocimiento; con la finalidad de recabar información sobre el manejo del contenido teórico a partir del reforzamiento a partir de la experiencia de su visita al museo.

Referente al procesamiento y análisis de los datos, en este estudio se identificaron dos aspectos: la importancia de la visita al museo como una herramienta didáctica y su eficiencia. Por lo que en la evaluación de la estrategia didáctica, se compararon los resultados obtenidos mediante los test, y así verificar si existieron diferencias significativas antes y posteriores a la intervención docente (contenido temático, visita al museo, actividad de reforzamiento). Como prueba estadística se hizo la t de student para la comparación de muestras dependientes.

La hipótesis que se planteó fue la siguiente:

Hipótesis nula (Ho): No hay diferencias en el nivel de desempeño entre la población de estudio antes y después de la visita al museo.

Hipótesis alternativa (Ha): Existen diferencias en el nivel de desempeño entre la población de estudio antes y después de la visita al museo.

Con un nivel de significancia $p < 0.05$

VALIDACIÓN DE ELEMENTOS DE EVALUACIÓN: PRUEBA PILOTO

Se realizó una prueba piloto con la finalidad de ajustar los detalles de la visita al museo. El ajuste permitió observar algunas deficiencias en los instrumentos de evaluación, y del mismo recorrido en el museo. Durante la prueba piloto se trabajó con un grupo de 10 alumnos de bachillerato de la escuela Anáhuac, la cual utiliza el mapa curricular del CCH, de modo que los contenidos planteados en el programa de Biología son los mismos. La estrategia que se siguió fue la misma propuesta para el grupo experimental, pero con los instrumentos de evaluación iniciales. A partir de este momento fue posible identificar y hacer las modificaciones oportunas para que el recorrido en el museo fuera pertinente con respecto a lo propuesto en los objetivos del contenido disciplinario, y que los instrumentos de evaluación fueran aun más concretos y eficientes, principalmente en la redacción de los reactivos.

Por tanto, los instrumentos utilizados durante la validación surgen de las observaciones que se obtuvieron de la prueba piloto.

ESCENARIO Y APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA

La intervención docente del tema 1 “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias” se inició el 27 de enero del 2015, y concluyó el 10 de febrero del mismo año, incluidas las 4 sesiones

teóricas, 1 sesión práctica (actividad de reforzamiento) y 1 sesión extracurricular (visita al museo de Geología).

En relación a la aplicación de la estrategia de enseñanza, el grupo fue enviado al museo científico seleccionado (Museo de Geología, UNAM), acompañado por el docente titular del grupo y se utilizó un recurso para la visita: el guión de visita guiada (elaborado por el mismo docente).

En cuanto al museo científico, se eligió el museo de Geología, UNAM. Este museo cuenta con 4 exhibiciones: fósiles, minerales, rocas y meteoritos; por lo que se realizó un guión de visita, con la finalidad de seleccionar las obras y temas de nuestro interés. Este museo nos permitió abordar de manera visual la historia y diversificación de especies a través del proceso evolutivo, como se menciona en su página oficial *“paso a paso se observan restos fósiles comenzando con los primeros organismos que poblaron la Tierra a través del tiempo hasta llegar a los organismos más recientes, como son los elefantes y caballos”*.

GUIÓN DE VISITA GUIADA

Dicho guión se elaboró a partir de las sugerencias de Aguilar Ugarde (2002), donde explica:

“El propósito de hacer un guión museográfico es seleccionar información teórica-conceptual, considerada como la base y sustento de la exposición; este tipo de información le da la posibilidad de conformar una secuencia lógica y coherente de la información, para conducir a sus visitantes a lo largo de sus áreas temáticas y destacar las piezas o aspectos que apoyan más claramente el discurso que se quiere transmitir”.

El desarrollo del guión contempló:

- Exploración de los conocimientos previos de los visitantes
- Planteamiento de los contenidos vistos y por ver en el museo

-Realización de una actividad con la finalidad de promover la actividad mental (actividad de reforzamiento: “El Dinosaurio Anacleto”)

En este caso el docente fungió como “coordinador educativo”, y promovió la responsabilidad de: proponer, argumentar, exponer ideas, realizar explicaciones de los aspectos clave, y categorizar las ideas o conceptos destacados por los visitantes, además de reforzar las intervenciones de cada miembro, hacer revisiones y demostraciones de los aspectos planteados por el grupo.

De modo que se realizó una visita previa al museo de Geología, UNAM; con la finalidad de reconocer los aspectos ya mencionados y poder realizar el guión (Anexo 4).

RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA VISITA AL MUSEO DE GEOLOGÍA

Se elaboró una rúbrica donde se establecieron los criterios para evaluar la pertinencia de la visita al Museo de Geología, UNAM. Ésta contiene 4 criterios de evaluación, en los cuales se evaluó el nivel de manejo de la información de los alumnos, así como su participación y disposición durante el recorrido (Anexo 5). Dicho instrumento se aplicó a cada alumno, con la finalidad de tener una evaluación sumatoria.

Finalmente para evaluar la pertinencia de la visita al museo de Geología como una estrategia de enseñanza para la Biología, se utilizó la rúbrica de evaluación de los alumnos durante el recorrido por el museo, los resultados se graficaron de manera que se mostraron las actitudes observadas durante la estrategia.

BITÁCORA “COL (COMPRENSIÓN ORDENADA DEL LENGUAJE)”

Para permitir la comprensión por parte del profesor del proceso de metacognición de cada alumno durante la visita, se uso de la bitácora COL, la cual proporcionó escritos reflexivos, analíticos y críticos sobre su experiencia. Además de contener las preguntas: ¿Qué paso? (actividades) ¿Qué sentí? (emociones) y ¿Qué aprendí? (contenidos). En la segunda sección

los alumnos respondieron un cuestionario tipo escala de Likert, sobre su opinión respecto a su experiencia en el museo, si le pareció adecuada o no (Anexo 6).

A partir de la bitácora COL, se evaluó la motivación e interés de los estudiantes en cuanto a su experiencia en el Museo de Geología. Se realizó el análisis del discurso de la bitácora COL y a partir de dicha información se construyó un mapa de texto. En el caso del análisis de discurso, se plantearon 3 rubros, debido a la amplitud de las respuestas obtenidas, de modo que las categorías para la unidad de análisis son distintas. En el caso de la primer pregunta ¿Qué pasó?, la categoría hace referencia a las “actividades enunciadas” (recorrido, taller, ambas o ninguna); en la pregunta ¿Qué sentí? la categoría contempló “dirección del comentario”, es decir, si el comentario era positivo o negativo; finalmente en la pregunta ¿Qué aprendí? la categoría fue “de qué manera enuncian su aprendizaje”, en otras palabras qué conceptos mencionan, si les parece que reforzaron su conocimiento o lo complementaron, o si lo vinculan con su vida cotidiana. De todo lo anterior registró la frecuencia de aparición/mención, y finalmente se hizo el análisis de los resultados obtenidos para generalizar los resultados y presentarlos por medio del mapa de texto, y en el caso de la pregunta “¿Qué sentí” las respuestas se graficaron en comentarios positivos y negativos.

ACTIVIDAD DE REFORZAMIENTO: EL DINOSAURIO ANACLETO

A manera de integración, y para identificar la función integradora de conocimientos que proporcionó la visita al Museo de Geología, se realizó una actividad de reforzamiento, relacionada con el contenido temático “**Fuerzas evolutivas y sus consecuencias**”, de la primera unidad del programa de estudios de Biología IV. De manera que se logró explorar otras habilidades de los estudiantes como redacción, síntesis, relaciones de contenido disciplinario, trabajo en equipo (Gardner, 1983).

A partir de la estrategia didáctica conocida como estudio de casos se tomaron algunas características para plantear la actividad de reforzamiento. El estudio de casos se caracteriza por intentar que los alumnos sean aprendices activos, enfrentándoles a

situaciones fundadas en problemas del mundo real y responsabilizándoles de su propio aprendizaje. Desde esta perspectiva, le permiten al alumno, retomar conocimientos previos, hacer conciencia de ellos, y así crear su propio conocimiento. Dan auge a la importancia del conocimiento y su vinculación con la vida real (Coll *et al.*, 2008). Por lo anterior es que se tomaron algunos lineamientos del tipo Casos-evaluación, estos casos permiten adquirir práctica en materia de análisis o de evaluación de situaciones, sin tener que tomar decisiones y emitir recomendaciones para la acción (Andreu *et al.*, 2004).

Por lo anterior, la actividad que se propuso es muy similar a un estudio de casos pero en el sentido estricto no podemos considerarlo un estudio de casos, ya que no cumple con los requerimientos necesarios. La actividad se basó en el análisis de una situación muy específica, el caso que se presentó fue un videoclip titulado “El Dinosaurio Anacleto” (<https://www.youtube.com/watch?v=MOm057Yx4Kw>). Esta actividad pretendía el análisis del contenido del videoclip a partir del aprendizaje del Tema 1 “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias”, de modo que ellos explicaron si es posible que la historia del Dinosaurio Anacleto pudo ser real. Para dirigir el análisis se integraron preguntas guías, para que los alumnos lograrán concretar su análisis (Anexo 7).

En cuanto a la actividad de reforzamiento, se analizó el discurso escrito por los alumnos, identificando la comprensión del contenido disciplinario a partir del uso de conceptos, explicación de los mismos, relación entre conceptos y procesos, así como la lógica y claridad de la redacción, lo anterior se concentro en una lista de cotejo, tomando en cuenta la presencia y ausencia de la relación de contenido disciplinario en los escritos, es decir, el correcto uso de conceptos, y las relaciones entre esos conceptos y los procesos que se involucran, a partir de la frecuencia de presencia y ausencia se graficaron los resultados.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CUESTIONARIO A DOCENTES

El objetivo de este trabajo se basa en demostrar que la visita a los museos científicos en asociación con un guión de visita, es una estrategia que promueve el aprendizaje, el reforzamiento y la integración del contenido disciplinario de los contenidos biológicos; además se plantea identificar si los estudiantes sienten un interés real por este tipo de actividades, y si son pertinentes, considerando que los alumnos logren construir conocimiento y crear vínculos con el mismo, no solo en relación a otros contenidos disciplinarios, sino con su vida diaria.

De manera inicial, el cuestionario aplicado a los profesores en cuanto al uso de los museos científicos, arrojó información interesante. En la pregunta **1¿Utilizas la visita a museos como una actividad extracurricular? Si es así, ¿Con qué frecuencia?** Se observa que la mayoría de los profesores (80%) a los que se les realizó la encuesta utiliza la visita a museos como una actividad extracurricular, es decir, utilizan el recurso como complemento de alguno de los contenidos que imparten, mientras que el 20% restante no hace uso de este recurso (Figura 1).

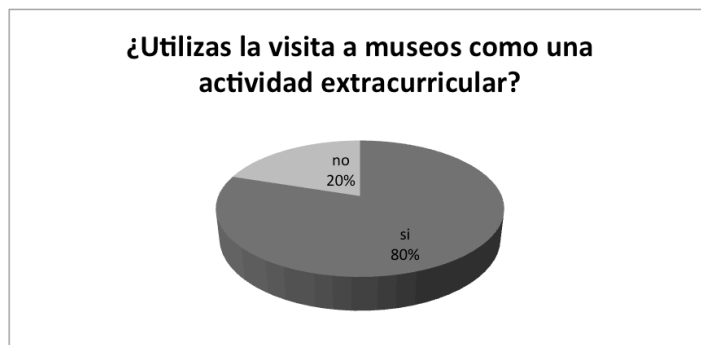


Figura 1. Cuestionario a docentes. Uso de las visitas a museos como actividad extracurricular.

En esa misma pregunta, se cuestiona la frecuencia con la cuál llevan a cabo las visitas, el 25% de los profesores utilizan 1 sola vez el recurso, y el 75% restante asisten 2 ó más veces (Figura 2).

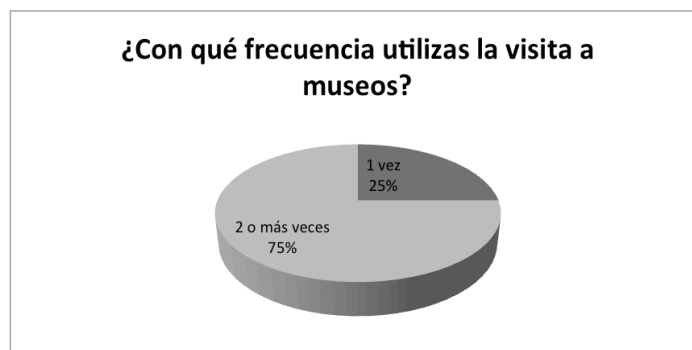


Figura 2. Cuestionario a docentes. Frecuencia de uso del recurso.

Sobre la misma línea, se les cuestiona **¿Tú los acompañas, utilizas alguna herramienta para organizar la actividad?** Es decir, de las veces que incorporan esta herramienta didáctica a su práctica docente, cuántas veces asisten con ellos y si es o no así, que otra herramienta (actividad) acompaña la visita realizada. De los docentes que utilizan el recurso durante su curso, solo el 30% de ellos asiste con los alumnos a la visita, mientras que el 70% no ve necesaria su participación durante la actividad (Figura 3).



Figura 3. Cuestionario a docentes. Participación del docente en la actividad.

Por otro lado, estos mismos docentes que utilizan el recurso, independientemente de su participación durante la actividad, reportan que el 50% de ellos no utiliza algún otro elemento de apoyo para dicha visita (cuestionario, guía, etc.). Mientras que el otro 50%

complementa la actividad con algún cuestionario, o les piden que realicen alguna tarea complementaria (resumen, ensayo, cuestionario) (Figura 4).

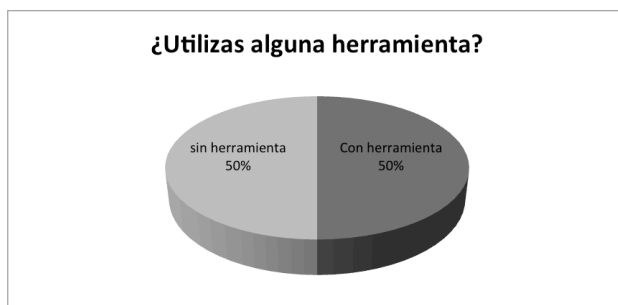


Figura 4. Cuestionario a docentes. Uso de herramientas complementarias para la visita al museo.

Finalmente, para concretar la relevancia y pertinencia de este tipo de recursos durante la asignatura de Biología IV, la última pregunta del cuestionario a los docentes fue **¿Consideras conveniente el uso de esta actividad?**, a lo que el 100% de los profesores respondieron “sí”, sin profundizar en su respuesta. De modo que todos los entrevistados consideran que el uso de la visita a museos como herramienta para la enseñanza de la Biología es conveniente (Figura 5).

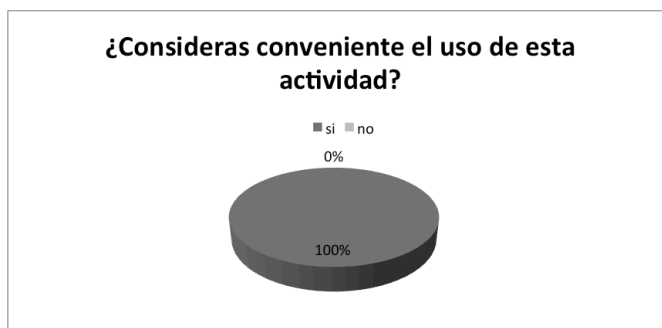


Figura 5. Cuestionario a docentes. Posición de los docentes en cuanto a la conveniencia de la visita a museos.

Los resultados obtenidos en cuanto al uso de los museos científicos por parte de los docentes, declaran la importancia de usar estos recursos, aunque ellos en su práctica docente no lo hagan, y en el caso de los que lo usan, simplemente no consideran ir en

compañía de los alumnos, o utilizar algún recurso que sustente la actividad. Dentro de los recursos que los docentes pueden anexar, se contemplan los cuestionarios, los guiones de visita, encuestas, alguna bitácora escolar, etc. Posiblemente, este comportamiento podría asociarse a lo que Alderoqui (1996) describe como la difícil tarea que representa para los docentes el planear actividades como la visita a museos científicos, ya que se enfrentan a eventos como: seguridad, horarios, permisos, etc.; no solo esto, su trabajo también se concentra en adecuar el contenido disciplinario del programa de la asignatura con los elementos del museo, por tanto, es preferentemente necesaria al vista anticipada del docente, y a su vez la realización de un guión, y al momento de la visita, que esté presente para asegurar el éxito de la actividad, cosa que requiere de mucho tiempo (Camareno-Izquierdo *et al.*, 2009). A pesar de saber la importancia de lo anterior, no se le presta el reconocimiento al docente por ese trabajo, tanto así, que la Institución educativa, tampoco contempla las limitaciones prácticas con las que el docente va a lidiar (Eshach, 2006). Dentro de las limitaciones prácticas que ocurren, Griffin y Simington (1997), resaltan la falta de seguridad cognitiva de los docentes en la visita, es decir, no tienen claras sus metas, de modo que al estar ahí no saben qué aportar o cómo guiar a sus alumnos, ni como interactuar con el resto de los elementos presentes. En un estudio que ellos mismos realizan, mencionan que el 50% de los docentes no lograron explicar el objetivo de la visita, lo cual es preocupante, ya que en las investigaciones de Kissiel (2003), vemos que los docentes contemplan la visita como algo valioso, pero no pueden explicar cómo o por qué razón lo son. Además de temer que a los alumnos les surjan dudas al momento de la visita, y que ellos no logren contestarlas. De modo que esto nos da una idea de las razones por las que los profesores podrían no estar utilizando el recurso, o cuando lo hacen no utilizan otras herramientas, o simplemente no acompañan a los estudiantes, pero aún así todos coinciden en que es importante el uso de estas estrategias.

CUESTIONARIO A ALUMNOS

Otro aspecto relevante en este trabajo es la opinión de los alumnos sobre la asistencia a los museos científicos, de modo que a partir de un cuestionario tipo escala Likert, se presentan las opiniones de 17 alumnos respecto a sus experiencias en cuanto a la visita a museos científicos.

De manera inicial, se cuestiona sobre la importancia que tiene la asistencia a museos científicos, y encontramos que 17 de ellos consideran que definitivamente es importante asistir a los museos científicos, y 5 alumnos consideran que probablemente sí es importante asistir (Figura 6).



Figura 6. Opinión de los alumnos. Importancia de la asistencia a museos científicos.

De modo que sí los alumnos consideran importante la asistencia a museos científicos, entonces es importante conocer si asisten con frecuencia a los museos. De los 22 alumnos, ninguno asiste siempre a los museos, 4 alumnos casi siempre asisten, 12 alumnos a veces asisten, 5 alumnos casi nunca asisten, y 1 alumno nunca asiste (Figura 7).

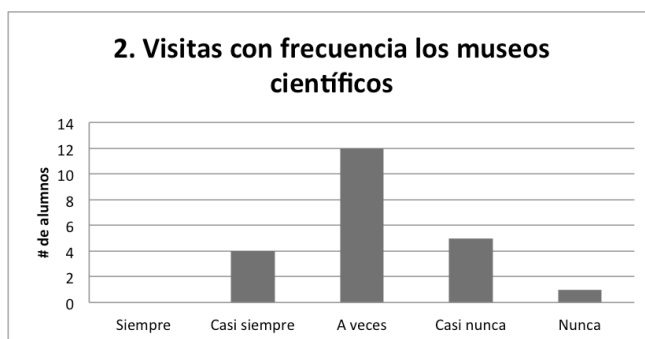


Figura 7. Opinión de los alumnos. Frecuencia con que los alumnos visitan los museos científicos.

De modo que, si la mayoría de los alumnos “a veces” asisten a los museos científicos, entonces la cuestión es ¿bajo qué circunstancias asisten a dichos museos?. Contemplando

que los alumnos asisten al museo cuando se les obliga a ir, ellos contestaron lo siguiente: 2 alumnos “siempre” asisten a los museos porque se les obliga a ir; 4 alumnos, de las visitas que han realizado “casi siempre” asisten porque se les pide; 9 alumnos “a veces” asisten porque se les pide, pero también lo hacen por su cuenta; igual que 5 alumnos que contestaron “casi nunca”, lo que hace referencia a su gusto por visitarlos y no por la obligación de hacerlo; mientras que 2 alumnos “nunca” asisten por obligación, es decir, siempre lo hacen por gusto (Figura 8).



Figura 8. Opinión de los alumnos. Asistencia a los museos científicos por obligación.

Aunado a esto, se indagó en la costumbre que tienen las familias de los alumnos por visitar museos, con la finalidad de hacer una relación entre la importancia y frecuencia con la que los alumnos realizan estas visitas (Figura 8) a partir de la costumbre familiar (Figura 9). Los resultados muestran que en la mayoría de las familias de los alumnos no es común la visita a museos. Ya que la respuesta “siempre visitan museos” no fue elegida, mientras que 4 alumnos declaran que sus familias asisten “casi siempre”, 10 alumnos mencionan que sus familias “a veces” realizan alguna visita, 6 alumnos respondieron que sus familias “casi nunca” asisten y 2 alumnos mencionan que definitivamente sus familiares “nunca” asisten (Figura 9).



Figura 9. Opinión de los alumnos. Frecuencia de asistencia de familiares de los alumnos a museos.

Como última pregunta, y con la finalidad de ahonda en el conocimiento de los museos científicos que los alumnos visitan, se les pidió que mencionaran aquellos a los que han asistido. En este caso, a partir de los que ellos consideran museos científicos, los más visitados son el museo de Antropología e Historia y Universum, lo secunda el Museo de Geología de la UNAM y el Museo de la Luz, en tercer lugar se encuentra el MUTEc y el Museo de Historia Natural, seguido está el Museo Interactivo de Economía (MIDE), y finalmente mencionan otros museos que en este trabajo no son considerados como científicos, por ejemplo, el Antiguo Colegio de San Ildefonso, Museo de Memoria y Tolerancia (Figura 10).

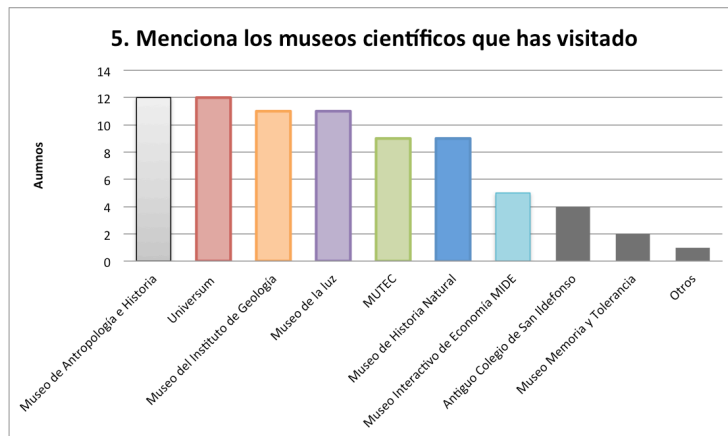


Figura 10. Opinión de los alumnos. Museos científicos visitados por los alumnos.

Ya conocemos la opinión de los docentes, pero otro elemento principal es la opinión de los alumnos respecto a la visita a museos científicos. En las encuestas que los alumnos respondieron, podemos observar que les agrada ir de visita a los museos, pero curiosamente no lo hacen por su propia voluntad, entonces, debe ser una actividad obligatoria, impuesta por el profesor para que asistan. Este punto es muy relevante, ya que si los alumnos preferentemente asisten cuando se les exige que vayan, quiere decir que las experiencias que tienen en relación a ellos son a partir de estas limitadas ocasiones, Sánchez Mora (2013), hace una reflexión donde nos dice “*el estudiante suele ver el museo con los ojos del profesor*”, es decir, si el docente está convencido de las ventajas de la visita, si tiene gusto por la actividad, si se siente motivado al realizarla, si está seguro de los objetivos y metas que va a alcanzar, el estudiante por su parte experimentará esto en forma de aprendizaje, por tanto, desarrollará un gusto por la visita, creará interés; lo que se convertirá a su vez, en una experiencia positiva que lo invite a regresar o visitar otros museos por cuenta propia y no por obligación. Pero, si el docente tienen una actitud negativa hacia la actividad, y entonces la transmite al alumno, la experiencia se convierte en algo aburrido y sin sentido, donde en absoluto se entiende el contenido o la museografía, dando como resultado el rechazo por actividades de este tipo (Kissiel, 2003). Entonces, si los docentes no van a las visitas que planean, o están presentes de manera activa, si no crean herramientas de apoyo, o simplemente si no tienen el interés, están creando un sentimiento negativo hacia estas actividades, no solo en los museos científicos, sino en los de arte, o cualquier otra actividad extra curricular, de ahí la relevancia de la planeación, diseño, uso y aplicación de las visitas a museos, ya que sin darnos cuenta posiblemente estemos formando barreras hacia el conocimiento y la cultura científica.

Otro factor que puede influenciar la frecuencia de las visitas a los museos científicos por los alumnos, es que sus familias no están acostumbradas a asistir, en las encuestas vemos que la mayor parte de las personas que viven con los alumnos no suele visitar museos. Reynoso Haynes (2013), dice que cuando este tipo de experiencias se comparten entre iguales, se aprende, no porque alguien tenga mayor conocimiento que otro, sino por la construcción de conocimiento de cada individuo, porque se comparten ideas, se ayudan, hay interacción entre ellos. De modo que se crea una conexión afectiva no solo entre los

participantes, sino con los recintos. Considerando esto, podemos imaginar el vínculo tan estrecho que se crea entre los participantes y los museos, cuando actividades como éstas se realizan en familia.

Dentro de los museos científicos que más visitan los estudiantes en la Ciudad de México, se encuentran: Museo de Antropología e Historia, Universum y el Museo de Geología. Aventuradamente, nos atrevemos a pensar que son los museos que más difusión tienen en el sector educativo, además que se puede pensar que son los más atractivos visualmente para los alumnos. La cuestión es, si estos museos seleccionados cumplen en realidad la función educativa, social y cultural que el docente pretende. Señalamos, que el hecho de tener en tercer lugar al Museo de Geología, UNAM, fue un resultado controvertido, ya que los alumnos lo conocían y se corría el riesgo de que sus experiencias previas fueran lo suficientemente negativas para trasladarlas a esta nueva visita, y que simplemente no tuvieran la disposición de participar, ya que como se ha mencionado los visitantes logran construir vínculos con los recintos y estos pueden ser positivos o negativos (Reynoso, 2013). Por otro lado fue un detalle clave, ya que los resultados que se obtuvieron en la bitácora COL (los cuales se presentan más adelante) alcanzaron un impacto aún mayor.

PRE-TEST Y POST-TEST

Los resultados del pre-test y post-test se presentan en la figura 11, la gráfica muestra los valores obtenidos por los 22 alumnos, antes y después de la estrategia, siendo como resultado máximo 14 puntos (referencia al número de aciertos, no existen medios puntos).

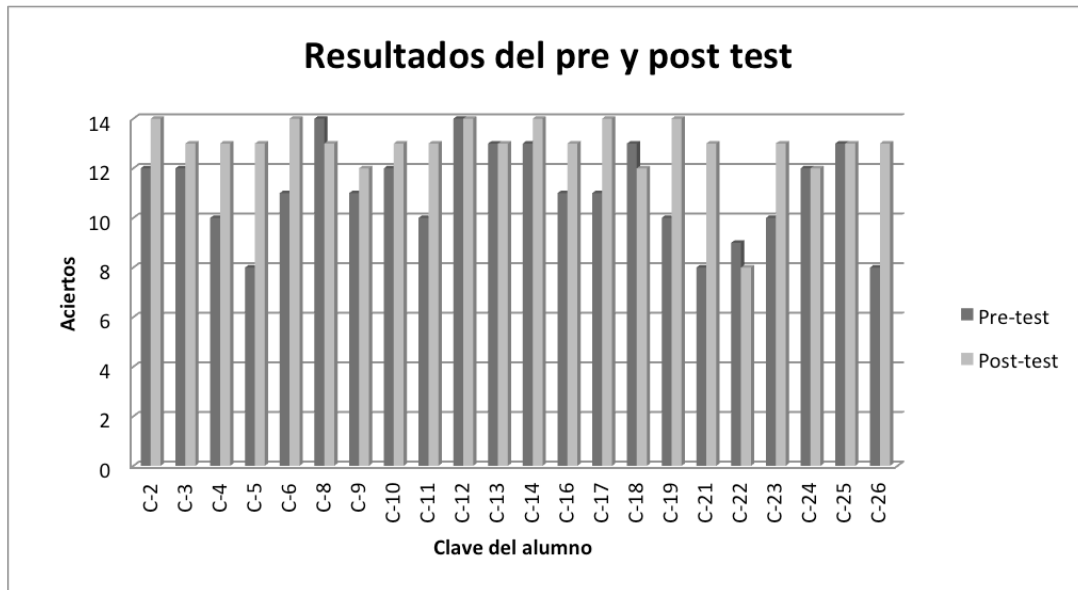


Figura 11. Resultados del pre y post test. Número de aciertos obtenidos por alumno en cada prueba.

Se aprecia una diferencia en los puntajes obtenidos, aunque de simple vista es imposible conocer si existe o no diferencia significativa entre los resultados del pre-test y el post-test. Observamos que en ambas pruebas se mantiene el mismo puntaje mínimo y máximo, pero en el post-test los alumnos, de manera general, tienen un puntaje superior con respecto a la evaluación inicial. Los resultados de los test, fueron sometidos a un análisis estadístico, mediante una comparación de muestras dependientes, la prueba t de student con un nivel de significancia de 0.05. Para dicho análisis, se utilizaron los parámetros que se presentan en la tabla 1, además se muestran los resultados antes y después de la intervención.

Variable	Media	Desviación estándar	Varianza	Mínimo	Mediana	Máximo
Pre-test	11.1363	1.8592	3.4567	8	11	14
Post-test	12.909	1.269	1.6103	8	13	14

Tabla 1. Comparación de los resultados para cada parámetro estadístico entre la evaluación diagnóstica y la final del total de la muestra.

Prueba t de student	
T=-4.2113	P=0003

Tabla 2. Prueba t para medias de dos muestras dependientes.

A partir de la prueba t de student se identificó una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a los resultados obtenidos entre el pre-test y el post-test. El resultado de dicha prueba tuvo un valor de $P=0.0003$ (tabla 2) con un nivel de significancia de 0.05, lo que se acepta la hipótesis alternativa, donde el nivel de desempeño de los alumnos antes y después de la visita al museo de Geología, es diferente. Al observar la tabla 1, apreciamos que los valores mínimos y máximos respecto al puntaje obtenido en ambas pruebas, 8 y 14 respectivamente, por lo que no se aprecia una diferencia, pero en cuanto a la desviación estándar y la media de los resultados se logra ver que la diferencia se presenta en el aumento de los aciertos de manera grupal, así como una homogenización en los puntajes obtenidos, ya que la desviación estándar indica la disminución en la dispersión de las evaluaciones pasando de 1.859 a 1.269, respectivamente; mientras que la media, permite ver el aumento del promedio grupal de 11.1363 en el pre-test a 12.909 en el post-test.

En la tabla 2 se muestra el resultado de los resultados de los alumnos antes y después de la aplicación de la estrategia, además de no ser el único indicador, ya que el test no solo se limitaba al contenido memorístico, sino declarativo, en el cual los alumnos evidentemente tienen un mayor nivel en el uso del contenido disciplinario, como se muestran en el anexo 9. En dicho anexo, se presentan algunos ejemplos en la diferencia de las respuestas de los alumnos en cuanto al pre-test y post-test. Es relevante mencionar que dicha diferencia significativa a su vez está influenciada por la diversificación de recursos y espacios didácticos de enseñanza y aprendizaje, así como la formación y vocación docente implementadas en la intervención docente de la estrategia utilizada en esta tesis (Alvarez, 2015).

Los resultados de los test muestran un mayor nivel de desempeño después de ser aplicada la estrategia, siendo una diferencia estadísticamente significativa, permitiendo suponer que ese mayor nivel de desempeño no fue debido al azar, sino a la estrategia aplicada. Así que los resultados del post-test nos hace evidente la eficiencia de la visita al museo de Geología, la pertinencia de los recursos utilizados como apoyo (guión, bitácora COL) y sin duda, la enseñanza previa de los contenidos disciplinarios, ya que Guisasola *et al.* (2006), coinciden en que la medida del éxito ocurre de manera satisfactoria siempre y cuando los contenidos se hayan visto previamente en el aula, de modo que la visita no funciona eficazmente si se pretende que los alumnos vayan a aprender conocimientos nuevos, o introducirse a nuevos temas. He aquí la razón por la cual es tan importante la visita previa del docente al museo, ya que le permite una planeación y diseño de la misma de acuerdo a los objetivos sobre contenidos disciplinarios que le interesa enseñar en el aula y reforzar en el museo, sin olvidar la importancia de su participación activa durante todo el tiempo de la visita.

De los 22 alumnos que participaron en la prueba, 3 de ellos disminuyeron su número de aciertos del pre-test al post-test, es decir, obtuvieron mayor puntaje antes de ser aplicada la estrategia (figura 12).

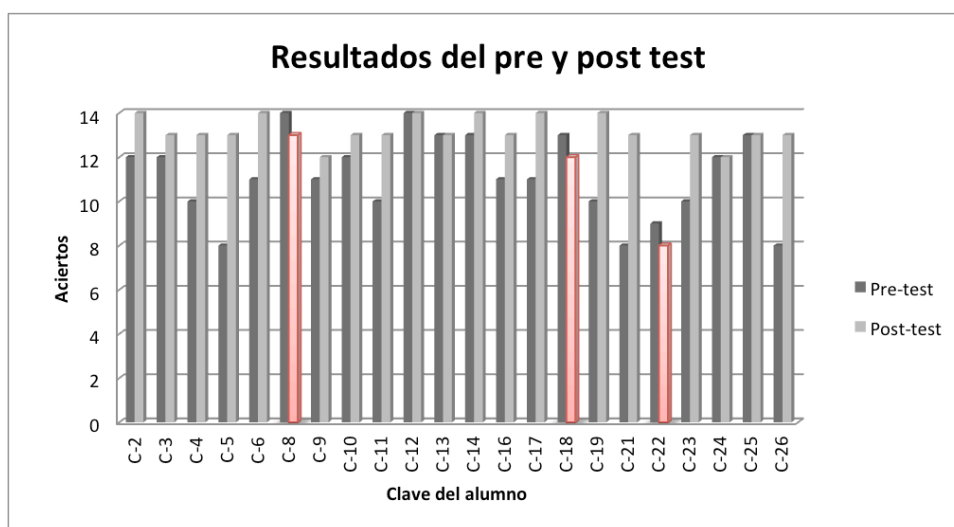


Figura 12. Resultados del pre y post test. En rojo se muestran los alumnos que obtuvieron un puntaje superior antes de ser aplicada la estrategia.

En este caso, los 3 alumnos obtuvieron 1 acierto menos en el post-test, al analizar estas situaciones, logramos identificar un error coincidente en los 3 casos, en el reactivo número 10, el cual concierne al contenido disciplinario “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias”. En dicho reactivo, la respuesta es acertada en el pre-test y errónea en el post-test, en el anexo 8 se muestran las respuestas que estos 3 alumnos eligieron y sus respectivas respuestas declarativas. Al compararlas se aprecia que en el caso 1 (clave de alumno: C-8), elige la opción a) “Selección natural y deriva génica” inicialmente, que es correcta, y en el post-test elige la opción d) “Todas las anteriores”. Mientras que en el caso 2 (clave de alumno: C-18) y 3 (clave de alumno: C-22), inicialmente elige la opción a) “Selección natural y deriva génica”, y posteriormente eligen la opción b) “Selección natural y extinción”.

Otro aspecto importante es que en el pre-test la contestan bien, pero no argumentan su respuesta, posteriormente en el post-test, la contestan mal, pero en su argumentación responden la pregunta acertadamente, solo que incluyen las consecuencias, es decir abarcan más información de la que se les pide en la pregunta, de modo que cuando tienen que elegir una opción, no saben cual, porque en su intento por demostrar lo que saben ninguna satisface o evidencia su conocimiento del tema. Dicho evento se repite con otros participantes, de modo que al analizar el reactivo surge la posibilidad de tener un error en cuanto a la redacción y formato del mismo, ya que Hernández *et al.* (1999), mencionan: *“En las preguntas de varias alternativas o categorías de respuesta y donde el respondiente sólo tiene que elegir una, puede ocurrir que el orden en que se presenten dichas alternativas afecte las respuestas de los sujetos, ya que tienden a favorecer a la primera o la última alternativa de respuesta...”*

Esto guarda relación con lo que se encontró, ya que en el pre-test la mayoría eligió el primer inciso de respuesta, siendo la correcta, mientras que en el post-test, eligieron el último inciso “todas las anteriores”, posiblemente porque poseen más información respecto al tema y generalizaban la información. Al utilizar la expresión “todas las anteriores”, confunde a los alumnos, ya que hace evidente que pueden ser 2 respuestas correctas, y como no es posible elegir 2, entonces el inciso “todas las anteriores” se convierte en la

única opción (González, 2008), esto podría explicar la razón por la que en la parte argumentativa del reactivo nos hablan de las fuerzas evolutivas y sus consecuencias, es decir incluyen: selección natural, deriva génica, adaptación y extinción. De modo que se requiere una segunda validación del test, preferentemente con alguna plataforma computacional para elaboración y organización de reactivos.

Aunado a lo anterior, al realizar el análisis de los datos por reactivo, observamos que otros alumnos también presentan dicho error, contestan bien en el pre-test pero se equivocan en el post-test, solo que en esos casos los reactivos no son coincidentes, y los alumnos aumentaron el número de aciertos en la evaluación final, a diferencia de lo que ocurre con los otros estudiantes (Figura 12).

En general, se tuvo un mayor desempeño en cuanto al contenido temático, evento que se visualiza en la figura 13, vemos que en la mayoría los reactivos se logro un mayor número de aciertos después de la aplicación de la estrategia, salvo en algunos casos donde se mantuvieron los mismos resultados, pero en ningún momento se tuvo un resultado negativo, es decir, no hubo una disminución en el número de aciertos obtenidos sobre el contenido temático. Siendo más específicos, en cuanto a los resultados obtenidos en los contenidos centrales que formaron parte de la intervención docente, son 5 reactivos los que evidencian el conocimiento y claridad que los alumnos obtuvieron y/o construyeron. Estos 5 reactivos, se basan en los siguientes temas: selección natural (reactivo 3), adaptación (reactivo 4), extinción (reactivo 5), deriva génica (reactivo 7) y fuerzas evolutivas (reactivo 10). En la figura 13, delineados en color rojo, encontramos los resultados obtenidos en los reactivos centrales durante el pre- test y post- test.

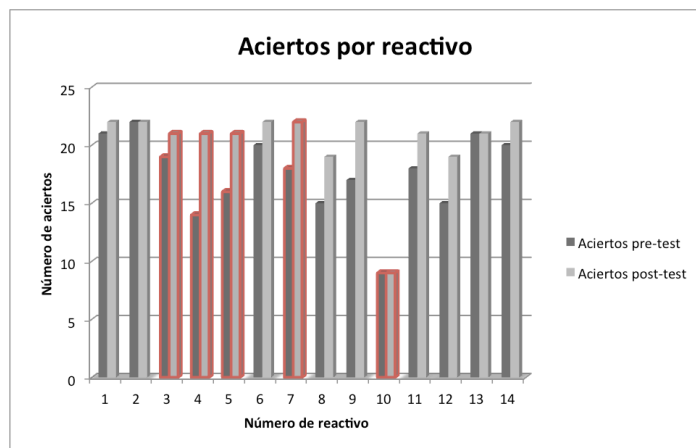


Figura 13. Gráfica de resultados por reactivo. Número de aciertos de cada reactivo obtenidos en el pre-test y post-test.

Haciendo un análisis de los reactivos centrales, y tomando en cuenta el aumento en el número de aciertos obtenidos posterior a la aplicación de la estrategia, observamos que el reactivo número 4, referente al tema adaptación, es el que tuvo un mayor valor después de ser aplicada la estrategia, teniendo 14 aciertos durante el pre-test y 21 aciertos durante la evaluación final, de modo que hubo un incremento en 7 alumnos que contestaron correctamente. Seguido, encontramos al reactivo número 5, referente a extinción, donde tuvo un aumento de 5 aciertos; después vemos al reactivo número 7, referente a deriva génica, obteniendo 4 aciertos más en el post-test; el reactivo número 3, referente a selección natural, concentra 2 aciertos más que en la evaluación inicial, y finalmente el reactivo número 10, aquel referente a fuerzas evolutivas, se mantiene con el mismo número de aciertos durante el pre-test y post-test, dicho resultado es importante, ya que aparentemente no se evidencia que exista claridad en el contenido temático respecto a fuerzas evolutivas, por lo que se analizaron las respuestas declarativas de dicho reactivo, en las que se evidencia el manejo del contenido, los alumnos lo explican, detallan y abarcan más temas del que se pide, así que al elegir una opción se vuelve complicada la elección del inciso correcto, esto no se observa en el pre-test, en este caso los alumnos dejan la explicación declarativa en blanco, ya que no poseen elementos para argumentar su respuesta (anexo 9).

No solo existe un mayor nivel de desempeño en el post-test en cuanto a las preguntas de opción múltiple, también en las argumentativas, lo que indica una comprensión del

contenido, porque logran justificar sus respuestas. Lo anterior no es extraño, ya que se conoce de la ganancia cognitiva que se obtiene cuando se realizan estas actividades (Storksdieck, 2006), la razón la explica Alderoqui (1996), de la siguiente manera “... *el museo no es la escuela, posee potencialmente mecanismos propios para poder seducir a su público, tiene que ser un espacio sugestivo donde no necesariamente las cosas deban explicarse como en la situación de clase*”. De modo, que podemos resaltar que la visita a los museos científicos, hace tangible experiencias de aprendizaje que muchas de las veces no se pueden llevar a cabo en la enseñanza escolarizada (Sánchez, 2013).

En los test, se incluyó una pregunta final (reactivo 15), el cual tuvo como función, ver la comprensión e integración del conocimiento respecto a la evolución, ya que el objetivo de la primera unidad del programa de Biología es explicar el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo, dicha unidad contiene la temática que se abordó en la intervención docente, de modo que esta pregunta indaga de manera superficial el conocimiento y percepción de los alumnos respecto a la evolución.

Este reactivo se trabajó de manera distinta a los otros 14 reactivos, ya que la respuesta debía ser declarativa. Los resultados se analizaron de la siguiente manera, la respuesta es correcta, si el alumno explicaba qué es la evolución y su función/impacto en la vida de acuerdo al criterio que se trabajó en las sesiones, por lo que respuesta incompleta en el caso que se explicara qué es la evolución pero no explicara su función/impacto, o viceversa; e incorrecta, si es que no contestaba acertadamente ninguna de las dos cuestiones.



Figura 14. Reactivo final ¿Qué es la evolución y qué impacto tiene en la vida?. Resultados durante el pre-test y el post-test.

En este caso, los 22 alumnos tuvieron la respuesta incorrecta en el pre-test, en algunos casos ni siquiera la contestaron. En la evaluación final (post-test), el escenario fue distinto, si bien no todos contestaron de manera correcta (10 alumnos), por lo menos 5 de ellos tuvieron la respuesta incompleta, y 7 alumnos contestaron correctamente el reactivo. Por tanto, sí hubo un aprendizaje en cuanto al concepto e importancia de la evolución. En el anexo 10 se presenta la comparación de algunas respuestas de dicho reactivo, en el pre-test y el post-test.

Este último reactivo permite identificar a partir del discurso si tienen una idea del proceso evolutivo, y un cambio en la perspectiva de los alumnos con respecto a la evolución y su importancia en la vida. Las gráficas permitieron observar que de manera inicial los alumnos no contestaron correctamente en ninguno de los casos, mientras que en la evaluación final vimos que algunos contestaron total o parcialmente correcto, pero es notable el cambio en sus respuestas, ya que muestran una comprensión de lo importante que es la evolución en sus vidas. Griffin (2004), señala que a pesar de no garantizarse un aprendizaje cognitivo en las visitas a los museos científicos, si es muy probable que sus actitudes y motivación cambien con respecto a la ciencia, porque ésta no solo es un asunto cognitivo, sino social, cultural, ético, de pensamiento y de identidad (Ash *et al.*, 2007). Aquí, nuevamente resalta la importancia de que el docente participe de manera activa durante la visita, ya que ellos conocen a los alumnos, pueden interactuar de forma más fluida con ellos, y así lograr las conexiones entre los contenidos disciplinarios y los elementos del museo, y culminar con la recapitulación y un cierre adecuado de cada temática (Tal y Steiner, 2010).

Es importante señalar que se reconocen las limitantes de esta tesis, y una de ellas es el instrumento utilizado para el pre-test y el post-test, los cuales en algunas preguntas que no se consideran como información central de “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias” concentran información errónea, además de lo que se ha mencionado con anterioridad respecto a la redacción de los reactivos.

RÚBRICA DE PARTICIPACIÓN

Se diseñó una rúbrica de evaluación donde los alumnos evaluaron su participación en la visita al Museo de Geología, UNAM. Dicha rúbrica, se basa en 4 criterios que engloban: su desempeño en los test (puntaje obtenido en el post-test), su participación durante el recorrido, la vinculación del contenido con la museografía, así como su concentración y atención durante la visita.

Los resultados se concentran en la siguiente tabla (tabla 3), donde se listan de manera vertical los criterios evaluados y de manera horizontal el nivel de compromiso en la actividad, siendo el número 1 el menor compromiso y 4 el mayor compromiso. En color rojo se presentan los porcentajes más altos en cuanto al valor obtenido en cada criterio. En cuanto al criterio 1, se refiere a los resultados del post-test, donde el 77.27% de los alumnos contestó 13 reactivos correctamente, es decir, parece entender con claridad el contenido y lo que se pregunta. El criterio 2, es la participación del alumno durante el recorrido, donde el 50% de los alumnos perciben no haberse ofrecido a contestar voluntariamente, pero aún así cuando el guía o el profesor les preguntó, ellos contestaron gustosamente. El criterio 3, es su reflexión y claridad al explicar los procesos, aquí el 68.18% de los alumnos considera que pueden describir el proceso, además de usar el material de la exposición para interpretar sus participaciones. Finalmente, en el criterio 4, el 81.18% de los alumnos participaron, ocasionalmente se distrajeron, pero aún así fácilmente podían ubicarse en el contexto, y si era necesario participaban acertadamente.

Criterio	4	3	2	1
1. Post-test	77.27%	18.18%	0%	4.54%
2. Participación	9.09%	40.90%	50%	0%
3. Piensa sobre el proceso	9.09%	68.18%	22.72%	0%
4. Durante el recorrido	9.09%	81.81%	9.09%	0%

Tabla 3. Rúbrica de auto-evaluación. Resultados del desempeño de los alumnos durante la visita al museo, donde 1 es poco comprometido y 4 muy comprometido.

De este modo, los resultados de la evaluación evidencian la adecuada participación de los alumnos, así como la disposición que tuvieron a la visita, la ubicación y el manejo de la museografía, sin olvidar el aumento en el desempeño y aprendizaje obtenido y/o reforzado después de la visita al museo.

Esta rúbrica de participación es importante, ya que existen otro tipo de expectativas en cuanto a la visita a los museos: el comportamiento durante la estancia en el museo. Tal y Steiner (2010), reportan que los inconvenientes que más se presentan son: la poca disposición, el mal comportamiento de los alumnos, y la falta de autoridad y presencia de los docentes. Con la intención de comparar estos hechos con nuestra experiencia, se realizó una rúbrica de autoevaluación con los alumnos. Como se muestra, en dicha rúbrica se expresa el compromiso, interés y atención durante la visita, los alumnos estaban atentos, tenían disposición en todo momento, y lograban vincular sus conocimientos con lo que veían en el museo. Obviamente y como cualquier persona, en algún momento se distraían, pero en ningún momento se trasladó a un alboroto, por ejemplo. De modo que, no solo se requiere de una revisión de las intenciones, sino de la atención hacia el alumnado, las exigencias materiales, que se logran gracias a la coordinación de la institución educativa y el museo, en este caso el docente y los guías (Sánchez, 2013).

OPINIÓN DE LOS ALUMNOS: VISITA AL MUSEO DE GEOLOGÍA, UNAM

En relación con la visita al museo de Geología, se realizó una encuesta de opinión a los alumnos por medio de la escala Likert, dicha encuesta se centra en su experiencia durante la visita, además de contemplar si consideran conveniente el uso de esta herramienta. La escala contempla un rango entre 0 y 5, siendo 0 desacuerdo total y 5 en total acuerdo.

La tabla 4, presenta los resultados de la escala Likert. Para hacer más rápida la lectura de la escala, se presentan las preguntas hechas a los alumnos, y los porcentajes que tuvo cada uno de los rangos de consideración, en negritas se resaltan los porcentajes más altos obtenidos en cada una de las preguntas.

5	4	3	2	1	0
¿Te gustó la visita al museo?					
18.18%	52.38%	18.18%	4.76%	4.76%	0%
¿Te pareció aburrida la visita?					
4.76%	14.28%	28.57%	23.80%	4.76%	23.80%
¿Crees que aprendiste algo?					
47.61%	38.09%	4.76%	9.52%	0%	0%
¿Regresarías al museo?					
14.28%	18.18%	23.80%	23.80%	18.18%	14.28%
¿Lo que viste en clase te ayudó durante el recorrido?					
76.19%	14.28%	9.52%	0%	0%	0%
¿Crees que actividades como ésta te ayudan al aprendizaje de la Biología?					
76.19%	18.18%	18.18%	0%	0%	0%

Tabla 4. Escala Likert. Opinión de los alumnos respecto a la visita al Museo de Geología. En negritas se resaltan los porcentajes más altos de cada pregunta, donde 0 es totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

En la generalidad de los resultados, encontramos una experiencia positiva de los alumnos, su opinión refleja el agrado por la actividad, y sobre todo su pertinencia como apoyo a las clases de Biología. A partir del criterio de evaluación donde 0 es totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo, entonces, al gusto por la visita realizada, la mayoría lo evalúa con 4 y 5, 52.38% y 18.18%, respectivamente, teniendo un 0% de alumnos en desacuerdo, de modo que al grupo le gustó la visita al museo de Geología. Pensando en que la visita pudiese ser aburrida, los alumnos tienen una postura neutral (valores 2 y 3) con un

porcentaje de 52.37%, seguido del 23.80% que en absoluto les pareció aburrida. En cuanto a su aprendizaje, los alumnos están totalmente de acuerdo en cuanto a su perspectiva de haber tenido un aprendizaje durante la visita (valores 4 y 5, siendo el 85.7%). En cuanto a regresar al museo, las opiniones están divididas, entre los que están de acuerdo en regresar (valores 4 y 5, con 32.46%), los que mantienen una postura neutral (valores 2 y 3, con 47.60%) y los que no están de acuerdo en regresar (32.46%). Vinculando el trabajo en el aula y la visita al museo, se les cuestionó si el conocimiento construido en las clases les había sido útil durante la visita, a lo cual el 90.47% de los alumnos contestaron estar totalmente de acuerdo (valores 4 y 5). Finalmente, haciendo hincapié en el objetivo de este trabajo, se les preguntó si consideraban que este tipo de actividades contribuyera a su aprendizaje de la Biología, donde el 94.37% considera pertinente y está de acuerdo con el uso de estas herramientas.

Dichos aspectos no deberían demeritarse, sino impulsarse, ya que Márquez y Tirado (2009), en uno de sus estudios realizado con 1808 adolescentes mexicanos entre 14 y 18 años, hacen mención que el 96.2% de ellos consideran que han aprendido de ciencias en museos interactivos de ciencia y tecnología, esto habla de la alta estima que los alumnos sienten por estos recintos. Así que lo anterior, acrecentar la insistencia por promover el uso de los museos científicos como herramientas de enseñanza, ya que los alumnos expresan el gusto por asistir y aprender en estos escenarios.

BITÁCORA COL

En cuanto a los resultados de la bitácora COL, los datos se procesaron a partir del análisis del discurso, para elaborar un mapa de texto que permitiera observar de manera concreta las percepciones de los alumnos con respecto a la visita. El mapa de texto (Figura 15), muestra las palabras utilizadas y la frecuencia de las mismas en los distintos rubros de la bitácora.

En el mapa de texto vemos en el rubro ¿Qué sentí?, que los comentarios se dividieron en positivos (color verde) y negativos (color rojo), y se muestran los porcentajes en la gráfica de pastel ubicada dentro del mapa de texto; de la misma forma se reportan los adjetivos utilizados y se menciona su frecuencia de aparición (número entre paréntesis). Observamos que son más los comentarios positivos de los alumnos, en su mayoría mencionan que les gustó, lo disfrutaron, se sintieron bien, además les causó interés, y los sorprendió. En cuanto a ¿Qué pasó?, se tomó en cuenta la aparición de las actividades realizadas: recorrido y el taller. Se nota que la mayoría de los participantes (13 alumnos) enuncian las dos actividades realizadas, pero en algunos casos solo mencionan el recorrido (6 alumnos), que fue la actividad principal, 1 de los alumnos no enunció la actividad principal, y otro omitió ambas actividades. Finalmente, en ¿Qué aprendí?, se identificaron con 4 tipos de respuestas: aquellas que enunciaran conceptos, aquellas que mencionan el reforzamiento del conocimiento, aquellas que lo complementaron, y por último los que lograron relacionar el conocimiento con su vida cotidiana. De modo que, si nos remitimos al mapa de texto, observamos que en su mayoría los alumnos mencionan que aprendieron conceptos, y explican algunos que formaron parte del contenido temático de la intervención docente. Posteriormente, consideran que su aprendizaje se reforzó o complementó durante la visita, y en otros casos lograron crear un vínculo entre su aprendizaje y lo que observaron y experimentaron en la visita al Museo de Geología. En el anexo 11, se presentan algunas bitácoras COL de los alumnos.

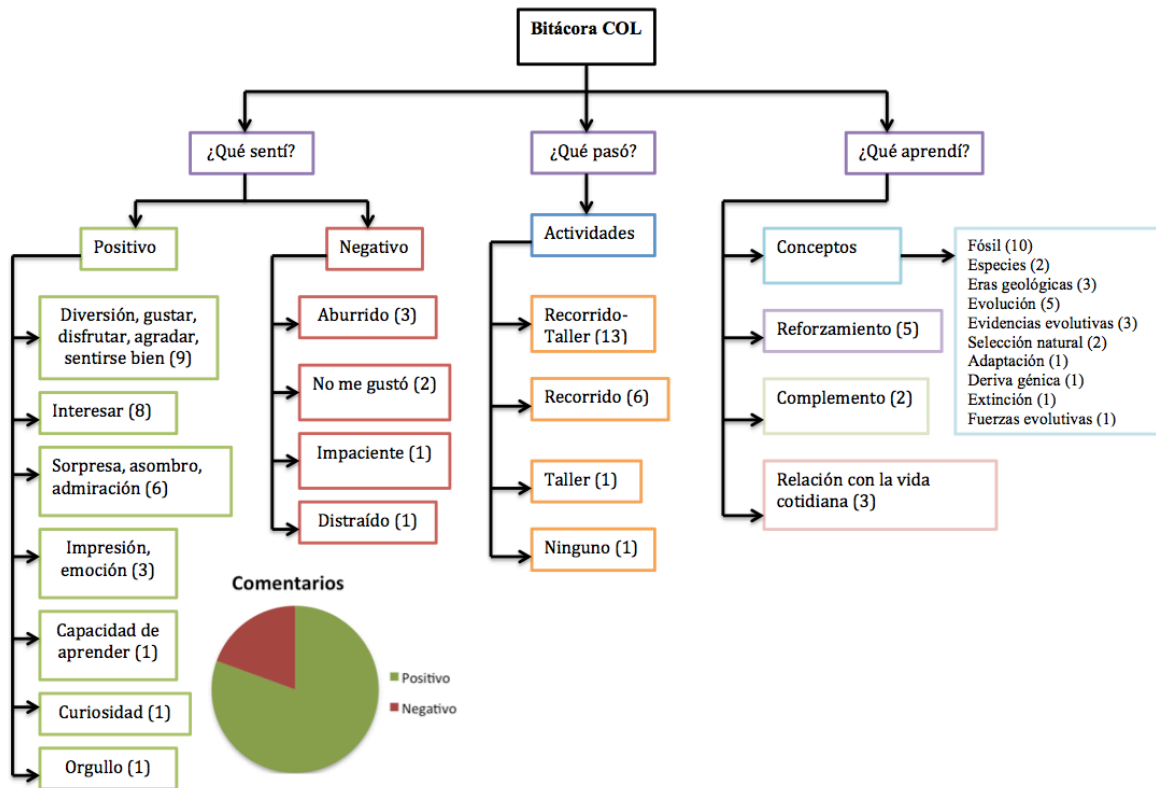


Figura 15. Mapa de texto. Resultados del análisis del discurso de la bitácora COL, se muestran las palabras utilizadas y su frecuencia de aparición, en el caso de la pregunta ¿Qué sentí?, se muestran graficados los resultados de los comentarios positivos y negativos.

Como se mencionaba páginas atrás, el hecho de que los alumnos conocieran el Museo de Geología, implicaba 2 cosas, que la experiencia se fuese desagradable por sus experiencias previas, o que cambiarán su opinión al respecto. Afortunadamente, ocurrió lo último. El impacto fue que les gustó, que posiblemente regresarían, y que el recurso les agrada y funciona. Esto se asocia con lo reportado en el mapa de texto, que engloba los resultados de la bitácora COL, donde ellos describen su experiencia. En ambas situaciones, los comentarios son positivos. Por supuesto, no todos consideran lo mismo, y es totalmente normal, como Ramey-Gasset, L. (1995) explica, el aprendizaje en los museos es exploratorio, ocurre de manera voluntaria y es personal, nadie lo experimenta de la misma forma. Todo surge de la observación, la curiosidad, y mucho se relaciona con lo que vinculan a sus conocimientos previos. Así, el mapa de texto concentra aquellas emociones experimentadas en la actividad, lo que es importante, porque a pesar de encontrar algunos

comentarios negativos, no son directamente hacia la visita, sino factores que no logramos controlar del todo, algunos mencionaban la voz del guía, por ejemplo. Mientras que en los positivos, encontramos motivación, aprendizaje, mucho ímpetu, pero sobre todo un cambio de perspectiva sobre el museo, que pasó de ser aburrido a interesante, justo como Griffin (2004) aclara, tal vez el impacto cognitivo no sea el esperado, pero hay un claro cambio en las actitudes y motivación de nuestros alumnos.

ACTIVIDAD DE REFORZAMIENTO: EL DINOSAURIO ANACLETO

Finalmente, y como última herramienta los alumnos realizaron un estudio de caso llamado “El dinosaurio Anacleto”. Dicha actividad, permitió evaluar el manejo, síntesis, comprensión e integración del contenido temático. A partir del análisis del discurso de los textos desarrollados por los alumnos y estableciendo relaciones de contenido, se realizó una lista de cotejo, de esta manera se reportó si los alumnos expresaron o no el contenido de manera escrita, y si es que vinculan los contenidos disciplinarios. Esta lista de cotejo, parte de criterios específicos en cuanto al conocimiento evaluado, siendo aquel que los alumnos deben poseer, para explicar y tomar una decisión en cuanto al caso presentado. La evaluación se realizó por equipos, de modo que la lista señala cuántos equipos en su texto “presentan” el conocimiento y/o lo relacionan, y en cuántos está “ausente” el conocimiento y/o su integración (tabla 4).

Criterios	Presente	Ausente
No hay adaptación	5	1
Es un proceso de extinción	5	1
Tiempo geológico: no hay cavernícolas	5	1
Anacleto no experimenta un proceso evolutivo	5	1
La evolución no es individual	4	2
Relacionan adaptación con extinción	4	2
Relacionan proceso evolutivo con adaptación	4	2
Relacionan adaptación con herencia genética	5	1

Tabla 4. Lista de cotejo. Se reporta la “presencia o ausencia” del contenido temático, la integración del mismo, y las relaciones de los procesos que participan en el proceso evolutivo, a partir del caso del dinosaurio Anacleto.

Para hacer más evidente el resultado de la actividad, la figura 16 muestra gráficamente los datos obtenidos. Se encontró que los alumnos presentan en sus textos la mayor parte de los contenidos, existiendo el caso de algún equipo que no haya hecho evidente el proceso o la relación que encontraba. Por otra parte, los contenidos que presentan un mayor índice de ausencia son: la evolución como proceso poblacional, no mencionan la relación entre la adaptación y la extinción o la adaptación y la evolución. Aún con estos resultados, no

podemos concluir que no conocen el contenido, solo que no lo mencionan en el desarrollo de su texto. Aún así, todos los equipos llegaron a la conclusión de que el caso del dinosaurio Anacleto no pudo ser verídica, siendo éste el resultado correcto, de modo que los contenidos y su integración les permitió fundamentar sus argumentos y tomar la postura correcta. De manera adicional, en el anexo 12 se incluyen los textos de los alumnos en cuanto al estudio de caso.

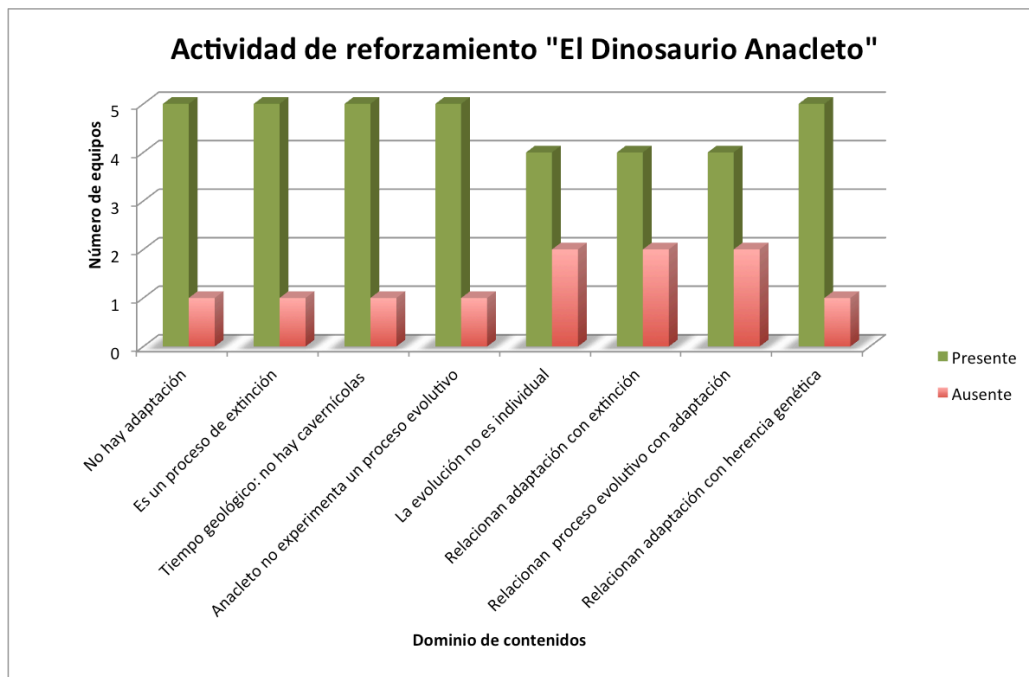


Figura 16. Estudio de caso “El dinosaurio Anacleto”. Se presenta el número de equipos que en sus textos presenta o no el contenido para explicar el caso.

Finalmente, y dirigido al objetivo general, la actividad del dinosaurio “Anacleto”, permitió identificar que la estrategia, tal como la propusimos y aplicamos, promueve el aprendizaje, refuerza e integra el conocimiento de los contenidos biológicos. Los alumnos mostraron un gran manejo de los contenidos, un desarrollo estructurado y lógico de los mismos, y lograron tomar una decisión respecto a la veracidad del caso de Anacleto. Como ya se ha mencionado, existen pruebas de que la estrategia aplicada en esta tesis logró construir conocimiento, considerando todos los elementos que se recomiendan para realizar la actividad. Esto demuestra que, cuando se hace bajo los lineamientos propuestos a lo largo de este proyecto, las visitas a museos científicos tienen impacto educativo. La actividad de

reforzamiento que se abordó en este trabajo, concentra todo el conocimiento que se revisó, y los alumnos lo vincularon, lo relacionaron y lo explicaron, a partir de toda su experiencia, este recurso nos permitió reforzar las diversas propuestas sobre la pertinencia del uso de museos científicos como herramientas de enseñanza y aprendizaje. Así que solo reiteramos aquellos elementos que en esta estrategia se llevaron a cabo, a los cuales se les atribuye el éxito logrado, que consideramos son fundamentales en cualquier momento, y que coinciden con las que Griffin (2004) contempla: Realizar visitas previas y posteriores al museo de interés, integrar los temas del currículum escolar con los del museo; promover la participación del estudiante apoyándolo con otras actividades. En el caso muy particular de esta tesis, y partir de todo lo reportado, sería conveniente añadir como un recurso elemental el diseño y uso de los guiones de visita por parte del docente para el alumnado.

Con lo anterior, estaríamos atendiendo a lo que llaman “Núcleos problemáticos en didáctica”, los cuales son aquellos que impiden que se de el proceso de enseñanza-aprendizaje, y los cuales se originan por parte de los docentes y de los alumnos (Alvarez, 2015). Esta estrategia considera la implementación de distintos recursos didácticos, de espacios de enseñanza-aprendizaje, además de la formación y vocación docente, es decir, es multifactorial, lo que ha permitido solucionar aquellos problemas que se presentan en el aula.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- Se demostró que la visita al Museo de Geología, UNAM, en asociación con un guión de visita guiada, es una estrategia que promueve el aprendizaje, refuerza e integra el conocimiento de los contenidos biológicos del tema “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias”, en los estudiantes de educación media superior.
- Se identificó el interés de los alumnos en la participación de estrategias de aprendizaje como la visita a museos científicos, así como la falta de uso y participación por parte de los docentes en dichas actividades.
- Se promovió el aprendizaje científico y la motivación, a partir de la visita al Museo de Geología.
- Se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa en nivel de desempeño de los alumnos referente al contenido disciplinario de “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias” después de la aplicación de la estrategia.
- Se exploraron las experiencias de los alumnos sobre su visita al Museo de Geología, donde manifestaron de forma positiva su gusto por la visita, y su interés por actividades extracurriculares como ésta.
- Se identificó la función integradora disciplinaria de la visita al Museo de Geología, siempre y cuando se realicen considerando los elementos pertinentes para vincular el contenido disciplinario del tema “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias” (selección natural, deriva génica, adaptación y extinción) con la museografía, como: la importante participación activa del docente durante la visita y el uso de actividades de apoyo para la misma.

RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES

Reconociendo las limitantes de esta tesis y a partir de ellas, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Es recomendable someter a una segunda validación los test utilizados para descartar errores de redacción, que confundan a los alumnos, y de este modo interfieran con el análisis de los datos obtenidos, así como corregir los errores teóricos que se presentan en algunos de los reactivos.
- Es importante realizar más cuestionarios de opinión, que sugieran las preferencias de los alumnos respecto a actividades culturales, ya que de esta forma se podría innovar en las estrategias de enseñanza-aprendizaje.
- Se resalta el esfuerzo en el diseño de esta estrategia, la cual se llevó a cabo en su totalidad, además con ayuda de todos los elementos considerados en este trabajo se logró abordar y se promovió el aprendizaje de uno de los temas considerados como “difíciles de enseñar”, es decir, el proceso evolutivo. Los resultados que se obtuvieron muestran que los alumnos tienen conocimiento de este tema y pueden aplicarlo, que finalmente fue el objetivo con el cual se diseñó la estrategia.
- Esta tesis es relevante no solo desde el punto de vista educativo, ya que la investigación museológica es poco estudiada y documentada, de modo que los resultados obtenidos son un gran aporte en cuanto al uso de guiones de visita, y a la opinión y evaluación de los tipos de públicos los cuales experimentan la visita a los museos, en este caso grupos escolares de bachillerato.

ANEXOS



ANEXO 1

Biología IV



CUESTIONARIO PARA DOCENTES

Nombre: _____

Categoría Académica:

Experiencia:

En relación a la visita de museos científicos, contesta las siguientes preguntas de manera breve

1.- ¿Utilizas la visita a museos como una actividad extracurricular? Si es así, ¿Con qué frecuencia?

2.- ¿Cuál es el objetivo de dicha actividad? ¿Tú los acompañas, utilizas alguna herramienta para organizar la actividad?

3.- ¿Consideras conveniente el uso de esta actividad?

Nombre: _____ Grupo: _____ Sexo: H M Edad: _____

Lee cuidadosamente y elige una opción

1.- Son las características físicas de un organismo, se pueden definir como apariencia externa...

- a) Genotipo b) Fenotipo c) Dominancia d) Alelos

2.- Es la composición genética de un organismo, que al expresarse otorga las características físicas...

- a) Genotipo b) Fenotipo c) Dominancia d) Alelos

3.- Fuerza evolutiva donde se desplaza a los menos adaptados, solo actúa sobre fenotipos. Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta.

- a) Selección natural b) Evolución c) Especiación d) Adaptación

¿Por qué?

4.- Es un atributo (característica) que incrementa la adecuación, supervivencia y/o reproducción de su portador. Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta.

- a) Evolución b) Adaptación c) Selección natural d) Mutación

¿Por qué?

5.- El vacío ecológico de una especie, es consecuencia de... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

- a) Especiación b) Evolución c) Deriva génica d) Extinción

¿Por qué?

6.- Es una de las varias formas alternativas de un gen específico

- a) Gen b) Alelo c) Fenotipo d) Genotipo

7.- Fuerza evolutiva que genera cambios en las frecuencias génicas, debido al azar. Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta.

- a) Evolución b) Deriva génica c) Adaptación d) Especiación

¿Por qué?

8.- Población que comparte un destino evolutivo común a través del tiempo

- a) Especie b) Nicho c) Linaje d) Híbrida

9.- Proceso temporal por el que algunas especies se diferencian, y alcanzan independencia evolutiva. Se define como la formación de nuevas especies

- a) Adaptación b) Hibridación c) Extinción d) Especiación

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

- a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?

11.- Formuló la ley de uso y desuso...

- a) Darwin b) Lamarck c) Mendel d) Linneo

12.- La siguiente definición corresponde a uno de los conceptos de especie...

“Las especies son grupos de poblaciones que pueden reproducirse y dejar descendencia fértil, aislados reproductivamente de otros grupos de organismos”

- a) Biológico b) Ecológico c) Taxonómico d) Genético

13.- Concepto de especie, que se refiere al grado de diferenciación morfológica (apariencia)...

- a) Ecológico b) Taxonómico c) Evolutivo d) Biológico

14.- ¿Quién propuso que las poblaciones evolucionan a través del tiempo mediante un proceso llamado selección natural?

- a) Darwin b) Lamarck c) Mendel d) Linneo

15.- ¿Qué es la evolución y qué impacto tiene en la vida?

Nombre: _____

Grupo: _____

“Un museo de ciencia es un espacio dedicado a crear, en el visitante, estímulos a favor del conocimiento y del método científico y a promover la opinión científica en el visitante”

Lee cuidadosamente y elige una opción

1.- Consideras importante la asistencia a museos científicos

- 1) Definitivamente sí
- 2) Probablemente sí
- 3) Indeciso
- 4) Probablemente no
- 5) Definitivamente no

2.- Visitas con frecuencia los museos científicos

- 1) Siempre
- 2) Casi siempre
- 3) A veces
- 4) Casi nunca
- 5) Nunca

3.- Cuando visitas un museo solo vas porque estás obligado a ir

- 1) Siempre
- 2) Casi siempre
- 3) A veces
- 4) Casi nunca
- 5) Nunca

5.- Las personas que viven en tu casa suelen visitar museos

- 1) Siempre
- 2) Casi siempre
- 3) A veces
- 4) Casi nunca
- 5) Nunca

Algunos museos científicos son: Museo de la luz, Museo de los metales, Museo del desierto, Museo tecnológico, entre otros.

6.- Menciona los museos científicos que has visitado

GUIÓN DE VISITA

TEMA Y SUBTEMA	SALA	OBJETIVO	MUSEOGRAFÍA			OBSERVACIONES
			FENÓMENO	OBJETO	INFORMACIÓN	
<p>1. Fuerzas evolutivas y sus consecuencias</p> <p>Selección natural Adaptación Extinción Deriva génica</p>	Mineralogía	Conocer la forma en que se construye la evidencia fósil	Fosilización Extinción	Esqueleto de Mamut Variedad de minerales	Minerales como componentes de la fosilización Fósiles como evidencia de la evolución	Investiga: ¿Qué es un fósil?
		Analizar los ejemplos que se presentan de forma que se explique la aparición de nuevos grupos de vida	Selección natural Evolución Extinción	Meteorito Allende Meteorito Chicxulub	Meteoritos como evidencia del origen y la evolución de la vida	* Investiga: historia de los meteoritos que han caído en México
	Petrología	Relacionar los cambios geológicos con las fuerzas evolutivas y sus consecuencias	Selección natural Deriva génica Extinción	Volcán Toba	La teoría de la catástrofe de Toba: produjo un cuello de botella en la especie humana influyendo en su evolución	* Investiga: ¿Qué es la petrología?
	Paleontología	Apreciar y diferenciar el proceso evolutivo en distintas especies	Evolución	-Escala de tiempo geológico -Fósil de <i>Kritosaurus sp.</i> -Fósiles de corales -Esqueletos de caballos -Caparazón de armadillo -Fósiles de caracoles - Impresión de <i>Archeopteryx</i>	Fósiles de organismos que evidencian su extinción, en algunos casos evolución y especiación. Además de ubicar el cambio geológico de la Tierra, sobre todo México que durante la era Cenozoica, tenía mares epicontinentales.	* Importancia de México en la paleontología: mares someros * Investigar sobre el <i>Archeopteryx</i>
	Madre Tierra		Extinción Evolución	Columna estratigráfica Chicxulub: el cráter de la muerte	Evidencias sobre la extinción y evolución de los organismos	* El cráter de Chicxulub: evidencia del meteorito que se impactó con la Tierra hace 65 millones de años, y extinguió a los Dinosaurios

MUSEO DE GEOLOGÍA, UNAM

GUIÓN DE VISITA

Imágenes de Referencia



Esqueleto de Mamut



Meteorito Allende



Escala de tiempo geológico



Kritosaurus sp.



Evolución del caballo



Esqueleto de caballo



Caparazón de Armadillo



Chicxulub: el cráter de la muerte



Fósiles de Caracoles



Fósil de Coral



Columna estratigráfica

MUSEO DE GEOLOGÍA, UNAM

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA VISITA AL MUSEO DE GEOLOGÍA, UNAM

Nombre del maestro/a: Srta. Gómez Ibarra

Nombre del estudiante: _____

CATEGORY	4	3	2	1
Post-test	El estudiante parece entender la información completamente y con precisión, contesta correctamente 13 preguntas relacionadas con la misma.	El estudiante parece entender la mayor parte de la información con precisión y contesta correctamente 11 preguntas relacionadas con la misma.	El estudiante entiende parte de la información, y contesta correctamente 9 preguntas relacionadas con la misma.	El estudiante tiene problemas entendiendo o recordando la mayor parte del contenido, contesta correctamente menos de 7
Participación en el museo	El estudiante se ofrece voluntariamente a contestar preguntas y trata de contestar de la misma manera las preguntas que se le hacen de forma correcta.	El estudiante se ofrece de voluntario una o dos veces y trata de contestar de forma correcta las preguntas que se le hacen de igual forma.	El estudiante no se ofrece de voluntario a contestar, pero trata con mucho gusto de contestar correctamente las preguntas que se le hacen.	El estudiante no se ofrece a participar, ni contesta aun cuando se le pide.
Piensa sobre el proceso	El estudiante describe cómo el proceso puede tener sentido en algún punto, y señala algunas fotos o palabras que apoyan su interpretación.	El estudiante describe casi por completo cómo el proceso puede tener sentido en algún punto y señala algunas fotos o palabras que apoyan su interpretación cuando se le pide.	El estudiante describe de forma confusa cómo el proceso puede tener sentido en algún punto de la historia, pero NO ofrece un buen apoyo para la interpretación, aun cuando se el pide.	El estudiante no puede describir cómo el proceso tiene sentido en cierto punto.
Durante el recorrido	El estudiante está activa y oportunamente participando con el grupo y el anfitrión sobre el tema, aún sin pedirselo.	El estudiante usualmente aparenta estar participando activamente, pero mira al anfitrión y a la exhibición ocasionalmente. Puede encontrar fácilmente por dónde van cuando de le pide participar y lo hace acertadamente, refiriéndose al tema.	El estudiante aparenta estar atento ocasionalmente. Puede tener algunos problemas determinando de que se habla cuando se le llama, tiene problemas para referirse al tema.	El estudiante está totalmente distraído durante la visita, y sus participaciones no son referentes al tema.



ANEXO 6

Biología IV



Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Azcapotzalco
Visita al museo de Geología, UNAM

Nombre: _____

Grupo: _____

Bitácora COL

A partir de la visita al museo de Geología, contesta:

¿Qué pasó? (actividades)	¿Qué sentí? (emociones)	¿Qué aprendí?

Lee con atención y responde a partir de las siguientes consideraciones:

***Responde asignando un valor del 0 al 5 a tu respuesta, donde...**

0 es totalmente desacuerdo

5 totalmente de acuerdo

Eje.

¿Crees que los conciertos son importantes?	4
---	----------

A partir de tu experiencia en el museo de Geología, contesta:

¿Te gustó la visita al museo?	
¿Te pareció aburrida la visita?	
¿Crees que aprendiste algo?	
¿Regresarías al museo?	
¿Lo que viste en clase te ayudó durante el recorrido?	
¿Crees que actividades como ésta ayudan a tu aprendizaje sobre la Biología?	



Actividad de Reforzamiento

Nombre del equipo: _____

Grupo: _____

Integrantes del equipo:

“EL DINOSAURIO ANACLETO”

Después de ver y escuchar el videoclip “El Dinosaurio Anacleto”, analicen y expliquen si es posible que fuese real la historia de Anacleto. Utilicen las preguntas guías para dirigir y darle lógica a su análisis.

Al finalizar su análisis, preparen un escrito donde expliquen con claridad, si la historia de Anacleto podría ser real, no olviden que deben abordar todos los aspectos relacionados con el Tema 1 “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias”

Nota: utilicen la información vista en clase y en la visita al museo de Geología.

Preguntas Guía

- 1. ¿Cómo es que la glaciación extinguió a los Dinosaurios?**
- 2. ¿Qué proceso(s) tuvo que experimentar Anacleto para “resignarse a su nueva situación”?**
- 3. ¿Es posible que los amigos de Anacleto pudieran ser acechados por cavernícolas?**
- 4. ¿Habrá experimentado el proceso evolutivo?**

Alumnos con 1 acierto menos entre el pre y post- test, incluido el reactivo 10. Cada ejemplo muestra las dos respuestas que dieron los alumnos, la primera respuesta corresponde al pre-test y la segunda al post-test.

Ejemplo 1

ANEXO 2 Parte 2 Biología IV

MADEMS Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?
 La Selección Natural, selecciona a los mejores adaptados y forman una herencia mejor evolucionada. Mientras la Deriva Genética cambia las frecuencias génicas.

ANEXO 2 Parte 2 Biología IV

MADEMS Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?
 todas esas junto con la adaptación son sus fuerzas evolutivas y consecuencias.

Ejemplo 2

ANEXO 2 Parte 2 Biología IV

MADEMS Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?
 producen cambios

ANEXO 2 Parte 2 Biología IV



MADEMS Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?
 la selección natural empuja a la evolución, el cambio en el ambiente y la falta de adaptación hacen que haya extinción.



Ejemplo 3

 ANEXO 2 Parte 2 Biología IV 

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué? la selección natural y la deriva genética crean nuevas especies, la extinción solo las extermina

 ANEXO 2 Parte 2 Biología IV 

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué? la selección natural por que provoca evolucionar a las especies para poder sobrevivir mas la extinción por el cuello de botella ~~la deriva genica por las mutaciones que~~

Argumentación del reactivo 10, comparación de las respuestas.
Cada ejemplo muestra las dos respuestas que dieron los alumnos, la primera respuesta corresponde al pre-test y la segunda al post-test.

Ejemplo 1

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?

Porque cada una = Selección natural, deriva génica y extinción tiene una función fundamental para la evolución y con eso crean las fuerzas para la evolución

ANEXO 2 Parte 2 Biología IV

MADEMS
Maestría en Docencia
para la Educación Media Superior

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?

Todas estas tienen una función importante en la Evolución, así que todas actúan en este proceso.

Ejemplo 2

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?

Porque todas son fuerzas las cuales pueden hacer que la especie pueda mejorar o extinguirse y eso es la evolución un cambio

ANEXO 2 Parte 2 Biología IV

MADEMS
Maestría en Docencia
para la Educación Media Superior

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?

Porque estos son los motivos de la extinción y adaptación, ya que la selección natural, permite que los organismos adaptados sobrevivan, y la deriva génica permite que estos factores se hereden, provocando que se extingan los poco adaptados y se adapten los que tienen las características fortuitas

Ejemplo 3

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?
Porque es muy probable que las especies pasen por cada una de estas fuerzas evolutivas ya que yo considero que es parte de su desarrollo, quizá no todas lleguen a la extinción.

ANEXO 2 Parte 2 Biología IV MADEMS

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?
Porque ambas obligan a las especies a "evolucionar" esto es decir a cambiar su estilo de vida, y los lleva a adaptarse a diferentes cambios que ocurren.

Ejemplo 4

ANEXO 2 Parte 2 Biología IV MADEMS

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?
Todas participan en la evolución de las especies.

ANEXO 2 Parte 2 Biología IV MADEMS

10.- Son fuerzas evolutivas... (Elige la opción correcta y argumenta tu respuesta).

a) Selección natural y deriva génica b) Selección natural y extinción c) Extinción y deriva génica d) Todas las anteriores

¿Por qué?
Porque intervienen en el cambio de las frecuencias genéticas de los individuos de la especie.

Ejemplos del reactivo 15

Cada ejemplo muestra las dos respuestas que dieron los alumnos, la primera respuesta corresponde al pre-test y la segunda al post-test.

Ejemplo 1

15.- ¿Qué es la evolución y qué impacto tiene en la vida?

la evolución es el "cambio". Este cambio hace (chico) posible que los seres vivos nos adaptáramos mejor a diversas condiciones. Tiene gran impacto en nuestras vidas ya que ahora se busca "satisfacer" necesidades.

15.- ¿Qué es la evolución y qué impacto tiene en la vida?

Es un cambio en la frecuencia de alelos de una especie.

Los cambios son necesarios para sobrevivir al ambiente.

Ejemplo 2

15.- ¿Qué es la evolución y qué impacto tiene en la vida?

Proceso mediante el cual una especie sufre cambios que en algunos casos ayudan a preservar una especie.

mediante la evolución podríamos explicar el origen del ser humano

15.- ¿Qué es la evolución y qué impacto tiene en la vida?

cambio que se da a través del tiempo en las frecuencias alélicas de una población y es empujada por la selección natural, es importante ya que explica el pasado, nuestro origen y aún está presente en nuestra vida ej. películas

Ejemplo 3

15.- ¿Qué es la evolución y qué impacto tiene en la vida?

La evolución es la forma en que las especies cambian o se modifican para la sobrevivencia.

15.- ¿Qué es la evolución y qué impacto tiene en la vida?

Es el cambio que sufren las especies debido a las fuerzas evolutivas a través de millones de años tienen que tener un éxito reproductivo para que se considere evolución.

Ejemplos de Bitácora COL

Ejemplo 1

Bitácora COL
A partir de la visita al museo de Geología, contesta:

¿Qué pasó? (actividades)	¿Qué sentí? (emociones)	¿Qué aprendí?
<p>Durante la <u>visita</u> vimos muchas cosas nos <u>explicaron</u> sobre los fósiles y minerales.</p> <p>Hicimos una actividad sobre un <u>fósil</u> con yeso.</p>	<p>Me <u>gusto</u> la visita porque <u>podimos</u> <u>interactuar</u> con los del museo.</p> <p>Lo <u>aprendí</u> muchas cosas y también <u>de</u> las cosas que nosotros sabemos.</p>	<p>Aprendí sobre la arquitectura de museo y <u>reforzar</u> mi conocimiento sobre los minerales.</p>

Ejemplo 2

Bitácora COL
A partir de la visita al museo de Geología, contesta:

¿Qué pasó? (actividades)	¿Qué sentí? (emociones)	¿Qué aprendí?
<p>Realizamos el <u>recorrido</u> por todo el museo. Primero nos dieron una breve información de la arquitectura y la decoración. Después recorrimos las salas: de Paleontología donde había fósiles, la sala de minerales, sala de rocas y la sala de meteoritos. En cada una de las salas un guía nos daba una breve información así como también nos preguntaba. Finalmente <u>realizamos</u> un <u>fósil</u>.</p>	<p>En un principio pensé que iba a ser muy <u>aburrido</u>; sin embargo, me <u>gusto</u> la visita. Me sentí bien, ya que los guías nos explicaban y yo trataba de <u>participar</u> un poco.</p> <p>Me <u>gusto</u> la visita al museo pues la primera vez que fui no me gusto y me <u>pareció</u> muy <u>aburrido</u> pero esa opinión <u>cambió</u>.</p>	<p>Aprendí que todo lo que vez en un salón de clases <u>tiene</u> relación con el exterior. Así como también la historia de la vida ha trascendido durante muchos años. La <u>evolución</u> se ha <u>notado</u> a lo largo de la historia. El <u>fósil</u> es una evidencia de la vida del pasado. Las rocas se ven insignificantes pero tienen un gran significado en la vida.</p>

Ejemplo 3

Bitácora COL

A partir de la visita al museo de Geología, contesta:

¿Qué pasó? (actividades)	¿Qué sentí? (emociones)	¿Qué aprendí?
<p>En el museo, tuvimos la oportunidad de dar un <u>recorrido</u> guiado, no solo con el guía (o los guías) del museo sino, también en compañía y ayuda de las profesoras. Pasamos por las salas de mineralogía, petrología y paleontología. Sin embargo, el recorrido comenzó en la entrada del recinto. Al término del recorrido, asistimos a un <u>taller</u> donde a base de yeso y un molde de goma, hicimos un 'fósil', éste acompañó también de una ligera introducción de personas del museo.</p>	<p>Desde el principio me pareció que tanto la <u>disponibilidad de los guías</u> y <u>de la maestra</u> fueron excelentes. Los guías hablaban con muchas ganas, tenían explicaciones sencillas y con muchos ejemplos, lo que me hizo pensar que son realmente apasionados en lo que hacen. Con estas preguntas que hacía para reforzar los conocimientos, me sentí con la <u>capacidad de aprender</u>. Para mí, la biología, temas como los que vimos son muy complejos, los términos</p>	<p>Realmente <u>si obtuve conocimientos</u>. Tanto de biología, como de historia. Se que tal vez no <u>utilizaré</u> estos aprendizajes en mi carrera, o en alguna otra cosa que desee estudiar, pero, me parece que obtener conocimiento y cultura general es importante <u>en la vida de cualquier académico</u>. Se que los conocimientos adquiridos en el museo ayudarán a complementar el curso, a entenderlo con <u>fácilidad</u> y a aprender de <u>manera sencilla</u>.</p>
<p>Para terminar, regresamos a la última sala y observamos y la prof. Salma nos explicaba a detalle algunas piezas o elementos.</p>	<p>técnicos se me complican y soy algo dispersa; me cuesta poner atención. A todo esto hay que sumarle lo distraída que iba. Pero, efectivamente logaron captar mi atención.</p>	
	<p><u>Aprendí</u>, pero definitivamente <u>mi gusto siguió sin aparecer</u>.</p>	

Ejemplo 4

Bitácora COL

A partir de la visita al museo de Geología, contesta:

¿Qué pasó? (actividades)	¿Qué sentí? (emociones)	¿Qué aprendí?
<p><i>Revisar</i></p> <p>Al principio nos dieron información acerca de la historia y la estructura del museo, además de su importancia.</p> <p>En la sala principal pudimos ver el emblema del museo: la reconstrucción de un esqueleto de mamut.</p> <p>En la Sala de Paleontología nos hablaron sobre las distintas etapas de la evolución en la Tierra. También visitamos las Salas de Minerales, Rocas y la de Meteoritas.</p> <p>Al final tuvimos un pequeño taller donde nos explicaron cómo se forman los fósiles y pudimos elaborar nosotros mismos el de un Ammonite.</p>	<p>Es inevitable sentir cierto grado de emoción en algunas partes del recorrido, como por ejemplo, la sección donde se encuentra el meteorito de Allende, que a simple vista no tiene nada de especial, pero que después de la explicación que se nos brindó, éste adquirió un nuevo trasfondo y pudimos conocer la importancia que tiene.</p>	<p>Me quedaron un poco más claras las eras geológicas y los distintos periodos en los que se ha desarrollado la vida en la Tierra. También pude reforzar mis conocimientos acerca de la importancia de los fósiles y cómo se lleva a cabo la formación de los mismos, como la importancia que tienen los minerales para su desarrollo.</p>

Respuestas del estudio de caso

Ejemplo 1

Creemos que el caso de Anacleto no es verdadero puesto que el meteorito que ocasiono esta extinción no solo ocasiono la glaciación, también la falta de luz que propicio la falta de vegetación lo que constituye la falta de alimento para los herbívoros y por consecuencia a los carnívoros incluyendo a los dinosaurios.

Si no tuvieramos los conocimientos acerca de la adaptación parecería que Anacleto se adaptó al medio, sin embargo esto es imposible debido a que, para que se lleve a cabo un proceso de adaptación, es necesaria la variabilidad en la especie y que esta pudiera ser heredada, pero siendo un solo individuo le fue imposible reproducirse.

También nos parece ilógico que los amigos de Anacleto fueran acechados por cavernícolas ya que vivieron en distintas eras y además los humanos tienen desventaja sobre los dinosaurios.

El caso de Anacleto no es un proceso de evolución ya que la evolución ocurre a nivel especie y no de individuo.

Ejemplo 2

La historia de Anacleto no es totalmente lógica porque la extinción de los dinosaurios fue de ida a una causa mayor que fue la caída/impacto de un meteorito y la glaciación fue sólo una consecuencia, entre otras.

El meteorito ocasionó que se levantara una nube de polvo que provocó que las rayos del sol no pasaran, las plantas no pudieron hacer fotosíntesis, los dinosaurios se asfixiaron, hubo terremotos y tsunamis, se formaron volcanes que desprendieron gases a la atmósfera como el metano que contaminó los mantos acuíferos. Después el calentamiento global y provocó la glaciación.

El proceso que tuvo que experimentar para sobrevivir fue la adaptación junto con una población y no es real porque se necesita más individuos.

No puede haber sido acechado por cavernícolas, ellos existieron millones de años después.

No es proceso de evolución, porque no hay cambio de alelos y para que sea así debe haber una población.

Ejemplo 3

Viendo la situación desde un punto de vista biológico, la glaciación no pudo haber sido causa de extinción de los dinosaurios ya que esta fue consecuencia de la segunda gran extinción donde los dinosaurios aún no aparecieron. Pero suponiendo e hipotéticamente hablando, que la glaciación fue la causante de la extinción de su familia y amigos, los procesos por los que tuvo que pasar Anacleto para resignarse a su nueva situación, son las fuerzas evolutivas, en especial adaptación. Y sobre los cavernícolas, no es posible que ellos acecharán a los amigos de Anacleto ya que los cavernícolas aún no estaban presentes en ese periodo. Anacleto jamás tendría la posibilidad de evolucionar porque se necesitan más individuos de esta especie para tener un éxito reproductivo además de que no sufrió ningún cambio y a lo único que podrá llevar es a la extinción total de su especie.

Ejemplo 4

Anacleto

Para iniciar el análisis, comenzaremos afirmando que los amigos de Anacleto no se pudieron haber extinguido con la glaciación, porque esa extinción ocurrió muchísimo antes de que aparecieran los dinosaurios.

La catástrofe que acabó con los dinosaurios fue el impacto del gran meteorito en la tierra, actualmente el estado de Yucatán.

Suponiendo que Anacleto pudiera haber sobrevivido, tuvo que haber pasado por un proceso de adaptación, ya que las condiciones de la tierra han cambiado desde el momento de la extinción, hasta nuestros días.

En cuanto a ser acechados por cavernícolas, es imposible que este suceso haya ocurrido. Esto es debido a que los vestigios de nuestros primeros antepasados, datan de un periodo muy alejado al de los Dinosaurios.

En caso de que Anacleto haya sobrevivido tuvo que adaptarse al ambiente actual, y no haber muerto.

Ejemplo 5

El caso de el dinosaurio Anacleto es falso, debido a que la glaciación no acaba con todos los dinosaurios sino que el meteorito de la Península de Yucatán fue la principal causa, fuerza que deriva en esta catástrofe, pero el proceso por el cual se llegó a adaptarse fue principalmente cambios etiológicos y presentaba adaptaciones para ambas extinciones que pudo haber pasado, siendo adaptaciones térmicas ante la glaciación y su reducido tamaño que le ayudó a sobrevivir a la nube de polvo ocasionada por el meteorito. Su afirmación de los cavernícolas tampoco es verídica ya que la mayor extinción de los dinosaurios fue hace 65 millones de años y la aparición del ser humano fue hace solo 10 millones de años, no puede estar pasando por un proceso de evolución ya que era el único en su especie y esto quiere decir que no había variabilidad para reproducirse y no heredaba dichas adaptaciones lo cual conlleva a la extinción.

Ejemplo 6

Escribe.

La historia del dinosaurio Anacleto no puede ser verdad, porque los dinosaurios se extinguieron hace millones de años, por lo tanto aunque haya sido el único en sobrevivir no puede vivir tantos años, hasta la actualidad. Mediante la glaciación no pudo adaptarse al nuevo clima y a las exigencias del ambiente y formó parte de la extinción masiva de los dinosaurios.

En cuanto a la historia de ciencia ficción que vimos en el video el está pasando o pasó por un proceso de adaptación al nuevo ambiente en el que vivía, pero siendo el único sobreviviente de su especie no puede llegar a adaptarse sin haber evolucionado.

No pudo ser acechado por cavernícolas porque las épocas en las que vivían o vivieron fueron muy distintas.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Ugarte T. P. (2002). **Cómo lograr una experiencia significativa en los museos. Consideraciones ara realizar un guion de visita guiada.** Educación y museos, INHA-CONACULTA. Pp. 77- 88.

Aguirre, P.C.; Vázquez, M.A.M^a. (2004). **Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias 3, n° 3.

Anderson, D., Lucas, K.B., Ginns, I.S. Y Dierking, L.D. (2000). **Development of knowledge about Electricity and Magnetism during a visit to a Science Museum and related post-visit activities.** Science Education, 84(5), pp. 658-679.

Anderson, D., Lucas, K.B. Y Ginns, I.S. (2003). **Theoretical perspectives on learning in an informal setting.** Journal on research in Science Teaching, 40(2), pp. 177-199.

Andreu, M.A., González, J.A., Labrador, M.J., Quintanilla, I. y Ruíz, T. (2004). **Método del caso. Ficha descriptiva y de necesidades.** Universidad Politécnica de Valencia, Grupo metodologías activas (GIMA-UPV).

Alderoqui, S. (1996). **Museo y escuela: una sociedad posible.** Museos y Escuelas: socios para educar. 1 edición, 29-44, Barcelona: Paidós.

Alvarez, P. E. (2015). **Conocimientos fundamentales de Biología Evolutiva: propuesta didáctica para educación secundaria.** Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM.

Ash, D., Crain, R., Brandt, C., Loomis, M., Wheaton, M., Bennet, C. (2007). **Talk, Tools, and Tensions: Observing Biological Talk over Time.** International Journal of Science Education 29 (12). Pp. 1581- 1602.

Audersirk, T., Audersik, G., y Byers, B. (2003). **Biología 1. Unidad en la diversidad.** Ed. Sexta. Pearson Educación, México.

Audersirk, T., Audersik, G., y Byers, B. (2008). **Biología, la vida en la Tierra.** Octava Edición. Pearson Education de México.

Baena, M.L., G. Halffter. (2008). **Extinción de especies.** En Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 263-282.

Bowler, P.J. (2009). **Darwin's Originality.** Science, Vol. 323. Pp. 222-226.

Cabrero, H. C. y Camacho, M. J.P. (2002). **Capítulo 6: Fundamentos de genética de poblaciones.** En Evolución : la base de la biología. pp. 83-126.

Camareno, I.C., Garrido, S.M.J., Silva, G.R. (2009). **Generating Emotions through Cultural Activities in Museums.** International Review on Public and non Profit Marketing, 6 (2). Pp. 151-165.

Calvo, H. M. (2003). **Divulgación y Periodismo Científico: entre la claridad exactitud.** Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México.

- CCH (2006). **El Colegio de Ciencias y Humanidades, años recientes, años por venir.** Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. D. Coordinación de Análisis de la información de la DGCCH, México DF.
- Coll, C., Mauri, T., y Onrubia, J. (2008). **Psicología de la educación virtual: aprender y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación.** Colección Psicología (Ediciones Morata). Madrid: Morata. Pp. 215- 226.
- Cook, K.A. (2009). **Suggested project-based Evolution unit for High School: Teaching Content Through Application.** *The American Biology Teacher*, 71(2), 95.
- Cuesta, M., Díaz, M^a P., Echevarría, I., Morentin, M., Pérez, C. (2000). **Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje.** *Alambique* 26, 21-28.
- Darwin C. (1859). **El origen de la especie.** Ed. Alba libros (2005). Pp. 91-134.
- Díaz, A. (2004). **El Dinosaurio Anacleto [Video Clip].** Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=MOm057Yx4Kw>
- Díaz de la Fuente, M^a T. (2013). **El reto de enseñar y aprender evolución: una propuesta didáctica.** Tesis de Maestría, UAL. Pp. 6-10.
- Dierking, L.D., Luke, J.J., Büchner, K.S. (2003). **Science and technology centres – rich resources for free-choice learning in a knowledge-based society.** *Int. Journal Technology Management* 25 (5), 441-459.
- Eshach, H. (2006). **Bridging in-School and out-of-School Learning: Formal, non-formal and Informal Education.** *Jornal of Science Education and Technology* 16 (2). Pp. 171-190.
- Feher, E. y Rice, K. (1988). **Shadows and anti-images: children's conceptions of light and vision.** *Science Education* 72 (5), 637-649.
- Felipe A.E., Gallarreta C.S., y Merino G. (2005). **La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo.** *Revista electrónica de la enseñanza de las ciencias* Vol. 4 N^o3.
- Galagovsky, L. y Aduriz-Bravo, A. (2001). **Modelos y analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de modelo didáctico analógico.** *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 231-242.
- Gardner y Howard. (1993). *Multiple Intelligences.* Paidós ISBN: 84- 493- 1806- 8.
- Griffin, J. (2004). **Research on Student and Museums: Looking More Closely at Student in School Groups.** *Science Education*, 88. Pp. 59-70.
- Griffin, J. y Symington, D. (1997). **Moving from Task-Oriented to Learning-Oriented Strategies on School Excursions to Museums.** *Science Education* 81. Pp. 763-779.
- Griffin, J. (1998). **Learning science through practical experiences in museums.** *Internat. Journal of Science Education*, 20, n^o 6, 655-663.
- Guisasola, J. y Morentin, M. (2005). **Museos de ciencias y aprendizaje de las ciencias, una relación compleja.** *Alambique*, 43. p. 58-66.

Guisasola, J., Morentin, M. y Barragués, J.I. (2006). **Naïve Knowledge and School Visits to “Einstein and Theory of Special Relativity Exhibition”**, manuscrito. Ecsite conference 2006. Mechelen, Bélgica.

Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). **¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias?** Una revisión de las investigaciones enseñanza de las ciencias, 25(3), 401–414

Guisasola, J., Solbes, J., Barragués, J.I., Moreno, A., Morentin, M. (2007). **Comprensión de los estudiantes de la teoría especial de la relatividad y diseño de una visita guiada a un museo de la ciencia.** Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 4, nº 1, 2-20.

González de la Fuente, M.V. (2008). **El examen profesional objetivo, una alternativa de titulación.** Conferencia Impartida en el Diplomado en Docencia Universitaria, FES Zaragoza, UNAM.

Harrison, A. G. y Treagust, D. F. (1998). **Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models?** School Science and Mathematics, 98 (8), 420-429.

Henriksen, E.K. y Jorde, D. (2001). **High School students’ understanding of radiation and the environment: can museum play a role?** Science Education, 85, pp. 189-206.

Hernández, S.R., *et al.* (1999). **Metodología de la Investigación.** McGraw-Hill, México. Pp. 285.

Hofstein, R. y Rosenfeld, S. (1996). **Bringing the gap between formal and informal science learning.** Studies in Science Education, 28, pp. 87-112.

Niedo, J. y Macedo, B. (1998). **Capítulo 1: Importancia de la enseñanza de las ciencias en la sociedad actual.** En: UN currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años. México, SEP. Pp. 19-24.

Jeffery, K. (1994). **A Study of the Presence of Evolutionary Protoconcepts in Pre-High School Textbooks.** Journal of Reserch in Science Teaching, 31(5), 507-518.

Jimenez, J.A., Hugues, K.A., Alaks, G., Graham, L. y Lacy, R.C. (1994). **An experimental study of inbreeding depression in a natural habitat.** Science, Vol. 266. Pp. 271- 273.

Kisiel, K.B. (2003). **Teachers, Museums and Worksheets: A Closer Look at a Learning Experience.** Journal of Science Teacher Education, 14 (1). Pp. 3- 21.

Lamarck, J.B. (1986). **Filosofía zoológica.** Editorial Alta Fulla, Mundo científico. Barcelona.

Maceira O. L. (2008). **Los museos: espacios para la educación de personas jóvenes y adultas.** Saberes Para La Acción En Educación De Adultos. Centro de Investigación y Estudios Avanzados (cinvestav) / México. *Decisio* Mayo-Agosto.

Maceira, L.M^a. (2009). **El museo: espacio educativo potente en el mundo contemporáneo.** Sinéctica, revista electrónica de educación. N° 32.

Maceira, L.M^a. (2010). **Los museos interactivos de ciencias como recurso didáctico en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria.** Tesis Doctoral. Servicio

Editorial de la Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua. ISBN: 978-84-694-4550-1

Manifiesto Día del museo. (2008). **La importancia de los museos en el desarrollo social**. CEIP Fernando Guanarteme de Gáldar.

Márquez, N. E. y Tirado, S. F. (2009). **Percepción social de la ciencia y la tecnología de adolescentes mexicanos**. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad. N° 2. Portafolio CTS.

Mayr, E. (1974). **Algunas ideas sobre la historia de la síntesis evolutiva moderna**. Edición y traducción de Adolfo Olea Franco y Francisco Castro Rivera. Facultad de Ciencias, UNAM.

McInerney, J.D. (2009). **La enseñanza de la evolución siglo y medio después de el origen de las especies**. Ciencia en el aula. Vol. 19 N° 113. Pp. 76-83.

Merino, G. y Roncoroni, M. (2000). **La popularización de la ciencia y la tecnología, reflexiones básicas: un marco para la equidad**. Serie Pedagógica. Editorial FHCE, Argentina. Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

Museo de Geología. Instituto de Geología, UNAM. (www.geologia.unam.mx/igl/index.php/difusion-y-divulgacion/museos/museo-de-geologia/500-sala-de-paleontologia)

Pansza G. M., Perez J. E., Morán O. P. (2007). **Fundamentación de la didáctica**. 16va. Edición. Tomo 1. Edición Gernika.

Pérez, C., Díaz, M. P., Echevarría, I., Morentin, M., Cuesta, M. (1998). **Centros de ciencia: espacios interactivos para el aprendizaje**. Bilbao: Universidad del País Vasco, Servicio Editorial.

Perrilliat M^a.C., Applegate S.P., y Espinoza A.L. (1986). **Organización y funcionamiento de las colecciones paleontológicas del museo de Geología del Instituto de Geología de la UNAM**. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, vol. 6, núm. 2, 1986, p. 272-274.

Puchet, A.C. y Bolaños, S. (2013). **El hippie de la selva**. Revista ¿Cómo ves? Guía del maestro, Vol. 175. Pp. 10.

Ramey-Gassert, L., Walberg III, H. J. (1994). **Reexamining connections: Museums as Science Learning Enviroments**. Science Education, 78 (4). Pp. 345-363.

Ramey-Gassert, L. (1997). **Learning Science beyond the Classroom**. The Elementary School Journal 97 (4), 433-451.

Reynoso, H.E. (2000). **El Museo de las Ciencias: un apoyo a la enseñanza formal**. Tesis para obtener el grado de Maestra en Enseñanza Superior. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

Reynoso, H.E. (2005). **Going Glocal: UNAM's Approach to Global Science. Dimensions**: Bimonthly News Journal of the Association of Science and Technology Centres. Washington, D.C. E.E.U.U.

- Reynoso, H.E. (2013). **Los museos de ciencia en la sociedad de la información y el conocimiento**. El museo y la escuela: conversaciones de complemento. Sello Explora Parque-Explora, Medellín Colombia. Pp. 22-34.
- Román, L. F. (2008). **Museos de Ciencias**. [Consultado el 22 de marzo del 2016]. Disponible en: www.elregional.com.mx/?c=134&a=1782
- Ruíz, G.R., Álvarez, P.E., Noguera, S.R. y Esparza, S.M.S. (2012). **Enseñar y aprender biología evolutiva en el siglo XXI**. Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Vol. 5 N° 9. Monográfico de Evolución. Pp. 80-88.
- Sabbatini, M. (2005). **Centros de ciencia y museos científicos virtuales: teoría y práctica**. Universidad de Salamanca. En: http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_04/n4_art_sabbatini.htm.
- Sánchez, I.L.A. (2007). **Las ciencias sociales en la divulgación científica en México**. UNAM. X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP - UNESCO) y IV Taller “Ciencia, Comunicación y Sociedad” San José, Costa Rica.
- Sánchez, M.A.M. (2000). **La divulgación de la ciencia como literatura**. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México.
- Sánchez, M. M^a.C. (2007). **Diversos enfoques as visitas guiadas nos museus de ciência**. En: MASSARANI, Luisa; Rodari, Paola y Merzagora, Mateo (eds.). *Diálogos & ciência: mediação em museus e centros de ciência*. Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz. p. 21-27.
- Sánchez, M. M^a.C. (2013). **Relación museo-escuela: tres décadas de investigación educativa**. El museo y la escuela: convesaciones de complemento. Sello Explora Parque-Explora, Medellín Colombia. Pp. 15-22.
- Sánchez, M. M^a.C. (2014). **Los museos de ciencia, espacios para la divulgación interpersonal**. Revista Digital Universitaria [en línea]. 1 de marzo de 2014, Vol. 15, No.3 [Consultada: 19 de diciembre 2015]. Disponible en Internet: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num3/art20/index.html>
- Serrano, V.R. y Govea, V.R. (s.f). **Fascículo 6: Bases Genéticas de la Evolución**. En Biología II. Colegio de Bachilleres.
- Storksdieck, M. (2006). **Fiel trips in Enviroment Education**. 1 Edición. Berlín: Berliner Wissenschafts-Verlad.
- Tagüeña, J., Rojas, C., Reynoso, E. (2006). **La divulgación de la ciencia en México en el contexto de la América Latina**. I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I.
- Talisayon, V.M. (1998). **Evaluation of clientele impact of science exhibits**. Science Education International 9, n° 1, 31-36.
- Tal, T. y Steiner, L. (2010). **Patterns of Teacher-Museum Staff Relationships: School Visits to the Educational Centre of a Science Museum**. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education 6 (1). Pp. 25-46.

Tuckey, C. (1992). **Children's informal learning at an interactive science centre.** International Journal of Science Education, 14(3), pp. 273-278.

Wagensberg, J. (2000). **Principios fundamentales de la museología científica moderna.** Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, VII (26).

Wallace, A.R. (1958). **On the tendency of species to means of selection.** III. On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type. J. Proc. Linn. Soc. London 3:53,62.

Zavala, L. (2006). **El paradigma emergente en educación y museos.** UAM. Opción, Año 22, No. 50 (2006):128-141.