



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

FACULTAD DE CIENCIAS

EL ZOOLOGICO DE SAN JUAN DE ARAGÓN COMO  
ESPACIO PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA  
BIOLOGÍA EVOLUTIVA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

ESTELA ROSALES FLORES

TUTORA:

M. en C. ERÉNDIRA ÁLVAREZ PÉREZ



2008



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.

### Hoja de Datos del Jurado

<p>1.- Datos del alumno  Rosales  Flores  Estela  57 68 59 15  Universidad Nacional Autónoma de México  Facultad de Ciencias  Biología  099282545</p>
<p>2.- Datos del tutor  M en C  Eréndira  Alvarez  Pérez</p>
<p>3.- Datos del sinodal 1  Dr  Ricardo  Noguera  Solano</p>
<p>4.- Datos del sinodal 2  MVZ  Guillermo  Islas  y Dondé</p>
<p>5.- Datos del sinodal 3  Dra  Rosaura  Ruiz  Gutiérrez</p>
<p>6.- Datos del sinodal 4  M en C.  Alinka Vannesa  Olea  y Wagner</p>
<p>7.- Datos del trabajo escrito  El Zoológico de San Juan de Aragón como espacio para la enseñanza  aprendizaje de la biología evolutiva  116 p  2008</p>

“Al final conservaremos solo aquello que amamos,  
Amaremos solo aquello que entendamos,  
Entenderemos sólo aquello a lo que fuimos enseñados”.

Baba Diouna, ambientalista, Senegal.

“El amor por todas las criaturas vivientes  
es el más noble atributo del ser humano”

Charles Darwin, naturalista, Inglaterra

...cada vez que una especie animal o vegetal,  
desaparece, las posibilidades de supervivencia  
se reducen para la humanidad.

Miguel Álvarez del Toro

Zoólogo y conservacionista, México

“El propósito de la ciencia no es conquistar  
a la Tierra, sino el entender los mecanismos  
de los ecosistemas y ajustar al hombre a los  
recursos que tiene en el planeta en el que  
ha evolucionado”.

J.J. Hickey, investigador, E.U.A.

## DEDICATORIAS

---

Dedicado con inmenso cariño a las dos personas que hicieron posible con su gran amor que hoy este aquí. A mis padres Gloria Estela Flores y Eduardo Rosales.

Dedicado a la que fue mi compañera de juegos, secretos y aventuras. A mi hermana Verónica.

Dedicado con todo mi amor a esa personita que llegó un día a mi vida y la cambió por completo, que me ha enseñado a disfrutar al máximo cada instante y que día a día se ha convertido en la razón y el compañero de mi vida. A ti José Luis.

Dedicado a la vida, a todas sus fascinantes y hermosas formas, manifestaciones y criaturas, por las que estudié y amo mi profesión y por las que seguiré luchando por mejorar este mundo loco.

Dedicado a mi Universidad, por recibirme y forjarme como el ser humano libre y pensante que hoy soy, porque a pesar de los malos momentos yo seguí con ella, y pregone con orgullo que fui, soy y seguiré siendo parte de ella, a ti mi querida alma máter, Universidad Nacional Autónoma de México.

Dedicado al Zoológico de San Juan de Aragón, porque ha sido mi segundo hogar por mucho tiempo, por que ahí reafirme mi vocación de servicio a la vida, a la ciencia, a la biología, a mi país, dedicado a todos esos seres especiales que alegraron y dieron sentido al trabajo diario de mi servicio, voluntariado y tesis. Dedicado a todos aquellos que son la razón de existir del zoológico, a ti especialmente Yutzil, Altagracia, Beto, Charly, Jason, Carrie, Dragón, Sally, Jack, Lluvia, Viernes, Virgilio y a todos los habitantes de ese maravilloso lugar, esto es para ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

---

Gracias a Dios por ser mi apoyo y refugio en los momentos difíciles, que viví durante la realización de esta tesis, gracias por guiarme y permitirme terminarla satisfactoriamente.

Gracias a mis padres Gloria y Eduardo que siempre me han apoyado y confiado en mis decisiones, gracias por educarme y enseñarme a amar y respetar el mundo en que vivimos. Gracias por cada noche de desvelo que compartieron conmigo, por cada regaño, cada ilusión alimentada y cada alegría. Gracias por ser una de las piezas fundamentales por las que vivo, río, lloro y lucho cada día. Los quiero mucho papás.

Gracias a mi hermana Verónica por una infancia muy feliz en su compañía, por una adolescencia de complicidad y porque a pesar de todo aún sigue siendo y siempre será parte de mí. Te quiero hermana.

Gracias a ti amor, por llegar a mi vida justo cuando este proyecto comenzó hace más de dos años, gracias por impulsarme siempre a terminarlo y no permitir que me rindiera nunca, tu sabes mejor que nadie lo que significa esta tesis, como dices es mi bebé, nuestro bebé; gracias por tu amor, tu apoyo y por ser el motor para todo lo que hago. Te amo José Luis.

Gracias infinitas a mi directora de tesis la M. en C. Eréndira Álvarez Pérez que desde el primer momento aceptó vivir esta aventura conmigo, gracias por creer en este proyecto, que por momentos parecía naufragar, gracias por jalarme las orejas, por impulsarme y creer en mí siempre. Te quiero Er.

Gracias a mis amigos, hermanos del corazón, que aunque a veces no nos vemos, siempre van aquí conmigo, y se que yo voy con ustedes.

A ti Adriana hermana gracias por todos estos años de amistad, apoyo incondicional y cariño, gracias por los momentos especiales, por mi sobrina Angie y por creer en mí.

A ti Rogelio, por todas las clases juntos, las tareas, las prácticas de campo y demás aventuras, gracias por tu cariño y estos años de amistad.

A ustedes Ivonne y Erika, por todos los días de servicio en el zoológico, por todas las risas y las fiestas, gracias por compartir y ser parte de la mejor etapa de mi vida.

Los quiero mucho, mucho a todos.

Gracias a todos los trabajadores, biólogos y médicos veterinarios que me apoyaron durante mi servicio social, voluntariado y la realización de esta tesis. Gracias especialmente a José Luis Angeles, Juan Sánchez, Salvador Angeles, Alejandro Alcántara, y a todos los demás trabajadores que se volvieron mi familia durante todo este tiempo.

Gracias a los biólogos Pedro Montiel, Luis Chavarría y Sandra, por estar al pendiente, apoyarme y creer en mi proyecto.

Gracias al MVZ Guillermo Islas y Donde por ser mi profesor y sinodal de esta tesis, por su apoyo e igualmente por creer en mi trabajo.

Por último no puedo dejar de mencionar y dar gracias a todas y todos aquellos que formaron parte de mi vida y en cierta medida forjaron al ser humano que hoy soy, gracias a todos aquellos que creyeron en mi, por su cariño y apoyo y porque en su momento contribuyeron a que hoy cumpla mi meta. Y gracias a todos los que no creyeron en mí, en mis ideas o mi proyecto, a los que me juzgaron sin darse la oportunidad de conocerme y me condenaron, gracias por que eso templo mi carácter, me hicieron más fuerte, lo que definitivamente me ayudó a que hoy pueda decir que he logrado mi objetivo, a que siga soñando y adelante.

Gracias a todos y esto es por ustedes.

## ÍNDICE

---

	<b>Página</b>
<b>PRÓLOGO</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
<b>MOTIVOS</b>	<b>19</b>
<b>PROBLEMÁTICA Y TESIS</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO 1. Fundamentos disciplinarios</b>	
Evolución de las especies:	<b>22</b>
Evidencias Evolutivas	
Evidencias paleontológicas	<b>23</b>
Evidencias morfológicas	<b>25</b>
Evidencias embriológicas	<b>26</b>
Evidencias biogeográficas	<b>27</b>
Evidencias bioquímicas	<b>27</b>
Teorías evolutivas: La historia	<b>28</b>
El uso y desuso: La teoría de Lamarck	<b>30</b>
El Origen de las Especies: La teoría de Darwin	<b>31</b>
La síntesis moderna	<b>34</b>
<b>CAPÍTULO 2. Contexto</b>	
¿Qué es un zoológico moderno?	<b>37</b>
Educación formal y no formal	<b>40</b>
Antecedentes educativos en los zoológicos	<b>41</b>
Educación e Información: El despertar de la conciencias	<b>44</b>
Educación en el Zoológico de San Juan de Aragón	<b>46</b>



**CAPÍTULO 3. Diseño y descripción del Taller de evolución**

Descripción del Área de Desarrollo	48
Metodología de investigación	49
Diseño y realización de los recursos didácticos	50
Objetivos, organización y sistematización del taller	51

**CAPÍTULO 4. Presentación e Interpretación de resultados**

Resultados por pregunta	67
Resultados de los cuestionarios	91
Desarrollo y resultados del Taller de Evolución	94

**CONCLUSIONES** 101

**SUGERENCIAS** 102

**FUENTES DE CONSULTA** 103

**ANEXOS** 107

## PRÓLOGO

---

Hace más de dos años que comenzó la historia de la tesis que tiene en sus manos, desde su concepción ha tenido muchos cambios y modificaciones, y sin duda este ha constituido el trabajo más arduo, frustrante, gratificante y desgastante de mi vida.

Cuando se comienza a estudiar una carrera las clases y las actividades no parecen ser muy diferentes a la secundaria o la preparatoria, solo que en la facultad las tareas, investigaciones y proyectos ya están enfocados a la licenciatura que se haya elegido, en mi caso: la ciencia, la biología.

El tiempo se va muy rápido y cuando te das cuenta ya estas en los últimos semestres de la carrera y te ves en la necesidad de pensar como es que te vas a titular. Recientemente por lo menos en la Facultad de Ciencias se han aprobado varias opciones para titularse entre ellas el Servicio Social o por promedio; pero cuando yo tuve que decidirme, la única opción viable era llevar a cabo un trabajo de investigación: una tesis.

Al principio creí que sería como un reporte común y corriente sólo que más extenso y especializado; y fue entonces que me propuse, que el tema que desarrollaría tenía que apasionarme y gustarme mucho, así como reflejar los conocimientos adquiridos durante mis estudios y el amor que tengo por mi carrera.

En la carrera de Biología para realizar tu tesis por lo regular ingresas a un Taller donde un grupo de maestros e investigadores especializados en cierta rama de las ciencias biológicas, te guiarán y ayudarán a cumplir con este requisito y seguramente uno de ellos será quien dirija tu investigación. Cuando se relata de esta forma parecería que es sencillo hacer una tesis, pero por lo menos mi experiencia personal fue todo lo contrario.

El taller consta de cuatro niveles, uno por semestre y en teoría debe cursarse el primer nivel durante el quinto semestre de la carrera, yo no lo curse sino hasta el séptimo semestre ¿Por qué? Primero porque no me sentía lista para comenzar la tesis y segundo porque ninguna de las temáticas de los talleres disponibles me llamaba la atención. Yo quería algo sobre conservación, conducta animal, o manejo de fauna silvestre en cautiverio, pero no había ni un solo taller abierto sobre estos temas. Una compañera me habló del Taller de la Dra. Rosaura Ruíz “Teorías y conceptos centrales del evolucionismo: de Darwin al genoma”; y llamó mi atención el hecho de que había cierta flexibilidad en la elección de tema para desarrollar la tesis.

Fui a la junta informativa y después de meditarlo un poco me decidí y entre a este taller, desde las primeras sesiones debo confesar que me gustó y me identifiqué rápidamente con los profesores, los cuales desde el comienzo del semestre nos pidieron pensáramos sobre que tema, íbamos a realizar nuestro trabajo de investigación.

Para estos tiempos ya había cursado la materia optativa del Zoológico como Centro de Conservación, en el Zoológico de San Juan de Aragón y me encontraba realizando mi servicio social en este mismo zoológico en el plan de Enriquecimiento Animal; siempre he sentido gran pasión y fascinación por los zoológicos, por la conducta y el manejo de fauna en cautiverio; por lo que decidí que mi tesis la realizaría en este zoológico bajo alguna de esas temáticas.

Lo propuse en el Taller y me dijeron que no había ningún problema sólo que el proyecto debía ser sobre algo relacionado con el evolucionismo y en ese momento fue que comenzó la aventura de hacer esta tesis y el resultado que tienen hoy en sus manos tuvo decenas de títulos distintos, decenas de hipótesis, de diseños, de ideas.

Empezó como todas las tesis empiezan, como un proyecto enorme y con posibilidades ilimitadas, casi irreal, pero poco a poco fue tomando forma, acotándose, adquiriendo ritmo y color, como la obra maestra de la vida de un artista. Paso por cientos de revisiones, críticas, exposiciones, censuras, halagos; hasta que adquirió el sentido y la forma que daría paso al diseño del corazón de este trabajo: El Taller de Evolución.

El diseño de este taller, de los juegos, dinámicas, el recorrido y los instrumentos de evaluación se llevaron varios meses, durante ese tiempo debo confesar que debido a varias cuestiones personales me aleje del taller, de la facultad y de las asesoras de este trabajo, y me dediqué a dar rienda suelta a la creatividad y a la imaginación, y así pase casi seis meses construyendo, creando, dibujando y pintando cada uno de los elementos y materiales de los juegos del taller de evolución.

Claro que esta situación de alejamiento trajo consecuencias, que significaron perder algunos meses entre correcciones y negativas a mi trabajo por parte de una de mis asesoras, caso contrario el de la directora de estas tesis la M. en C. Eréndira Alvarez que desde que la elegí; me apoyó incondicionalmente y desde el primer momento me dio luz verde para trabajar con los niños que asistieran al zoológico. La situación en el zoológico se fue complicando mas y más hasta que sucedió una ruptura, esto me costó algunos meses más en los que confieso muchas veces pensé en desertar, en dejarlo por la paz, llegaron días en que no quería saber más sobre nada de este trabajo.

Pero para mi suerte tengo a varios ángeles que me impulsaron y ayudaron a seguir adelante, y seguí hasta que me dieron la oportunidad de aplicar el taller y fue una experiencia sumamente gratificante, aún antes de analizar los resultados el llevar a cabo este taller fue un gran éxito para mi.

Ya analizando los resultados durante los meses siguientes, se demostró que el taller de evolución es una buena opción para la enseñanza de la biología evolutiva, no sólo en los zoológicos sino que puede ser utilizado en los museos, plazas publicas e incluso en las aulas de la instituciones educativas formales.

Por estas y muchas razones es que se decidió que este trabajo participara en los Premios para la Socialización de la Ciencia, organizado por el Instituto de Ciencia y Tecnología del Gobierno del Distrito Federal; ganando en el mes de noviembre del 2007 el primer lugar en la categoría de Evolución Biológica, bajo la modalidad de proyecto de investigación. Como parte del premio el taller se presenta en el Programa de Ciencia en las Calles, en varias plazas publicas de la Ciudad de México; lo que permite que mi trabajo impacte y llegue a muchísimas más personas de las que imagine cuando empecé todo esto. Este premio le ha dado otro valor a mi trabajo y otro sentido a lo que este significa para mí y para las personas que se han involucrado en él.

Mes y medio después de recibir el premio terminé de redactar esta tesis, desde entonces hasta hace unos días estuvo en revisión por parte de mis sinodales que debo decir son los mejores, mi bebé no pudo tener mejores padrinos definitivamente.

Se que los prólogos no son necesariamente la reseña de la historia del trabajo que preceden, pero espero que las personas que lean este documento comprendan que necesitaba contar lo que esto significo para mi, tal vez les interese mi historia, o tal vez leer esto les sea útil para su experiencia personal, y se que leer este prólogo les ayudará a todos a entender mejor el trabajo de investigación que viene a continuación.

No se si durante lo que me resta de vida vuelva a hacer una tesis, aun no se si seguiré estudiando, no se que pasará conmigo mañana, tampoco se si esta tesis seguirá causando controversia, o generará vocaciones a la ciencia, si se aplicará como un programa educativo en diferentes instituciones, entre ellas los zoológicos.

Lo que sí se, es que esta tesis ha sido todo para mí durante los últimos 2 años, que ha sido una experiencia maravillosa que me permitió madurar profesionalmente, reafirmar mi vocación, pero que sobre todo me ha hecho mejor ser humano, más fuerte y más madura.

En ese sentido este trabajo ha servido por supuesto, para cumplir con el requisito para titularme, y también para ganarme un premio, pero más allá de todo constituye el fruto de una vida de estudios, de clara vocación por la vida; en cada página, cada letra hay un pedazo de mi alma y de mi vida, un desvelo, una risa, una idea, una lágrima, unas ganas enormes de crear conciencia, de generar vocaciones a la ciencia, y créanme eso para mi es lo más importante, y es un placer que todos los interesados puedan tener acceso a este trabajo.

Haciendo un recuento del lo invertido, lo sufrido, lo ganado, lo aprendido... del tiempo transcurrido, puedo decir que ha valido la pena... trabajar por lo que creo es lo correcto... trabajar por la ciencia... por mi Universidad... por mi país... siempre valdrá la pena.

**Biol. Estela Rosales Flores**

## INTRODUCCIÓN

---

En la ciencia, particularmente en biología, existen dos conceptos integradores: uno es la organización de la materia viva y el otro es la evolución. Al respecto T. Dobzhansky (1973) acuñó una frase que refleja con claridad la importancia de la teoría evolutiva en el contexto biológico: “Nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución”. Actualmente ningún estudioso de la naturaleza del conocimiento biológico cuestiona el papel de la evolución como el cuerpo teórico global y unificador de la biología. La teoría de la evolución es la pieza fundamental de la biología y posee una importancia científica y social indiscutible<sup>1</sup>.

Sin embargo el ritmo vertiginoso en que la mayoría de los habitantes de las grandes ciudades sobrevivimos, nos ha llevado a perder de vista, de donde venimos, porque estamos aquí; hemos dejado de cuestionarnos, de analizar, de investigar, hasta finalmente olvidar e ignorar cada vez más, lo que los otros seres vivos significan en la dinámica de nuestras vidas.

Vivimos sumamente aislados de un ambiente natural, de nuestras raíces, y es curioso e irónico a la vez pero eso es lo que hoy se considera como “EVOLUCIÓN”, progreso, crecimiento; la publicidad y la mercadotecnia nos lo dicen a cada momento, “compra el nuevo auto de moda y evoluciona”, “Mientras más triunfes en los negocios, mas evolucionado eres” incluso las cosas como las computadoras o los celulares evolucionan en estos tiempos; la evolución hoy en día se ve como un proceso que sólo se da en los seres humanos que es lineal y tiene un fin determinado, progresar, desarrollarse ya sea tecnológica, económica o intelectualmente.

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, define evolución como: cambio de forma; acción y efecto de evolucionar; desarrollo de las cosas o de los organismos, por medio del cual pasan gradualmente de un estado a otro; Evolución Biológica<sup>2</sup>.

Se hace evidente que dar una sola definición a esta palabra es algo sumamente complicado, y más últimamente que su uso es indiscriminado en todos los ámbitos, y si

---

<sup>1</sup> Guillén, Fedro Carlos (1995), “Problemas asociados a la enseñanza de la evolución en la escuela secundaria: algunas sugerencias”, *Ciencia*, vol.46, núm.2 página.159.

<sup>2</sup> *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española* (2001). Vigésima segunda edición. Tomo 5. España. página 686.

definirla en una sola frase es complejo, enseñar y aprender todo lo que implica este concepto, se ha vuelto todo un reto en la enseñanza de nuestros días.

Esta problemática es la que inspiró esta investigación: ¿Cómo enseñar efectivamente evolución? ¿Es el aula la única opción para enseñar y aprender evolución biológica? ¿Podría ser el zoológico un lugar propicio para enseñar y aprender evolución? Estas fueron las primeras preguntas que surgieron dando paso a la tesis que tienen en sus manos.

Es indiscutible que vivimos en una época de grandes contrastes. Uno de los más trascendentes es el creciente interés por salvaguardar plantas y animales, al mismo tiempo que los ecosistemas son destruidos a un ritmo acelerado. Con respecto a esto es bien sabido que merced al desarrollo de la ciencia y la tecnología numerosos hábitats, han sido modificados, dominados o la mayoría de las veces destruidos, lo que ha puesto en estado de alerta a la población sobre lo que está sucediendo con la vida en el planeta. Esto ha generado que se replantee la importancia de conocer, respetar y conservar la diversidad biológica, en diversos foros mundiales, buscando empezar a resarcir, lo que los seres humanos hemos destruido aceleradamente durante siglos<sup>3</sup>.

En este sentido los zoológicos del mundo juegan un papel importante, ya que cada vez los hay en mayor número y cada vez más se convierten en la única opción de supervivencia de muchas especies que se encuentran amenazadas, por la acción humana sobre sus hábitats o poblaciones. Además de que hoy en día albergan gran parte de la diversidad biológica del planeta, lo que les confiere una gran responsabilidad sobre como estos lugares utilizan sus recursos, más allá de la sola recreación del público que los visita<sup>4</sup>.

Pero en este panorama qué papel juega la Evolución Biológica, pues bien; la diversidad biológica es el resultado directo de este proceso de evolución, como se explica más ampliamente en el primer capítulo de este documento, toda la diversidad de organismos que habitan este planeta son el resultado de cambios producidos por diversos factores en los individuos, estos cambios se han ido transmitiendo de generación en generación, durante millones de años de historia de vida en la Tierra. Por supuesto que

---

<sup>3</sup> Navarajo, L. (1993) Los Zoológicos: ¿Cuál es su misión cultural? *Ciencias*. No. Especial. Mayo 1993. 71-75

<sup>4</sup> Navarajo, L.; *op. cit.*; página 74.

evolución es mucho más que esto y por lo mismo es un tópico complicado de explicar y por consecuencia de enseñar y aprender. Ya que por su naturaleza de concepto unificador, la explicación de este implica muchas más consideraciones, teorías y conceptos<sup>5</sup>.

Es en este punto donde se hizo la conexión entre el zoológico y la enseñanza de la biología evolutiva, al considerarse a este recinto como un espacio privilegiado para la implementación de novedosas estrategias educativas que facilitarán su comprensión, que auxiliarán a la educación en las aulas escolares, y así mismo resignificarán las actividades educativas que ya se llevan a cabo en los zoológicos modernos.

La educación básica en México ha tenido cambios significativos en los últimos años, se han diseñado e implementado nuevos programas educativos, y se ha dado prioridad a la enseñanza de la lengua extranjera y la computación, por lo que se ha disminuido el número de horas y comprimido los programas de las asignaturas de ciencias, siendo de las más afectadas en este sentido la enseñanza de las ciencias biológicas.

En la educación primaria los niños cursan la materia de ciencias naturales de primero a sexto año, lo que para muchos significará su único acercamiento con la ciencia y con la biología, en el sexto año es donde ven el tema de evolución de las especies, el bloque uno del libro de texto gratuito se llama ¿De dónde venimos? De ahí en adelante casi medio curso tratará sobre temas evolutivos; que van desde el origen del universo, fósiles, extinciones, variabilidad, diversidad, ancestro común, hasta evolución de mamíferos y por último evolución del hombre<sup>6</sup>.

Por lo anterior es importante que los niños tengan una buena formación en estos temas ya que probablemente será la única vez en sus vidas que los tratarán tan ampliamente, porque al pasar a la secundaria, con las reformas que se hicieron a los programas en el 2006; tendrán la materia de biología solamente durante el primer grado y el tema de evolución se ve de forma breve en el bloque 1 junto con el tema de diversidad<sup>7</sup>.

Sólo los jóvenes que tengan acceso a una educación media superior volverán a ver el tema, y los pocos que se dediquen a las ciencias biológicas, sabrán a fondo, lo que

---

<sup>5</sup> Guillén, F. C. (1994), El nuevo enfoque de la enseñanza de la biología en secundaria, *Ciencia*, vol.45: página. 248.

<sup>6</sup> Barahona, A.; *et al*; (2006) *Libro de Texto Gratuito*. Ciencias Naturales. Sexto Grado. Cuarta reimpression (ciclo escolar 2007-2008) Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos. SEP. México D.F.

<sup>7</sup> *Diario Oficial de la Nación*. Segunda Sección. SEP. 26 de mayo 2006.



es la evolución de las especies, que implica y porqué es que unifica a las disciplinas biológicas. Lo que en realidad es lamentable en tanto los conceptos evolutivos son de los más trascendentes, en la historia de diversos campos culturales y no sólo científicos.

Todo esto pone en un estado aún más crítico a los niños y jóvenes que habitan las zonas urbanas de nuestro país, ya que cada vez se alejan más de un contacto estrecho con la fauna y la flora de la región donde habitan y muchas veces el único acercamiento que tienen a un animal silvestre vivo es teniendo una visita al zoológico, acuario o reserva de la localidad donde viven<sup>8</sup>.

Es aquí donde se hace importante que esta experiencia sea lo más gratificante, provechosa y educativa posible porque el estar cerca de un animal originario de tu país o de alguna lejana parte del planeta, ver como come, duerme, juega, se mueve o se reproduce, es una experiencia que no se puede comparar con nada, en un aula se pueden enseñar hermosos dibujos, incluso videos y el mejor maestro puede explicar como es que un elefante usa su trompa, o las adaptaciones a la vida acuática de un lobo marino, pero jamás esto se comparará con verlo y vivirlo en persona<sup>9</sup>.

En el segundo capítulo de este documento se da una amplia visión de los objetivos que para este efecto se han planteado los zoológicos modernos, específicamente los de la Ciudad de México y en concreto el sitio de desarrollo de esta tesis: El Zoológico de San Juan de Aragón. Los esfuerzos educativos en estos centros han ido incrementándose en los últimos años, todos en su mayoría enfocados en la ahora llamada educación para la conservación. Se dan pláticas, talleres, juegos y dinámicas enfocados en estos temas<sup>10</sup>

Mientras realizaba el servicio social y el voluntariado en el zoológico de San Juan de Aragón, tuve la oportunidad de formar parte y trabajar en varias áreas de esta institución; lo cual me proporcionó una visión y un amplio conocimiento de cómo se maneja un lugar como esté, lo que cuesta tanto económica como profesionalmente el buen mantenimiento de todos los ejemplares que conforman la colección.

Tuve también la oportunidad de participar durante un tiempo en las actividades del Área Educativa de este zoológico lo que permitió darme cuenta que los recursos educativos están subestimados y que el potencial que ofrece esta institución, no se está explotando del todo, esta problemática y mi interés por la enseñanza de la biología

---

<sup>8</sup> Purrington, Colin B. (2006) "*The conservation of evolution education in zoos*" Department of biology. Swarthmore College, Pennsylvania, USA. Pág. 13

<sup>9</sup> Barraza, L. (1994) *Los zoológicos en camino hacia la educación*. Manual para el educador. Secretaria de Servicios Educativos para el Distrito Federal. SEP. México. Página ii.

<sup>10</sup> Pacheco, M. F. (2000) *Plan Maestro Educativo*. Dirección General de Zoológicos de la Ciudad de México.

evolutiva fue lo que hizo decidirme a realizar esta tesis en ese zoológico y bajo esa temática.

En el tercer capítulo de esta tesis, se describe detalladamente cómo fue la concepción, diseño, construcción y como se desarrolla la dinámica del taller que posteriormente se aplicó a alumnos de sexto año de primaria que visitaron el zoológico. En el diseño del recorrido se tomó mucho en cuenta, el vincular lo que cada albergue muestra, con los distintos conceptos que se eligieron como marco conceptual de este taller de evolución; para así hacer uso de todos los recursos que nos ofrece este recinto, además este recorrido reforzó y complemento las actividades lúdicas que son la estrategia central del taller.

El juego es algo muy importante para el taller de evolución ya que a la vez de ser divertido y entretenido es una estrategia que permite la socialización y cooperación entre los participantes, facilita el aprendizaje de cualquier tópico; ya que mientras se juega, se experimenta; la mente se despierta y se mantiene interesada, para finalmente lograr los dos objetivos principales de estas actividades que son: 1) Que los participantes adquieran los conocimientos deseados y 2) que algún equipo logre ganar el juego; lo cual permite y facilita que se retenga información y se despierte la curiosidad por los temas que se manejan en dichos juegos<sup>11</sup>.

El taller de evolución está conformado de 4 juegos; que fueron diseñados y contruidos por la autora de esta tesis, dos de ellos se llevaron a cabo cerca de albergues dentro del zoológico, lo que le dio un valor agregado a la actividad ya que los juegos se relacionaban directamente con los animales de dichos exhibidores; los otros dos juegos se llevaron a cabo en las instalaciones de Área Educativa; cada uno de los juegos tiene una dinámica distinta, creando un reto atractivo para los participantes.

En todos los juegos se tratan conceptos evolutivos y evidencias evolutivas, siendo estos muy vistosos, coloridos y entretenidos, pero al mismo tiempo manejando información trascendente, importante y básica para el buen entendimiento del proceso evolutivo.

El taller se aplicó a dos grupos de sexto de primaria, los cuales contestaron un cuestionario a su llegada lo que nos permitiría conocer con que conocimientos contaban los participantes sobre los conceptos del marco conceptual, al terminar el recorrido y todas las actividades se les aplicó el mismo cuestionario, para así comparar los resultados

---

<sup>11</sup> Martínez, M. Eugenia (1999) *Áreas Interactivas... una alternativa de educación en los zoológicos*. Zoológico de Guadalajara. México.

de estos dos instrumentos y evaluar si los participantes adquirieron los conocimientos que se pretende aprendan con esta estrategia educativa. Los resultados obtenidos de los pre-test y post- test se presentan a detalle en el cuarto capítulo de este documento. Así mismo se lleva a cabo el análisis y la interpretación de estos resultados, con base en lo arrojado por los cuestionarios aplicados en el taller de evolución.

Hacia el final del documento se presentan las conclusiones y sugerencias pertinentes, lo que constituye sin duda una parte muy importante e interesante de esta tesis.

Por su carácter de investigación pionera esta tesis constituye un trabajo atractivo, novedoso y una nueva estrategia educativa que dará un giro a lo que se venía haciendo en los zoológicos, dándole a éstos la oportunidad de resignificar sus objetivos y programas educativos y dándole, a la vez, mas alternativas a las instancias educativas formales para enseñar evolución biológica, además de enriquecer y cambiar el enfoque con que las personas y sobre todo los niños y jóvenes visitan el zoológico.

Los zoológicos deben dejar de verse, como sólo un lugar de recreación y entretenimiento; por lo que las personas que trabajamos ahí y creemos en el potencial de esta institución debemos comprometernos con todas las valiosas vidas que están a nuestro cargo y hacer todo lo necesario para que el zoológico se convierta en un centro integral de educación, reflexión, conservación y por qué no de esparcimiento familiar que fomente valores y conciencia. Si lo logramos, el tener a un animal cautivo tomará mucho más sentido y los zoológicos tendrán una razón más de peso para seguir existiendo<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Morrone, J. Fortino, A. (1997) ¿Deben existir los zoológicos? *Ciencia Hoy*. **Volumen 8.Nº43. Nov/Dic.**

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Generar propuestas innovadoras de enseñanza-aprendizaje de conceptos evolutivos en espacios abiertos y con organismos vivos.

### **Específicos**

- Generar estrategias didácticas innovadoras para facilitar el aprendizaje de un tema complejo, en buena medida abstracto y de gran relevancia para entender los procesos vitales como lo es la evolución de las especies.
- Diseñar e implementar un taller de evolución para los niños de sexto de primaria que visiten el zoológico de San Juan de Aragón.
- Comparar las ideas previas de los niños que participan en el taller con los resultados obtenidos después del taller para valorar sus aprendizajes.

## **MOTIVOS**

La estrategia mundial de conservación en zoológicos enfatiza que los seres vivos son la base de la educación en estos recintos. La razón por la que este tipo de centro tiene un número alto de visitantes es por que los seres vivos son un poder de atracción enorme y el impacto que tienen sobre los visitantes a través de un acercamiento físico no se puede reemplazar con ningún otro tipo de experiencia.

Los zoológicos nos ofrecen posibilidades educativas únicas e infinitas, ya que estos recintos tienen muchas características que favorecen la tarea de enseñar-aprender todo tipo de tópicos, desde los más básicos hasta los más complejos como la evolución biológica. El que todo tipo de público tenga acceso a estos lugares, desde bebés hasta ancianos, es una de estas características universales con las que cuenta un zoológico, tiene acceso gente de escasos y altos recursos, ya que la entrada concretamente en los 3 zoológicos de la Ciudad de México es gratuita. El que tantas especies vivas de animales diferentes, de tantas regiones distintas del mundo, estén en un mismo lugar, es algo con lo que ninguna otra institución cuenta, además de que con el nuevo concepto de “Zoológico Moderno” los animales ya no son vistos como entidades independientes, sino que son vistos en el contexto de su hábitat (vegetación, cuerpos de agua, clima), lo que ayuda grandemente a una concepción educativa y ecológica mucho más completa.

Debe también tomarse en cuenta que la disponibilidad de los visitantes a la información educativa se da gracias a la atracción de la fauna silvestre viva, que es la base del enorme valor de los zoológicos y de su potencial educativo. Además, la actitud positiva con la que la mayoría de los visitantes entra a los zoológicos los hace

individuos susceptibles de recibir información acerca de diversos tópicos, desde conservación y educación ambiental, hasta conceptos más complejos como diversidad, variación, adaptación o distribución biogeográfica; conceptos básicos para el entendimiento de la evolución de las especies.

Con esta investigación se busca potenciar esta actitud positiva, para educar y generar conciencia de la importancia de establecer un nuevo balance entre los seres humanos y los sistemas biológicos de la Tierra, ofreciendo una propuesta educativa que se ajuste a las características, necesidades e intereses de los visitantes, esto gracias a que en los zoológicos se lleva a cabo la modalidad educativa no formal, la cual dadas sus características facilita la integración de programas educativos de vanguardia y la implementación de estrategias educativas novedosas.

Uno de los argumentos más importantes para la realización de esta tesis, es el hecho de que los zoológicos son vistos en la actualidad como centros de conservación; pero educativamente, por esta fiebre conservacionista la mayoría de las veces se han dejado de lado temas trascendentales, subestimando así el enorme potencial que tienen estos espacios.

Creo firmemente que se debe tomar en cuenta algo que es fundamental; no podemos conservar, cuidar o rescatar algo que no conocemos a plenitud, sólo podemos amar lo que conocemos bien; cuando conozcamos de donde surgieron todas las formas de vida que existieron y que existen, cuando entendamos nuestro propio origen y el papel que jugamos en este planeta, entonces, solo entonces empezaremos a amar todo lo que nos rodea y así el conservar de un manera sustentable nos será mucho más sencillo y gratificante, este trabajo de investigación resignificará entonces las actividades educativas que ya se llevan a cabo en el zoológico.

Es difícil que la comprensión de temas como la biología evolutiva se dé de una forma espontánea, debe diseñarse actividades o programas dirigidos específicamente a estos temas, en esto radica la importancia de desarrollar esta investigación, en tanto puede sentar precedentes y servir como una opción para la educación integral en el zoológico.

Es importante también tomar en cuenta que en la enseñanza de la biología evolutiva, hay muchos problemas por parte de los docentes en la manera en que la imparten, lo que es otro punto a favor de esta tesis; ya que en el taller diseñado se aclararán conceptos, lo que podría auxiliar a los profesores en sus clases sobre evolución; proporcionando a los asistentes una experiencia única que no se puede dar más que en un espacio como este.

## **PROBLEMÁTICA**

Los zoológicos modernos en general y en específico el Zoológico de San Juan de Aragón, cuentan con recursos educativos infinitos y únicos; y a pesar de que en los últimos años los esfuerzos educativos han sido muchos, éstos están encaminados a crear en los visitantes una conciencia “conservacionista”, este es el problema educativo central que inspiró esta tesis, y no es que enseñar educación ambiental esta mal, para nada, pero hace falta reforzar las actividades que ya se llevan a cabo, darles un mayor significado y explotar lo más que se pueda los recursos que un zoológico nos ofrece.

El sustento y mantenimiento de un recinto como este es sumamente costoso, lo que los visitantes logran percibir de este aspecto es mínimo, comparado con lo que cuesta que ellos puedan tener a su disposición un espacio así. La visita al zoológico debe dejar de verse como un mero rato de esparcimiento, el zoológico tiene la posibilidad de enseñar mucho, de una forma divertida y diferente a como se hace en las aulas, este espacio nos da la posibilidad de hablar sobre historia natural, anatomía comparada, fisiología, distribución biogeográfica, filogenia, botánica, ecología, y por supuesto del eje teórico de la biología; la evolución biológica.

Hasta el momento y sobre todo en México no se han explorado estas opciones educativas, lo que también es un problema ya que los recursos existen *per se*, pero se ha subestimado el potencial que estos recintos tienen y se ha subestimado también lo que una visita bien encaminada puede hacer en la conciencia y entendimiento de los visitantes.

## **TESIS**

De usarse de una forma eficiente los recursos educativos en un zoológico se puede concientizar y enseñar al público exitosamente, y la visita a un lugar como este será más que simple recreación y esparcimiento familiar, entonces el tener a un animal cautivo cobrará mucho mas sentido.

A pesar de que enseñar temas complejos como la evolución no es uno de los objetivos primordiales en la mayoría de los zoológicos, dadas todas las características que tiene a su favor; un recinto como este es potencialmente aprovechable para enseñar-aprender y por supuesto auxiliar y aclarar conceptos que en las clases impartidas en las instituciones educativas formales no quedaron claros, de un tema tan importante como lo es la biología evolutiva.

## CAPITULO 1. FUNDAMENTOS DISCIPLINARIOS

---

### **Evolución de las Especies: una certeza científica**

En todos los seres vivos del planeta se observan dos características básicas: LA UNIFORMIDAD y LA DIVERSIFICACIÓN.

Una gran uniformidad en cuanto a la composición química de los elementos que los conforman como las proteínas, aminoácidos, carbohidratos, grasas. Uniformidad también en su organización biológica: en células, organelos, tejidos, órganos. Y que decir de los diversos procesos funcionales y metabólicos como la respiración, obtención de nutrientes, crecimiento o reproducción. Gracias a todos estos aspectos en los que se observa una gran unidad en los diferentes grupos de seres vivos, es que se pueden establecer una serie de generalizaciones que constituyen la base de los estudios biológicos.

La otra característica básica; la diversificación la cual se nota en las distintas formas de vida existentes, de tal modo que la comparación de los organismos actuales y fósiles pone de manifiesto una amplia gama de tipos de organización, de estructuras y de formas vivientes, tanto en el reino animal como en los otros cuatro reinos que conforman la filogenia de la vida, lo cual nos da como resultado una diversidad de seres vivos realmente impresionante.

La primera característica mencionada, la uniformidad observada en algunos aspectos de los seres vivos, nos revierte a un *origen común* para todos; a partir de este origen o punto de arranque se ha venido dando una gradual transformación que a través del tiempo geológico ha dado como resultado inequívoco la diversidad que hoy conocemos.

Ambas características armoniosamente conjugadas e interpretadas son la base de uno de los más trascendentales conceptos en la biología; LA EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES. La biología evolutiva es un campo del conocimiento, que tiene por objeto el estudio de los cambios sucedidos durante la historia de la tierra en los seres vivos y que han dado como resultado la diversificación a partir de antepasados comunes.

El hecho de la evolución de las especies no siempre ha sido aceptado como tal, incluso hoy corrientes como la del "Diseño Inteligente" siguen poniendo en duda su veracidad. Frente a este hecho imperaron durante muchos años los planteamientos e ideas cerradas y fijas que solo admitían la inmutabilidad de los organismos; a pesar de esta tendencia fijista y creacionista, han existido desde la antigüedad diversas ideas que podrían ser consideradas evolucionistas, aunque estrictamente se consideran como antecesoras del actual concepto de evolución.

La evolución quedó establecida como un proceso que inequívocamente sucede día a día en la naturaleza; no solo por haber triunfado en los debates entre filósofos o lógicos de gabinete, sino porque unificó miles de observaciones dispares realizadas por anatomistas comparativos, naturalistas de campo, geólogos, paleontólogos, botánicos, genetistas y bioquímicos. Sin el concepto englobante de un mundo en constante cambio a lo largo de inmensidades de tiempo, no existiría lo que se considera “la ciencia moderna”<sup>1</sup>.

La idea de que todas las especies están relacionadas por una ascendencia común cuenta no sólo con el apoyo de argumentos racionales, sino con evidencias de muchos campos de investigación interconectados, cada uno de los cuales complementan y apoyan los demás. La evolución está tan bien confirmada como la ley de la gravedad. Parafraseando a un destacado paleontólogo; las manzanas no dejarán de caer, mientras los científicos discuten si la ley de la gravitación de Newton ha sido superada por las teorías de Einstein. Y las especies seguirán cambiando a lo largo del tiempo mientras se sigue investigando el cómo y porque de la evolución<sup>2</sup>.

Tratándose de un concepto que en la actualidad cuenta con evidencias contundentes que aportan diversas disciplinas de la biología, ya no se discute si la evolución existe o no. Estas evidencias provienen de diversas disciplinas tales como: la paleontología, la morfología, y la embriología además otras ciencias también proporcionan datos de gran utilidad como la fisiología, la biogeografía, la geología entre muchas otras. Estas evidencias son suficientes para afirmar con toda seguridad que la evolución de las especies es un hecho que sucede todo el tiempo en la naturaleza; a si mismo se puede decir que toda la enorme diversidad de organismos que existen hoy en nuestro planeta es resultado inequívoco de este fascinante e interesante proceso.

## **EVIDENCIAS EVOLUTIVAS**

### **Evidencias paleontológicas.**

Una de las disciplinas que fue decisiva en la conformación de las diferentes teorías evolutivas que han existido, sin duda es la paleontología, la cual se ocupa del estudio de los fósiles, es decir restos de animales, plantas y otros organismos que habitaron nuestro planeta en épocas pasadas, y que dejaron sus restos o huellas en alguna capa de roca sedimentaria de la Tierra.

---

<sup>1</sup> Ayala, F. J. (1997) *La teoría de la evolución. De Darwin a los últimos avances de la genética*. Bolsistemas, Madrid. [s.p.]

<sup>2</sup> Milner, Richard. (1995) *Diccionario de la evolución*. Biblograf. Barcelona [s.p.]



El hallazgo de tales restos es una evidencia irrefutable de la existencia de animales, plantas y microorganismos distintos de los existentes en la actualidad. Cualquier parte o huella de un organismo que ha sido conservado en alguna capa de la corteza terrestre se le denomina fósil. Para que estos se formen es necesario que sus partes duras, y raramente las blandas, sean substituidas lentamente por minerales, proceso conocido como petrificación, en otros casos son sólo las huellas las que quedan impresas en el sustrato donde son preservadas, o incluso puede quedar el organismo completo inmerso en resina lo que con el paso de millones de años se convertirá en ámbar, siendo todos estos procesos distintos de fosilización<sup>3</sup>.

La gran importancia de las evidencias fósiles radica en que las rocas en las que se encuentran, rocas sedimentarias, se han ido formando por sucesivos depósitos de materiales, de tal manera que se disponen en una serie de estratos o capas que son más antiguas cuanto más inferiores, así, a medida que se desciende en las capas de rocas, se van encontrando organismos fosilizados cada vez más primitivos.

Los estratos sedimentarios constituyen por tanto las hojas de un libro, en las que se puede ir leyendo a través de sus fósiles los cambios presentados en los grupos de plantas y animales e incluso bacterias y otros organismos a lo largo del tiempo.

Sin embargo debe tomarse en cuenta que aunque la paleontología nos ofrece grandes y fuertes evidencias que sustentan el proceso evolutivo de las especies; al mismo tiempo hay varias lagunas, esto debido a varios factores importantes: como la fosilización sólo es posible cuando los organismos presentan partes duras como esqueletos, conchas, placas dientes, etc. Los primeros seres vivos no contaban con estas estructuras, por tanto se carece de fósiles de estos organismos; por otra parte, los fenómenos de magmatismo y metamorfismo a que se han visto sometidas muchas rocas sedimentarias han destruido los fósiles que podían contener, sin contar además con que no se han explorado todos los yacimientos existentes<sup>4</sup>.

Estas son las razones por las que las aportaciones paleontológicas son en muchos casos, fragmentadas, por lo que deben interpretarse de forma correcta para poder sacar conclusiones evolutivas válidas. En este sentido los hallazgos paleontológicos que apoyan la evolución de modo más claro y firme son aquellos que han permitido la reconstrucción de series filogenéticas o el descubrimiento de formas intermedias entre grupos aparentemente distintos, pero íntimamente ligados por cercanías filogenéticas. Hay un gran número de ejemplos representativos como la referida a la evolución de los équidos que dio lugar al caballo actual.

---

<sup>3</sup> A. Hallam, P. Hutchinson, P. Barnett. (1999). *Geología*. Tomo 5. Ediciones Nauta. Barcelona. Págs. 103-104

<sup>4</sup> Urba, E. S. (1998). Evolution, species and Fossils: How does life evolve? *South African Journal of Science* 76: 61-84

### **Evidencias Morfológicas.**

Los estudios de anatomía comparada ponen de manifiesto que las especies que conforman cualquiera de los grupos taxonómicos superiores, tiene semejanzas fundamentales en su estructura básica; por ejemplo, todas las especies del *Phylum Arthropoda* tienen un notable desarrollo de su exoesqueleto el cual siempre contiene quitina, la formación de regiones diferenciadas del cuerpo llamadas tagmas y la presencia de patas y otros apéndices articulados, todas estas semejanzas se interpretan como consecuencia de la evolución a partir de un antepasado común<sup>5</sup>.

En el curso de la evolución las estructuras afines de los descendientes de un ancestro común, se tornan cada vez más diferentes, sin embargo por medio de los estudios anatómicos, pueden distinguirse los indicios del origen común inicial. Así por ejemplo todos los vertebrados tetrápodos, es decir, anfibios, reptiles, aves y mamíferos tienen un origen común pues evolucionaron de un grupo de peces ancestrales que lograron adaptarse al medio terrestre. Como consecuencia de este antepasado común tienen una serie de rasgos o caracteres constitucionales, también comunes, como la columna vertebral, cuatro extremidades, sistema nervioso dorsal, corazón ventral, entre otros.

Al concentrarse en las extremidades, es relativamente sencillo darse cuenta que los tetrápodos presentan un mismo esquema de organización, tanto en lo que se refiere a la distribución de los huesos, como a los músculos, nervios, y vasos sanguíneos. Pero si se observa sólo los huesos, podremos notar que ambos pares de extremidades están contruidos siguiendo un mismo patrón básico. Este modelo comprende un brazo o muslo, formado por un solo hueso, húmero o fémur, el antebrazo o pierna con dos huesos paralelos, cúbito-radio o bien tibia-peroné, y la mano o el pie, formados por varios huesos carpianos o tarsianos en la muñeca o talón, metacarpianos o metatarsianos y falanges que forman los dedos.

A partir de este plan general de organización morfológica de la extremidad de un tetrápodo, se encuentran en los distintos grupos modificaciones para lograr adaptarse a casi todos los tipos de medio ambiente y locomoción imaginables, presentándose sobre el modelo básico, una serie de cambios relativos al tamaño, densidad, número y forma de los huesos que las conforman. Estos cambios definen los caracteres adaptativos y permiten que se desarrollen diversas funciones como por ejemplo la andadora, saltadora por alargamiento de algunos huesos, corredora por la

---

<sup>5</sup> Cervantes, M. Hernández; (1999). *Biología General*. Publicaciones Culturales. México. Pág. 176

reducción del número de dedos, prensora con capacidad de oponer el dedo pulgar, nadadora, voladora, etc.

Como consecuencia de la adaptación evolutiva se pueden distinguir dos tipos de órganos; homólogos y análogos. Reciben el nombre de órganos homólogos, los que poseen la misma organización, o sea que debido a su origen común responden a un mismo plan estructural aunque su aspecto y función puede ser distinto. Los órganos homólogos se presentan entonces como un abanico de formas, a partir de un modelo único original, que responde a determinadas adaptaciones características para cada uno de los grupos descendientes. Las homologías u órganos homólogos son la base principal para clasificar a los seres vivos de acuerdo con sus afinidades filogenéticas<sup>6</sup>.

Por otra parte se llaman órganos análogos los que desempeñan una misma función, pero tiene distinto origen y en consecuencia distinta estructura, Así el ala de un murciélago o de un ave son análogas a la de un insecto, por tener la misma función que es la de volar, pero no así el mismo origen.

### **Evidencias Embriológicas.**

Todos los organismos al estar relacionados entre sí por el proceso evolutivo, presentan un desarrollo embriológico con semejanzas, esto sobre todo en las primeras etapas. Durante el siglo XIX se llevaron a cabo numerosos estudios de embriología comparada en vertebrados, y se llegó a la conclusión de que el desarrollo embriológico del individuo seguía la historia filogenética de la especie. Esta idea difundida principalmente por Haeckel alcanzó la categoría de principio biológico en la frase “La ontogenia es la recapitulación abreviada de la filogenia”.

Al estudiar los embriones y larvas de muchos animales se observó que presentaban mayor cantidad de homologías durante las fases de su desarrollo embrionario que en el estado adulto.

Por ejemplo en los vertebrados, en sus primeras fases de desarrollo, los embriones de todos ellos, se parecen extraordinariamente ya que poseen inicios de hendiduras branquiales, sólo funcionales en estado adulto en peces y larvas de anfibios, se observa también una cola, que desaparecerá en algunos de ellos y algunos otros caracteres anatómicos comunes cuya presencia solamente encuentra explicación si se admite que todos los vertebrados descienden de un ancestro común.

---

<sup>6</sup> Cervantes, M. Hernández; (1999). op. cit. Pág. 177

### **Evidencias biogeográficas.**

La formación de nuevas especies como resultado de la dispersión y colonización de un antepasado común, seguida por el aislamiento y adaptación a sus nuevos hábitats, es el principio que permite explicar las semejanzas o diferencias que presentan ciertas especies que actualmente se encuentran en diferentes localidades.

Fueron precisamente estos sucesos los que más llamaron la atención de Darwin para establecer su teoría de la evolución. Darwin algunos años después de visitar las Islas Galápagos, al revisar sus notas, se percató de que especies de plantas y animales existentes en la costa occidental de Sudamérica, situada alrededor de 100 kilómetros al este, tenían un gran parecido con las especies de las islas, lo que le hizo pensar que los organismos insulares procedían de ancestros continentales. En forma particular, las detalladas observaciones en los pinzones de las islas le permitieron explicar que la asombrosa diversificación de este grupo se debió al aislamiento y la adaptación a su hábitat variado sin tener competidores, a parte de ellos mismos que si llegaban a competir entre ellos<sup>7</sup>.

Al estudiar la fauna insular, puede observarse una clara diferencia entre la fauna de las islas recientemente desprendidas de un continente vecino, en comparación a la fauna autóctona de islas separadas en tiempos muy remotos o más aún en las originadas por algún fenómeno geológico y que no son porciones desprendidas de ningún continente, como las islas volcánicas surgidas en el océano.

La existencia de estas diferencias solamente tienen sentido si se admite el fenómeno evolutivo. En efecto, las islas que se separaron del continente hace mucho tiempo, poseen especies propias porque las que existían cuando ocurrió esta separación, han ido evolucionando de manera distinta a la que lo han hecho las que se quedaron en el continente. Por otro lado las islas que tuvieron un origen distinto poseen una fauna particular que pudo haber provenido de algún continente cercano, cruzando el mar o por otras vías, Como resultado de todo esto, la fauna de estas islas es propia y muy característica, pero ofrece rasgos que la emparentan con la del continente más próximo a través de antepasados o ancestros comunes<sup>8</sup>.

### **Evidencias Bioquímicas**

El hecho de que todos los organismos existentes tengan un origen común es la causa de las muchas semejanzas bioquímicas que estos presentan, ya que son la manifestación fenotípica de su contenido de DNA.

---

<sup>7</sup> Darwin, Charles. (1859) *El origen de las especies*. Segundo tomo. Parte Tercera. Edit. Época. México. Págs. 125-126

<sup>8</sup> Darwin, Charles. (1859). op. cit. Págs. 123-124

La bioquímica comparada también apoya la teoría de la evolución; ya que mientras mayor sea la similitud química entre las moléculas que se encuentran en diferentes especies, es mayor la relación que existe entre ellas. Es notable la uniformidad que tienen los seres vivos, al tener el DNA como molécula que contiene su información genética y así mismo ser el vehículo de la herencia de esta información y el ATP como molécula energética, esta misma uniformidad la presentan todas las plantas al todas poseer clorofila para llevar a cabo la fotosíntesis.

Se sabe que todos los seres vivos heredan las características de sus antecesores: por lo tanto, la evolución a partir de un antepasado común, de un tronco original único, es la única explicación de esta uniformidad bioquímica en los seres vivos. El proceso evolutivo, es la explicación de la diversidad que se encuentra simultáneamente con la uniformidad.

Un último e interesante ejemplo: la hemoglobina de un chimpancé y la de un humano son muy semejantes, su similitud es mayor que la que hay entre la hemoglobina humana y la de un roedor. Esto por supuesto se debe a que el humano y el chimpancé tienen un ancestro común más reciente.

## **TEORÍAS EVOLUTIVAS: LA HISTORIA**

En la actualidad la mayoría de los científicos sino es que todos damos por hecho que la evolución de las especies existe, no obstante no siempre fue así, de hecho aunque varias evidencias, teorías y postulados apuntaban hacia un mundo en constante cambio, un enfoque mas o menos bíblico predomino por sobre toda esta luz que ya existía, hasta 1859.

El concepto bíblico de creación por un ser todo poderoso, y las ideas del fijismo y la inmutabilidad no sólo eran aceptadas en aquellos tiempos por la gente común y corriente, sino también por la mayoría de los naturalistas y filósofos; fueron necesarios importantes desarrollos de conocimiento en diversos campos de la ciencia, para que el evolucionismo quedara plenamente aceptado.

Entre estos avances destaca la revolución copernicana, que fue la primera en sugerir que no se debe interpretar a la Biblia al pie de la letra y que además nos sacó del centro del sistema solar, y que decir de las investigaciones de los geólogos que revelaron la gran edad de la Tierra o el descubrimiento de fósiles de animales y otros organismos extintos que derrocaron la idea de que todo estaba igual desde la creación. Esto sin contar las dudas y manifestaciones que vinieron después en los escritos de Buffon, Kant o Lyell e incluso la teoría Lamarckiana del transformismo<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Mayr, E. (1998). *Así es la Biología*. Edit. Debate. Pág. 193

Durante miles de años los seres humanos han vivido con la creencia de que el planeta y todos sus componentes existen y se originaron por designio divino. Sobre todo se ha tenido la arraigada creencia de que los seres vivos fueron creados y puestos en el planeta tal cual como los conocemos hoy. Pero hace más de 2,500 años, en las islas Jónicas y otras comunidades griegas hubo personajes llamados filósofos presocráticos, que ya pensaban que los seres humanos y demás organismos procedían de formas más simples.

Estas ideas no trascendieron inmediatamente, ni tampoco de manera directa por sus escritos, pero sí por medio de las interpretaciones que de ellas se hicieron en los siglos posteriores. Así como Tales de Mileto, que intentó comprender el mundo y sus procesos sin aludir a la intervención divina. Tales creía que en sus principios el planeta era pura agua y que los continentes se formaron a partir de los océanos por un proceso semejante a la sedimentación que el filósofo había observado en el delta del río Nilo<sup>10</sup>.

Así como en Grecia se dieron los primeros discursos “evolutivos” como parte del nacimiento de la ciencia, allí también surgió su primera revisión, lo que trajo como consecuencia que las ideas transformistas se ocultaran por dos milenios. Por otra parte aunque estos conocimientos se conservaban en la oscuridad aún así hubo quien buscó borrarlos o desacreditarlos, Platón y Aristóteles perpetuaron el concepto de progreso de las formas orgánicas, de las más simples e inferiores hasta las superiores más complejas (el hombre).

Para Platón el concepto de idea es el de una “esencia” eterna e inmodificable, por tanto, las variaciones de formas que vemos entre los seres vivos del mundo material no son sino sólo copias imperfectas de la verdad. Este intento de Platón por explicar la diversidad de formas de vida fue adoptado como dogma por el cristianismo e interpretado como el modelo de creación divina de cada uno de los tipos de seres vivos que ha existido<sup>11</sup>.

Durante el Renacimiento el papel de las Ciencias Naturales estaba reducido a describir las formas vivas y a catalogarlas, así como a proponer un orden que revelara el deseo divino. A pesar de todo esto ya desde el siglo XVII estas maneras de discurrir empezaban a ceder. Se pusieron en tela de juicio ideas tan añejas y casi sagradas como la de que la Tierra se encontraba en el centro del Universo.

Científicos como Galileo, Newton y Descartes desarrollaron teorías de fenómenos físicos, explicándolos sin recurrir a causas sobrenaturales, sino más bien

---

<sup>10</sup> García Ortega, J. Manuel. “El agente secreto de la evolución”. *¿Cómo Ves?* México. Año 9. No. 97. diciembre 2006. pág. 11

<sup>11</sup> *Ídem.*

como el funcionamiento de un mecanismo de relojería, ordenado y entendible. Hacia finales del siglo XVIII, la idea de un mundo en constante cambio ya se aplicaba en astronomía y en geología.

En el caso particular de la geología, se habían encontrado pruebas de cambios ocurridos en la corteza terrestre, así como el hecho de que en el pasado existieron plantas y animales que ya no existen; lo que les dio la idea de que había extinciones de las especies. En 1779 el naturalista francés Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, propuso que la Tierra era mucho más antigua de lo que indicaban las Sagradas Escrituras, así mismo que los seres vivos cambiaban lentamente a lo largo de milenios. Los fósiles que se encontraban en las distintas capas de la corteza reflejaban una sucesión de "catástrofes" que habían acabado con las especies hoy extintas, lo que llevó a algunos a hablar de la existencia entonces de diferentes creaciones, posteriores a estas catástrofes<sup>12</sup>.

### **El uso y desuso: La teoría de Lamarck**

En el siglo de las luces, época caracterizada por la predominancia de la razón, y por la confianza en el poder de la ciencia, surgió la primera teoría general y científica de la evolución, propuesta por el naturalista francés Jean- Baptiste Lamarck.

Su teoría basada principalmente en una idea muy antigua que es la de la sucesión de formas vivientes, desde las menos perfectas, a la más perfecta (el ser humano), fue incluida por primera vez en su *Filosofía Zoológica* en 1809. En esta obra expone su teoría evolucionista, explica los mecanismos y leyes de evolución, además de proponer la separación en la clasificación de animales invertebrados y vertebrados<sup>13</sup>.

Lamarck planteó que la materia inanimada, produce continuamente formas menores de vida por generación espontánea, y que estos organismos primigenios van progresando, aumentando su complejidad y perfección. Es por esto que en el pensamiento lamarckiano se reconoce la idea de que la evolución conduce a los organismos a una complejidad creciente. El camino que sigue cada especie está guiado por el medio ambiente y los cambios en éste alteran las necesidades del organismo, que responde cambiando de comportamiento. Al suceder esto el organismo en cuestión usa unos órganos más que otros (teoría del uso y el desuso) este uso y desuso va alterando progresivamente la morfología, fortaleciendo y

---

<sup>12</sup> García Ortega, J. Manuel. (2006). op.cit. Pág. 11

<sup>13</sup> Ruiz, R. Ayala, F. (2002). *De Darwin al DNA y el origen de la humanidad: la evolución y sus polémicas*. Fondo de Cultura Económica. Ediciones Científicas Universitarias. México. Pág. 18

desarrollando los órganos ejercitados, así mismo debilitando y desapareciendo los poco usados<sup>14</sup>.

Los cambios que se van dando se transmiten por herencia a las siguientes generaciones (herencia de caracteres adquiridos). Tal como lo señaló el biólogo francés Jacques Monod, Lamarck pensaba que la tensión de los esfuerzos desplegados por un animal para “triunfar en la vida” actuaba de alguna forma en su patrimonio hereditario para incorporarse y modelar directamente a su descendencia.

Algo importante y al mismo tiempo curioso que tenía el pensamiento de Lamarck, es que presentaba dos concepciones complementarias de la naturaleza. Por una parte la concepción de la naturaleza que tiene un plan, un objetivo, un fin final, y por otra parte la naturaleza contingente que sufre cambios que no pudo prever. Además afirmaba que la única vía que puede conducir al conocimiento de la “verdad” es la observación y la verificación de tales observaciones<sup>15</sup>.

Lamarck es considerado el primer científico que postuló la evolución y que intentó dotarla de un mecanismo. Este mecanismo es la adaptación, la cual entendía no como algo dado sino como un proceso que es resultado de la interacción organismo-medio. Y si bien las ideas de Lamarck fueron rechazadas ya que naturalistas de su época no encontraron evidencias de la evolución, su pensamiento influyó con seguridad en la obra de Darwin<sup>16</sup>.

### **El Origen de las Especies: La teoría de Darwin**

La teoría de la evolución que propuso Darwin empezó a surgir un año después de que concluyera su viaje en el *Beagle* y regresará a Inglaterra en 1838, como el mismo señaló en su autobiografía (1879):

“Se me ocurrió leer, el ensayo de Malthus sobre la población y, como estaba bien preparado para apreciar la lucha por la existencia, que por doquier se deduce de una observación constante de los hábitos de animales y plantas, descubrí que bajo estas condiciones las variaciones favorables tenderían a preservarse y las desfavorables a ser destruidas. El resultado de ello sería la formación o surgimiento de especies nuevas. Aquí había conseguido por fin una teoría sobre la que trabajar”.

---

<sup>14</sup> García Ortega, J. Manuel. (2006). op.cit. Pág. 12

<sup>15</sup> Ruiz, R. (1987). *Positivismo y evolución: introducción del darwinismo en México*. UNAM. Colección posgrado. 1992, segunda edición. Editorial LIMUSA. México. [s.p.]

<sup>16</sup> Ruiz, R. Ayala, F. (2002). op. cit. Pág. 21



Uno de los primeros conflictos con los que Darwin empieza a lidiar es de la variación, es claro que sin variación no hay evolución, y es por esto, de gran interés en como abordó el factor variación para la elaboración de su teoría, y un paso fundamental fue reconocer que las variaciones no son en sí mismas adaptativas. Esto constituye la gran diferencia entre el lamarckismo y el darwinismo; ya que el primero consideraba que toda variación es adaptativa, pues es el resultado inmediato de la acción del organismo-ambiente; para el segundo en cambio sólo las variaciones que aparecen de forma espontánea son susceptibles de ser objeto de la selección natural<sup>17</sup>.

Pasaron 20 años para que Darwin diera a conocer públicamente todos estos pensamientos y conclusiones. Durante ese tiempo organizó sus notas, las que había tomado durante el viaje de cinco años en el *Beagle*, de todas sus observaciones y anotaciones extrajo evidencias del proceso evolutivo. Y aunque en 1844 escribió un primer ensayo sobre la selección natural, no lo publicó entonces.

Fue hasta quince años después que publicó *El origen de las especies* en el año de 1859, en el que propone dos tesis principales. La primera, que todos los seres vivos descienden, con sus modificaciones, de ancestros comunes:

“Probablemente todo los seres orgánicos que hayan vivido sobre esta tierra han descendido de alguna forma única primordial, a la que se infundió vida por primera vez... Esta opinión sobre el origen de la vida tiene su grandeza... porque mientras este planeta ha ido dando vueltas de acuerdo con la ley fija de la gravedad, a partir de un inicio tan sencillo han ido evolucionando y siguen evolucionando formas sin fin<sup>18</sup>”.

Y la segunda, que el principal agente de modificación es la variación individual sobre la cual actúa la selección natural:

“Esta preservación de diferencias y variaciones individuales favorables y la destrucción de las perjudiciales es lo que yo he llamado selección natural o supervivencia de los más aptos. Las variaciones que no son ni útiles ni dañosas no serían afectadas por la selección natural y quedarían como un elemento fluctuante... o finalmente se fijarían debido a la naturaleza del organismo y de las condiciones... Algunos han llegado a imaginar que la selección natural provoca la variabilidad, pero por el contrario, implica solamente la preservación de estas variaciones que surgen y son beneficiosas para el ser en sus condiciones específicas de vida<sup>19</sup>”.

---

<sup>17</sup> Ruiz, R. Ayala, F. (2002). op. cit. Pág. 49

<sup>18</sup> Darwin, Charles. op. cit. Tomo 1. Pág. 135

<sup>19</sup> Darwin, Charles. op. cit. Tomo 1. Pág. 136

Otro concepto importante que contempla y maneja Darwin en su Origen es del tiempo geológico, y el de la continuidad con la que actúa la selección natural a través de estos largos períodos de tiempo que son imperceptible a nuestros ojos:

“La selección natural, está diariamente, hora tras hora, examinando por todo el mundo toda variación, incluso la más leve ; eliminando aquello que es malo, preservando y mejorando lo que es bueno, trabajando silenciosa e imperceptiblemente, siempre y donde quiera que aparece una oportunidad para la mejora de cada ser vivo en relación con sus condiciones de vida orgánicas e inorgánicas. No vemos nada de este lento cambio en desarrollo, hasta que la mano del tiempo ha marcado el largo período de las eras, y entonces es tan imperfecta nuestra visión de las eras geológicas pasadas, que sólo vemos que las formas de vida son ahora diferentes a lo que fueron antes”<sup>20</sup>.

Otro concepto eje de la explicación de Darwin es el de extinción; cuyo proceso explica principalmente de forma gradual, al igual que explica las causas que llevan a la aparición de especies nuevas. La extinción no necesita de mecanismos especiales y únicos que la expliquen, ya que los mismos mecanismos que explican el origen y transformación de las especies, explican también su extinción; ya que la selección que favorece las características que aumentan la sobrevivencia y la reproducción, puede provocar la extinción de una especie. Sin embargo Darwin también admite que los fenómenos geológicos que actúen junto con los biológicos pueden apresurar la extinción y provocar que estas incluso sean masivas<sup>21</sup>.

Por lo anterior es que para Darwin la extinción como fenómeno biológico ha desempeñado un papel fundamental en la conformación de los grupos tal y como los conocemos actualmente, además el estudio de la extinción es indispensable para comprender las causas y patrones de la distribución biogeográfica, de todos los organismos que algún día existieron y de los que ahora existen.

Resumiendo el Origen de las Especies de Darwin, estableció cinco importantes teorías acerca de los diferentes aspectos de la evolución:

- 1) Los organismos evolucionan constantemente a lo largo del tiempo.
- 2) Diferentes tipos de organismos descienden de un antepasado común
- 3) Las especies se multiplican con el tiempo
- 4) La evolución se produce por cambio gradual de las poblaciones

---

<sup>20</sup> Darwin, Charles. op. cit. Tomo 1. Pág. 84

<sup>21</sup> Ruiz, R. Ayala, F. (2002). op. cit. Págs. 67-68

- 5) El mecanismo de la evolución es la competencia entre un gran número de individuos (todos con características únicas) por unos recursos limitados, lo que da lugar a diferencias en la supervivencia y la reproducción<sup>22</sup>.

Sin duda ante todas estas conclusiones, evidencias y descripciones sobre el cómo y el porqué de proceso de evolución, Darwin y su teoría no dejan lugar a dudas de que es un hecho que sucede día a día en la naturaleza, ante nuestros ojos, sin embargo aún faltaba mucho camino por recorrer y muchos cabos sueltos que atar; después de la publicación del *Origen de las Especies*, de su auge, controversia y rechazo en sus tiempos, vino la llamada Revolución Darwiniana, y aunque si bien es cierto que sus conceptos y postulados perduran hasta nuestros días, sin duda muchos años después llegó la necesidad, de integrar y complementar todo este conocimiento y el que se fue generando y así es como nació *La teoría sintética de la evolución*.

### **La síntesis moderna**

Después de toda la revolución que provocó la publicación de *El Origen de las Especies*, hubo quien la adoptó como doctrina, hubo a quien lo hizo pensar, investigar y reflexionar y hubo quien por supuesto estuvo en contra y buscó desacreditarla como fuera. Pero algo es muy cierto, ningún científico, ni estudioso se quedó quieto ante estas inquietantes conclusiones propuestas por Darwin, es por todo esto que fue natural que se hiciera una síntesis y reestructuración de la teoría propuesta en *El Origen de las Especies*, la cual es la teoría de evolución válida hasta nuestros días<sup>23</sup>.

La biología dejó, para siempre de estar conformada por varias disciplinas muchas veces sin conexión alguna, independientemente de sus puntos polémicos y a veces divergentes posiciones, la teoría de la evolución brinda coherencia y unidad a la biología.

Un acontecimiento importante sucedido en esta síntesis y que fue probablemente el primer paso, fue el integrar los postulados Mendelianos a la teoría de Darwin ya que como ya se había mencionado anteriormente era el hueco que tenía Darwin, el cómo y el porqué las características favorables eran transmitidas a las descendencia por generaciones, además de no saber a ciencia cierta, cual era el factor que generaba las variaciones en los individuos.

---

<sup>22</sup> Mayr, E. (1998). Así es la Biología. Edit. Debate. Pág.195

<sup>23</sup> Valero, A., Jardón, L. ¿Qué es la evolución biológica? ¿Cómo Ves? México. Año 9. No. 97. diciembre 2006. pág. 15

En 1937, el naturalista y genetista Ruso nacionalizado estadounidense Theodosius Donzhansky, publicó *Genética y el origen de las especies*, este libro dio cuenta de una manera muy comprensible y razonable del proceso evolutivo en términos genéticos, apoyando los argumentos teóricos con evidencias empíricas. Esta publicación puede ser considerada como el acontecimiento más importante en la formulación de lo que se conoce como la teoría sintética de la evolución, ya que mezcla de una manera muy efectiva la selección natural darwiniana con la genética mendeliana<sup>24</sup>.

Con esto el interés por entender y conocer el proceso evolutivo fue grandemente estimulado, como consecuencia rápidamente se fueron dando contribuciones nuevas a la teoría, extendiendo de esta forma la síntesis de la genética y la selección natural a una amplia variedad de campos de la biología.

Hay muchos autores que junto con Dobzhansky, son considerados como los arquitectos de la teoría sintética, entre ellos están los zoólogos Julian Huxley y Ernst Mayr, el paleontólogo Georges G. Simpson y el botánico George L. Stebbins. Todos estos personajes junto con sus publicaciones que se mencionan a continuación son los que dan origen a la teoría sintética, mejor conocida como la teoría “moderna” de la evolución.

En 1942 *Sistemática y el origen de las especies*, de Mayr; igualmente en 1942 *Evolución: la síntesis moderna*, de Huxley; en 1944 *Tiempo y Modo en evolución*, de Simpson y por último, en 1950, *Variación y evolución en plantas*, de Stebbins.

Gracias a estas obras se contribuyó a impulsar los estudios evolutivos en disciplinas biológicas tradicionales y en algunas nacientes; como la genética de poblaciones y posteriormente la ecología de poblaciones. Hacia mediados del siglo XX la teoría de la evolución de Darwin por selección natural era universalmente aceptada entre los biólogos, así mismo la teoría sintética. En esta amplia aceptación de la teoría naciente entre la comunidad científica, contribuyó mucho la celebración del congreso de Princeton en el año de 1947, donde Dobzhansky, Mayr y Simpson junto con otros evolucionistas, lograron llegar a un acuerdo general entre los planteamientos de las diferentes disciplinas biológicas. Fue ahí donde surgió la teoría sintética como una corriente de pensamiento que tenía un amplio acuerdo con lo postulado por Darwin, con excepción de la herencia de caracteres adquiridos por la influencia ambiental<sup>25</sup>.

Estas fueron algunas de las conclusiones más importantes a las que se llegaron en este célebre congreso: las variaciones individuales que aparecen de forma

---

<sup>24</sup> Ruiz, R. Ayala, F. (2002). op. cit. Pág.124

<sup>25</sup> Ruiz, R. Ayala, F. (2002). op. cit. Pág.126

gradual y continua en el darwinismo se reconocieron ahora como mutaciones de los genes producidas sin una dirección adaptativa, su efecto ya sea positivos o negativo es al azar y la selección natural es la que desempeña el papel de dar “dirección” a la evolución. Por otro lado también se hizo hincapié en el carácter poblacional de la evolución considerando así a las especies, como conjuntos de poblaciones aisladas reproductivamente y que interactúan en un ambiente determinado, tanto con los organismos de su misma especie, como con las de otras, a la vez que con los agentes físicos del medio. Estas interacciones explica, junto con la mutación y la recombinación, la gran diversidad existente de formas vivientes.

Fue entonces cuando los neodarwinistas aceptaron el compromiso de demostrar los postulados esenciales de la teoría sintética: la evolución es gradual y hay dos procesos fundamentales, uno aleatorio, la producción de variación, y otro determinístico, la selección natural adaptadora. Además coincidieron en demostrar la naturaleza dual de la evolución: adaptación en el interior de la especie y diversificación en todos los niveles taxonómicos a partir del proceso de especiación<sup>26</sup>.

La síntesis evolutiva confirmó con plenitud el principio básico de Darwin, según el cual la evolución se debe a la variación genética y la selección natural. Sin embargo, en este marco darwinista básico todavía hay espacio para grandes discrepancias. Lo que ha conducido a la conclusión de que para muchos problemas evolutivos existen múltiples soluciones posibles, aunque todas ellas son compatibles con el paradigma darwiniano. La lección que nos deja este pluralismo es que, en biología evolutiva, las generalizaciones casi nunca son correctas. Incluso aunque algo ocurra “por lo general” esto no quiere decir para nada que tenga que ocurrir siempre<sup>27</sup>.

Termino este capítulo citando a Ruiz (2002):

La teoría de la evolución manifiesta el azar y la necesidad simultáneamente intrincados en el proceso de la vida; el azar y el determinismo, contribuyendo ambos a un proceso natural que ha dado lugar a las más complejas, diversas y hermosas entidades en el universo: los organismos que pueblan la Tierra, incluyendo humanos que piensan y aman... capaces de analizar el proceso de evolución mismo que les dio existencia. Este es el descubrimiento fundamental de Darwin: que hay un proceso que es creativo, aunque no consciente; y esta es la revolución conceptual que Darwin completó: que todas las realidades naturales, incluyendo el origen de los seres vivos, pueden ser explicados por procesos materiales gobernados por leyes naturales... Esta es la visión que ha cambiado para siempre la manera como el género humano se percibe a sí mismo y como concibe su lugar en el universo<sup>28</sup>.

---

<sup>26</sup> Ruiz, R. Ayala, F. (2002). op. cit. Pág.126

<sup>27</sup> Mayr, E. (1998). Así es la Biología. Edit. Debate. Pág. 223

<sup>28</sup> Ruiz, R. Ayala, F. (2002). op. cit. Pág.105

## CAPITULO 2. CONTEXTO

---

El lugar que por sus características se escogió para la realización de este trabajo de investigación es un zoológico moderno, que se encuentra en una de las ciudades más grandes del mundo: La Ciudad de México. Esta institución tiene características muy específicas, que en su mayoría están dictadas por instituciones, nacionales e internacionales, dedicadas a la preservación de los recursos faunísticos de cada país; un zoológico es mucho más que sólo un lugar con muchas jaulas con muchos animales dentro, donde el público viene a pasarse un buen rato.

Esta visión primitiva de lo que es un zoológico afortunadamente esta cambiando, gracias a que poco a poco los zoológicos también están replanteándose sus objetivos y la manera en que explotan los recursos que sus instalaciones les ofrecen, remodelando sus albergues, cambiando las jaulas y los barrotes por un encierro o semi- encierro lo más natural posible, para así brindarles una mejor calidad de vida a los integrantes de su colección, lo que retribuye en muchos factores más, uno de ellos sino es que el más importante es la Educación, que es uno de los 4 ejes principales que se toman en cuenta, en esta renovación de los zoológicos modernos.

A lo largo de este capítulo se trata más ampliamente todo respecto a los zoológicos modernos, sus objetivos, la educación en los zoológicos, y particularmente en el de San Juan de Aragón

### **¿Qué es un zoológico moderno?**

Los jardines zoológicos son por definición, lugares públicos en los que se exhiben animales cautivos, principalmente para recreación y educación. Los zoológicos o establecimientos con animales, han cautivado desde siempre la atención de las diversas culturas y épocas que matizaron la historia de la humanidad; por eso hoy en el mundo hay más de quinientos zoológicos, los que albergan a más de medio millón de animales de unas 3000 especies de vertebrados (principalmente mamíferos y aves) y reciben más de veinte millones de visitantes al año aproximadamente, y esta cifra sigue en incremento<sup>29</sup>.

Estos centros tienen 4 objetivos principales que son: la recreación, la educación, la investigación y la conservación de especies de animales silvestres.

Los programas de investigación se enfocan a propiciar un ambiente adecuado a los animales de las colecciones (salud, nutrición, reproducción). La educación y el

---

<sup>29</sup> Morrone, J. Fortino; op. cit. [s.p.]

esparcimiento fomentan y consolidan en sus visitantes la cultura de admiración y respeto a la naturaleza y a la protección ecológica<sup>30</sup>.

La historia de los zoológicos modernos empieza hace unos 200 años. Los zoológicos han cambiado mucho, empezaron como colecciones particulares símbolo de poderío de su poseedor y a las que sólo tenían acceso invitados distinguidos.

Después el concepto evolucionó hasta sus objetivos modernos de: brindar a los visitantes recreación, esparcimiento y una cultura de protección a la fauna y flora silvestre. Fomentar la educación, la investigación y la conservación de las especies<sup>31</sup>.

### **Recreación:**

Consiste en una serie de actividades culturales y de esparcimiento, que desarrollan los individuos de manera alterna a sus actividades cotidianas de trabajo o estudio. Los zoológicos permiten observar y admirar las diferentes especies de animales y plantas silvestres, favoreciendo la integración familiar, intergeneracional y social.

### **Educación:**

Deben proporcionar información a los visitantes, estimulando el respeto a los animales y a adquirir una conciencia ambiental. Permiten reforzar las cátedras de las instituciones educativas, ya que los zoológicos funcionan como recursos didácticos de "aula abierta". Esto porque el tipo de educación que se lleva a cabo es de tipo no formal, la que tiene como uno de sus objetivos reforzar y auxiliar a la educación de tipo formal (impartida dentro de las aulas en instituciones educativas).

Los zoológicos modernos son lugares educativos por naturaleza; por ello resulta indispensable aprovecharlos para lograr que las palabras de Edgard Khon (1986) se conviertan en realidad: "la misión del zoológico es presentar la belleza y la conducta de los seres del reino animal, de tal manera, que la nuestra y de las futuras generaciones, enriquecidas por descubrimientos personales se reúna en una actitud de apreciar y preservar la vida"<sup>32</sup>. Esta es la función soberana de las instituciones que manejen fauna en condiciones controladas y que exhiben su colección: deben difundir la ciencia y la cultura de la región.

### **Investigación:**

Las colecciones de animales silvestres permiten investigar estrategias de reproducción, genética, alimentación, etología, prevención y control de enfermedades

---

<sup>30</sup> Morrone, J. Fortino; op. cit. [s.p.]

<sup>31</sup> <http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/directorio/c/ccervantes/clases/masto/zoológicos>

<sup>32</sup> Barraza, L. (1994). *Los zoológicos en camino hacia la educación*. Manual para el educador. SEP. México. Pág. 7

y patología, entre muchas otras especialidades. Lo que proporciona elementos necesarios para el mantenimiento y buen trato de los integrantes de la colección, además de generar conocimientos necesarios, para el diseño de los albergues, programas de vacunación o medicina preventiva, dietas, programas de reproducción, programas educativos, capacitación del personal, e incluso programas de intercambio o conservación *in situ*.

### **Conservación:**

Los animales sanos de las colecciones de los zoológicos de aquellas especies consideradas como prioritarias deben reproducirse para preservar el germoplasma y favorecer la sobrevivencia de las mismas y el mantenimiento del equilibrio en la naturaleza, las crías excedentes permiten enriquecer la colección mediante intercambios de acuerdo con el Plan Estratégico de Colección. Por otra parte los zoológicos también pueden ayudar y participar en programas de conservación *in situ*, haciendo difusión de los diferentes programas que se llevan a cabo en esa comunidad y promoviendo más allá de la sola conservación de una especie, la conservación de todo el ecosistema como tal.

Estos recintos representan la única posibilidad de supervivencia para algunas especies en francas vías de extinción, lo que los convierte en auténticos bancos genéticos<sup>33</sup>. En este rubro se integran para reforzarlo la educación y la investigación; ya que sin buenos programas educativos dirigidos hacia el pleno conocimiento de la biología de las especies y de sus interacciones con el medio, además de la concientización y programas educativos con de las comunidades, no será posible llevar a cabo un buen plan de conservación y sus resultados nos serán los esperados.

Por otra parte sin la investigación previa como poder hacer un plan de colección o un plan reproductivo de especies en peligro efectivo, se debe conocer muy bien el porqué de la reducción de las poblaciones, como es su conducta reproductiva y muchísimas cosas más por lo que la investigación para la conservación es básica.

...Los zoológicos son otra de las muchas alternativas entre las cuales el visitante puede elegir cuando desee usar su tiempo de esparcimiento. Esto fuerza a los zoológicos a resignificar sus características específicas en el rubro recreacional a fin de dar al potencial visitante una oportunidad de hacer una elección positiva para visitar este tipo de recintos ... Los zoológicos modernos están apuntando hacia la estimulación del individuo a zambullirse en el mundo de la Naturaleza. La observación de un animal en vivo es una experiencia que se siente. La

---

<sup>33</sup> Navarizo O, Lourdes. Los zoológicos: ¿cuál es su misión cultural? Ciencias. No. Especial. Mayo 1993. págs. 74-75



presencia de un cervatillo no es suplantada por su filmación. La enseñanza del zoológico está orientándose hacia el estímulo en la conservación de los diferentes biotipos (Van der Bosch, 1990)<sup>34</sup>.

### **Educación formal y no formal.**

Generalmente, cuando hablamos de educación, lo primero en lo que pensamos es en la escuela; pero hay muchos espacios y estrategias más, que son importantes en la enseñanza.

Cómo vemos el mundo, lo entendemos y actuamos sobre él, es el resultado del conjunto de experiencias por las cuales nos vamos conformando como sujetos; también de la educación que hemos recibido y que a su vez comunicamos a lo largo de toda nuestra vida. Este conjunto de conocimientos, saberes, sentimientos, creencias, ideas y valores, los construimos y articulamos por medio del proceso social conocido como educación<sup>35</sup>.

La educación en general, se tipifica en dos modalidades:

- La educación formal, que se desarrolla en los espacios escolares de un sistema educativo institucionalizado y que está incorporada a los planes y programas de estudio de los diversos grados escolares, desde la educación básica hasta la educación superior.
- La educación no formal es una educación organizada, sistemática y formativa, realizada fuera del marco del sistema oficial para facilitar determinadas clases de aprendizaje, por tanto se entiende como un aporte educativo extraescolar que se realiza de forma activa en distintos centros con objetivos y métodos propios. Su importancia radica en que permite complementar las acciones que desarrollan las instituciones escolares así como incidir directamente con la población en general para la constitución de nuevos esquemas de conocimiento<sup>36</sup>.

---

<sup>34</sup> Baschetto, F. (2007) *¿Cual es el mensaje que deben transmitir los zoológicos?* Asociación argentina de Veterinarios especializados en animales silvestres. En: <http://veas.webcindario.com/zoologicos.htm>

<sup>35</sup> Pacheco, M. F., (2006) *Educación no formal: concepto básico en educación ambiental.* Gabinete de educación ambiental y divulgación de la ciencia. Taller primavera. En: [www.imacmexico.org/ev\\_es.php](http://www.imacmexico.org/ev_es.php)

<sup>36</sup> Trilla, J. et al. (1993). *La educación fuera de la escuela: ámbitos no formales y educación social.* Barcelona: Ariel. [s.p.]

Este tipo de educación se refiere a las actividades de aprendizaje que se realizan fuera del sistema educativo formalmente organizado, para educar con vistas a ciertos fines específicos con el respaldo de una persona, grupo u organización identificable<sup>37</sup>.

La modalidad de educación no formal no es menos importante que la modalidad formal en la formación de los individuos “La Educación no formal es importante porque integra lo que la escuela tarda o nunca llega a incorporar a sus programas y lo que los medios de comunicación esconden o distorsionan”<sup>38</sup>

Educación no formal es entonces la modalidad educativa que comprende todas las prácticas y procesos que se desprenden de la participación de las personas en grupos sociales estructurados, deliberadamente educativos, pero cuya estructura institucional no certifica para los ciclos escolarizados avalados por el estado.

La educación no formal es atendida por organizaciones en dos niveles: aquellas cuyo propósito básico es el cambio social a través de acciones de alimentación, producción o salud y aquellas otras cuyo propósito básico es eminentemente educativo, pero que conforman un abanico de posibilidades y prácticas concretas que hace difícil de generalizar características básicas a su alrededor.

Las actividades, experiencias, actores y espacios de la educación no formal pueden ir desde la evangelización hasta la formación de cuadros políticos, actividades patrocinadas por la iglesia, el gobierno, la sociedad civil, las empresas, los sindicatos, las universidades, y generar un conjunto de miles de tipo de prácticas: deportivas, culturales, sociales, éticas; de la propia escuela a la calle, de la iglesia a la naturaleza, en el taller, la oficina, la parcela, la casa, la prisión, el hospital, el museo, el zoológico y ser atendidas por educadores que van desde animadores turísticos, veterinarios, interpretes, médicos, amas de casa, biólogos, sacerdotes, agrónomos, artesanos, etc.

### **Antecedentes educativos en los zoológicos**

A lo largo de la historia de los zoológicos, los programas educativos han ido desarrollándose hasta ser considerados como pilares en los objetivos modernos de estas Instituciones. Los zoológicos utilizan programas didácticos muy diversos. La educación en un zoológico o acuario no está limitada a ver animales y leer su cédula informativa, los recursos didácticos que se pueden aplicar son muy variados y sobre

---

<sup>37</sup> La Belle, J. (1980). *Educación no formal y cambio social en América Latina*. Editorial Nueva Imagen. México. [s.p.]

<sup>38</sup> Reyes, J. (2000). *La escuela sola no hará el milagro: el papel de la educación no formal*. Memorias del I Foro Nacional de Educación Ambiental, Aguascalientes, Octubre de 1999. Universidad Autónoma de Aguascalientes. [s.p.]

todo deben ser altamente interesantes, atractivos y efectivos para que el visitante pueda llevarse lo que nosotros buscamos a través de estos programas<sup>39</sup>.

Una de las funciones primordiales de los zoológicos hoy en día es la educación, y es a través de ésta que los zoológicos pueden lograr su mayor contribución hacia la conservación de las especies. Sin embargo el desarrollo de la educación en los zoológicos mexicanos ha sido lento y poco eficiente. Hasta antes de 1983 no existían programas educativos en los zoológicos mexicanos. No se contaban con programas de atención a grupos escolares y mucho menos existían programas de capacitación para maestros encargados de los grupos. En general, los zoológicos funcionaban como centros de entretenimiento pasivo y no como centros dinámicos de educación. La existencia formal de un departamento educativo en el zoológico no se consideraba. Las actividades educativas que se realizaban eran esporádicas y no respondían a un proyecto educativo integral para el funcionamiento del zoológico mismo<sup>40</sup>.

De 23 zoológicos que se evaluaron en México en 1980 sólo uno incluía actividades educativas en sus programas. Diez años después en 1990 de 22 zoológicos que se evaluaron, sólo cuatro realizaban actividades de educación. En 1999 de 42 zoológicos registrados de un total aproximado de 65 entre criaderos, y colecciones privadas, oficialmente 12 reportaron hacer algún tipo de actividades educativas. De estos, sólo 7 tenían programas permanentes de educación. Por lo tanto únicamente 10% de los zoológicos mexicanos y criaderos tienen programas de educación permanente, y 16.6% de los zoológicos mexicanos registrados consideran a la educación como una de sus funciones principales<sup>41</sup>.

Si la educación es una de las funciones primordiales de los zoológicos hoy en día, surge la pregunta ¿por qué 85% de los zoológicos mexicanos no la consideran ni desarrollan? En parte esta interrogante se deriva de la práctica y el desarrollo que la educación ambiental en México ha seguido.

Barraza, citando a Sauvé señala que, a nivel profesional son muy pocos los educadores ambientales formados específicamente en este campo. Además la tendencia que hasta ahora ha seguido la educación ambiental revela una deficiencia en los niveles de concientización y participación. Su práctica se ha visto limitada y reducida al campo de la ciencia y la tecnología. El modelo de educación ambiental que

---

<sup>39</sup> Martínez, M. Eugenia.; op. cit. [s.p.]

<sup>40</sup> Barraza, L. (1999). Children's Drawings about the environmental. *Journal of Environmental Education Research* 5(1): 4966

<sup>41</sup> Martínez, M. Eugenia; op. cit. [s.p.]

ha prevalecido, parte de considerar a la educación ambiental como eje central para el desarrollo de diversas actividades.

En este modelo la acción comprendida ha sido de naturaleza instrumental y raramente reflexiva<sup>42</sup>. El énfasis ha sido en la adquisición de un conocimiento ambiental. De tal manera que el método de enseñanza predominante está basado en la obtención de datos y en un aprendizaje receptivo pasivo.

Por ello, muchos zoológicos modernos han destinado espacios para que los niños interactúen con los animales mansos y pequeños, o para que conozcan y pierdan el temor a ciertas especies, incluidos los invertebrados como las arañas e insectos, raramente presentados en los parques zoológicos. La interactividad es una opción educativa que es relativamente nueva, esta se basa en ofrecer experiencias prácticas donde el visitante forma parte del descubrimiento o análisis de un fenómeno. Esta herramienta empezó a usarse en los zoológicos a finales de los 70s con áreas de contacto y zoológicos infantiles, donde se les proporcionaba al público materiales como huevos, plumas, pieles, cráneos, esqueletos e incluso ejemplos de dietas que se les dan a los ejemplares, lo cual proporciona un experiencia educativa mucho mas integral al visitante<sup>43</sup>.

A partir de los noventas y en el nuevo siglo los esfuerzos y programas educativos han cambiado y avanzado mucho sobre todo en materia de educación ambiental y conservación, prácticamente todos los zoológicos del mundo consideran como su pilar educativo a la conservación, pero también es cierto que aspectos de la historia natural de los organismos se han dejado de lado, por ejemplo la evolución.

Todo el diseño de los zoológicos está creado para difundir el tema de conservación pero en ninguna ficha o letrero se habla de especiación, selección natural o evolución. Las razones para esta tendencia tan marcada son muy variadas, pero lo cierto es que no podemos proteger adecuadamente lo que no conocemos bien. Es verdad que en las últimas décadas se ha avanzado mucho en la educación no formal en recintos como los zoológicos y también es verdad que México no se ha quedado atrás, pero es necesaria una visión y programas mucho más integrales, que ayuden al público y sobre todo a los niños a entender y saber como es que surgió todo lo que ven en las exhibiciones y entonces amarlo, respetarlo y protegerlo porque todos somos resultado de millones de años de evolución y todos jugamos un papel

---

<sup>42</sup> Sauvé, L. (1999) Environmental Education Between modernity and Posmodernity: Searching for and integrating educational framework. Canadian Journal of Environmental Education 4:9-3.

<sup>43</sup> Martínez, M. Eugenia.; op. cit.

importante en la dinámica de nuestro planeta, solo el conocimiento bien fundamentado puede ayudar a conservar<sup>44</sup>.

Diversos autores señalan que la educación ambiental en el siglo XXI debe concentrarse en la formación de actitudes y valores ambientales y en fomentar una participación activa por parte de la ciudadanía. El nuevo modelo de la educación ambiental debe complementarse con la investigación. La investigación debe ser para la educación ambiental una herramienta complementaria clave para la evaluación de los programas; el zoológico no queda exento de esta reflexión. Es el momento de replantear sus funciones y objetivos y principalmente su papel para con la sociedad<sup>45</sup>.

Todos estos planteamientos se orientan a promover en los niños un razonamiento crítico y objetivo, además de fomentar una participación ciudadana y una responsabilidad ambiental global. En este sentido, la labor que tiene el zoológico es fundamental. Por eso, con el fin de reforzar y enriquecer el conocimiento, la formación de valores y actitudes, y el desarrollo de habilidades sociales y políticas, el zoológico debe considerar una visión integradora de todas las áreas: biológica, evolutiva, ambiental, política, social y económica; y como eje integrador la evolución. Al considerar esto el zoológico forma parte de un proceso de transformación, en donde los niños pueden interactuar junto con sus padres para construir un lugar digno para todos<sup>46</sup>.

### **Educación e Información: El despertar de las conciencias**

Los zoológicos modernos son entidades dedicadas a la conservación, reproducción, cuidado de las especies y de los lugares donde habitan, además de ser entidades educativas. Sus dimensiones socioculturales se realizan precisamente a través de la exhibición pública de sus colecciones; son espacios cuyos bienes simbólicos más importantes son la educación y la recreación.

La estrategia mundial de Conservación en Zoológicos y Acuarios menciona que los zoológicos constituyen excelentes lugares para incrementar la conciencia del público sobre los valores irremplazables de la naturaleza, por lo que la educación es una tarea fundamental de los zoológicos para ayudar a la conservación transmitiendo un sentimiento positivo de los animales al visitante; los animales vivos que atraen a los visitantes forman la base para la educación en los zoológicos<sup>47</sup>.

---

<sup>44</sup> Purrington, Colin B.; op. cit.; página. 16

<sup>45</sup> Barraza, L.; op. cit.; página. 35

<sup>46</sup> *Ibidem*; página. 35.

<sup>47</sup> Centros de Conservación del siglo XXI "Los zoológicos de la Ciudad de México" memorias 2001-2006 Dirección General de Zoológicos de la Ciudad de México. Pág. 41

Los zoológicos tienen obligaciones éticas y sociales que rebasan el ámbito de la conservación, para involucrarse en la crisis ambiental, que no se limita sólo a la extinción, sino al deterioro del medio ambiente de manera global. Es por esto y mucho más que la educación en los zoológicos es sin duda uno de los aspectos más significativos de su misión.

Esta es la principal misión de los Zoológicos de la Ciudad de México transmitir a los visitantes, además de la biología e historia natural de los animales, la necesidad de conservar las especies y su medio ambiente, que conozcan las causas y efectos de la destrucción y degradación del ambiente y que tomen en cuenta las acciones que de manera individual y colectiva pueden emprender para la solución y prevención de los problemas ambientales.

Para cumplir con los objetivos educativos y culturales de estos recintos en la ciudad de México se creó el **PLAN MAESTRO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL- PMEA**, el cual constituye una herramienta de gestión institucional, que a través de ejes temáticos permite orientar y crear los programas, proyectos y actividades de educación en los zoológicos. La elaboración de este plan dio la pauta para determinar y definir las metas y objetivos, asimismo promueve la confrontación problemática ambiental con la realidad de esta institución y sus verdaderas posibilidades de intervención y transformación.

Mediante este documento se establece la misión del área de educación que consiste en: “apoyar el desarrollo de la educación integral de los visitantes en los Zoológicos de la Ciudad de México con actividades educativas, lúdicas y recreativas, de manera que éstas sean capaces de fomentar experiencias nuevas de aprendizaje significativo que propicien valores y actitudes para la conservación de la biodiversidad”<sup>48</sup>.

El objetivo general del PMEA es promover mediante acciones educativas y recreativas una cultura de preservación y conservación y a desarrollar conocimientos, actitudes, habilidades y valores para participar responsablemente en el mejoramiento de la calidad de vida en la Ciudad de México.

Los objetivos particulares incluyen los siguientes:

-Facilitar al público visitante, en especial a la población infantil, una alternativa educativa no formal de forma novedosa que sea un vínculo entre la escuela y el zoológico.

---

<sup>48</sup> Centros de Conservación del siglo XXI; op. cit., página 42.

-Promover actividades educativas en el ámbito no formal e informal que permitan el aprendizaje fundamental respecto a la flora y fauna nacional e internacional, para la conservación y cuidado del medio ambiente.

-Impulsar a la formación de especialistas con una visión socio-ambiental interdisciplinaria y crítica que atienda desde su formación académica los problemas de la preservación y la conservación.

-Evaluar cada uno de los programas educativos realizados en los zoológicos para analizar el avance o logros de las actividades programadas para determinar el impacto educativo en los visitantes y así contribuir a una educación integral.

### **Educación en el Zoológico de San Juan de Aragón**

Las actividades educativas que se realizan en el Zoológico de San Juan de Aragón se engloban en la modalidad no formal, y están dirigidas al total de la población que visita este recinto, esta población es sumamente heterogénea y va desde grupos escolares de educación preescolar a licenciatura; grupos familiares, adultos mayores y personas con discapacidad, estas actividades se agrupan en dos grandes rubros<sup>49</sup>.

- 1) Apoyo a la educación formal, en donde se incluyen actividades que complementen directamente los planes y programas de estudio de las instituciones escolares y:
- 2) Apoyo a la educación no formal, en donde se incluyen actividades que representan una opción más flexible y diversa para crear procesos de aprendizaje, social y ambientalmente significativos.

A continuación se hace una descripción general de las actividades educativas más representativas que se llevan a cabo en el Zoológico de San Juan de Aragón<sup>50</sup>.

Atención a los visitantes.

Este tipo de servicio a través de actividades educativas no formales se ha incrementado de 8.07% del total de visitantes en el 2002 a 34.3% solamente en los

---

<sup>49</sup> [www.sanjuandearagon.df.gob.mx](http://www.sanjuandearagon.df.gob.mx)

<sup>50</sup> Ídem

primeros 8 meses del 2006, lo que demuestra un avance significativo en los programas de educación.

#### Talleres

Estos tienen la tarea de desarrollar las habilidades manuales de los visitantes y sensibilizar a los participantes sobre la problemática ambiental actual, brindando elementos que permitan conocer la biodiversidad de nuestro país y el mundo a través de actividades plásticas.

#### Videos documentales

La proyección de estos ha permitido que los visitantes enriquezcan su conocimiento de la fauna y la flora mediante la función informativa que tienen estos instrumentos didácticos.

#### Atención a grupos escolares

Existen diversos medios de educación formal y no formal e infinidad de técnicas educativas que pueden instrumentarse con éxito en los zoológicos. La aportación del área educativa es la de reforzar el aprendizaje visto en las aulas utilizando como canal de comunicación a los animales de la colección y sus temáticas relacionadas.

#### Recorridos educativos.

La finalidad de estos es acrecentar el interés por la fauna que se exhibe en este tipo de recinto, están dirigidos a personas de educación regular de todos los niveles. Los temas a tratar en estos recorridos y en las actividades educativas se apoyan en los programas del sistema Oficial de Educación.

En general estos son los servicios mas importantes que presta el Área Educativa del Zoológico de San Juan de Aragón además de otros como lo son la Ludoteca, Rally educativo, Platicas Interactivas (Inforzoo), Cursos de Verano, Exposiciones temporales y eventos especiales; así como atención a grupos especiales (discapacitados, tercera edad) <sup>51</sup>.

---

<sup>51</sup> Centros de Conservación del siglo XXI; op. cit., página 44



## CAPÍTULO 3. DISEÑO Y DESARROLLO DEL TALLER DE EVOLUCIÓN

---

### Descripción del Área del área de desarrollo

#### El zoológico de San Juan de Aragón

Se encuentra localizado al oriente de la Ciudad de México, cuenta con una superficie de 39 hectáreas, convirtiéndolo en el zoológico más grande de la Ciudad, se localiza a los 19°27'33" Latitud Norte y 99°05'00" Longitud Oeste, a 2400 msnm; entre las avenidas, 510 (Eje 4 Norte) por el Norte, Av.508 al Sur, Av. José Loreto Favela al Este y Av. 535 al Oeste. Presenta una precipitación media anual promedio de 581 mm; una temperatura media anual de 15.9°C y un clima tipo semiárido templado con lluvias de verano, con menos del 5% de precipitación invernal con poca oscilación térmica<sup>1</sup>.

Este zoológico fue inaugurado el 20 de noviembre de 1964; su concepción arquitectónica de "Diseño Radial" con exhibidores semicirculares, permitía la observación del animal desde cualquier punto en que se ubicara el visitante; se construyeron 104 albergues para exhibir a un total de 1650 ejemplares de 135 especies. Sin embargo, este diseño con grandes superficies de pisos de concreto, ausencia de sombra y utilización de rejas como mecanismos de contención del animal exhibido, no permitía desarrollar cabalmente el concepto de un zoológico moderno.

Derivado de un diagnóstico situacional realizado en 1998, las autoridades del Gobierno del Distrito Federal consideran prioritaria la remodelación del zoológico para poder cumplir con los cuatro objetivos sustantivos de los zoológicos modernos: Recreación, Educación, Investigación y Conservación. Los zoológicos modernos buscan imitar en lo posible las condiciones naturales del hábitat en el cual viven las diferentes especies animales. El zoológico cerró sus puertas al público el 17 de mayo de 1999 cuando se iniciaron las labores para dar paso a las obras de remodelación, reabriendo sus puertas a los visitantes el día 6 de diciembre del 2002, continuando con el proceso de remodelación de diferentes áreas<sup>2</sup>.

La distribución temática de las especies animales y vegetales del nuevo zoológico se ha organizado por continentes, dentro de los cuales se ubican los biomas o zonas ecológicas más representativas de cada uno. Se propuso el diseño de las exhibiciones manejando los conceptos de inmersión y secuencia de vistas. Esto permite envolver al visitante en el mismo ambiente biótico de cada exhibición,

---

<sup>1</sup> Castillo M de los A. (1999) Manejo y desarrollo del venado cola blanca y del gamo bajo condiciones de cautiverio en el Zoológico de San Juan de Aragón. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Campus Iztacala.

<sup>2</sup> [www.sanjuandearagon.df.gob.mx](http://www.sanjuandearagon.df.gob.mx)

tomando conciencia de las formaciones vegetales, la topografía y los cuerpos de agua en su caso, promoviendo que las barreras que contienen a los animales sean parte de las características naturales de la exhibición. De esta manera el visitante es transportado a través de cambios graduales de una exhibición a otra, permitiendo la percepción de que los animales se encuentran en libertad.

Como resultado de la remodelación que se ha estado llevando a cabo durante estos años desde que fue cerrado, la afluencia del Zoológico de San Juan de Aragón, a partir del año 2003, se ha elevado en un promedio anual de 2.1 millones de visitantes. Todas estas obras y el apoyo de los patrocinadores permitirán que este zoológico se consolide como un centro de conservación y educación ambiental.

Actualmente se han construido algunas de las nuevas áreas, incluyendo la zona árida y semiárida de México, que presenta albergues tales como los del lobo mexicano, perrito de las praderas, coatí, mapache, pecarí de collar y coyote. La zona de litorales incluye guacamaya verde, lobo marino de California y lobo marino de la Patagonia. La zona tropical de México incluye mono araña, el sendero interpretativo del jaguar, una aviario penetrable, ocelote y temazate. La zona de pastizales esta representada por la sabana africana, elefante asiático, rinoceronte blanco, chimpancé e hipopótamo. Otras áreas de servicio construidas incluyen las plazas educativas y de servicios a los visitantes, Área Educativa entre otras. Y se acaban de inaugurar los albergues de berrendo/venado cola blanca, borrego cimarrón y aves rapaces, donde también se da un espectáculo de vuelo<sup>3</sup>.

Con base en la infraestructura del zoológico que se describió anteriormente; es que se llevó a cabo la concepción diseño y dinámica del taller, esto para que las instalaciones estuvieran plenamente involucradas con el desarrollo del mismo, a continuación se hace la descripción detallada de cómo fue todo este proceso creativo, para darle vida al objeto de este trabajo de investigación: "El Taller de Evolución"

### **Metodología de Investigación**

- Identificación de un problema práctico, en el que estuviera involucrada la enseñanza de la Biología Evolutiva.
- Identificación de un espacio que potencialmente sea propicio para enseñar y aprender evolución.
- Realización de búsquedas bibliográficas, cibergráficas y en archivos del zoológico en cuestión para generar los antecedentes de esta investigación.

---

<sup>3</sup> Centros de Conservación del siglo XXI "Los zoológicos de la Ciudad de México" memorias 2001-2006 Dirección General de Zoológicos de la Ciudad de México. Pág. 17

- Revisión de los programas educativos y observación de las actividades que se llevan a cabo en el área educativa del zoológico de San Juan de Aragón.
- Revisión, integración y resignificación de los contenidos de biología evolutiva que se abordan en los programas de estudio vigentes de la SEP en sexto año de primaria.
- Definición de los conceptos evolutivos en los que se basará el taller: origen común, cambio gradual, adaptación, variación, extinción, selección natural y diversidad, los cuales son básicos para el entendimiento de la evolución de las especies.
- Diseño del taller de acuerdo con las necesidades del grupo elegido (niños de sexto de primaria) considerando algunos de los albergues que se encuentran en el zoológico.
- Diseño con base en la estructura y conceptos del taller, del instrumento de evaluación que se aplicó al principio y al final de éste.
- Desarrollo de actividades generadoras de aprendizaje con las especies que estén en los albergues elegidos, para que los niños se mantengan interesados y el aprendizaje sea lúdico y significativo.
- Evaluación de los aprendizajes de los participantes del taller.

### **Diseño y realización de los recursos didácticos**

- Elección de los conceptos de biología evolutiva, que serían respaldados por cada uno de los recursos didácticos.
- Consulta de material didáctico y actividades lúdicas existentes en libros de texto, guías escolares, y literatura infantil, para dar pie al proceso creativo.
- Participación en el “curzoo” de verano del 2006 para observar las actividades y los recursos didácticos que usan en el área educativa del Zoológico de San Juan de Aragón.
- Diseño y elección de las dinámicas de cada una de las 4 actividades lúdicas.
- Elección y obtención del material con el que se construyó cada uno de los elementos de los 4 juegos.
- Elección y creación de imágenes, dibujos y fotografías que son el elemento más importante de estas actividades.
- Construcción del material de cada uno de los juegos.
- Cabe señalar que toda la creación, diseño y construcción de cada actividad didáctica, fue hecha por la que aquí suscribe. En algunos casos que posteriormente se mencionan, retome algún recurso que me pareció interesante de alguno de los autores consultados.

## **Taller de Evolución**

### **Propósitos**

El taller de evolución diseñado en el desarrollo de esta tesis tiene como propósitos:

- ofrecer una estrategia lúdica para facilitar la comprensión de conceptos evolutivos fundamentales y relacionarlos con especies de organismos que el visitante observará en el zoológico;
- provocar en los participantes curiosidad, preguntas, dudas y deseo de saber más sobre el tema de evolución.

### **Objetivos**

Al finalizar el taller, los participantes:

- Reforzarán conceptos específicos sobre evolución de las especies, que ya vieron o verán en clase, esto de acuerdo con el programa de estudios vigente para sexto de primaria;
- Integrarán la visita al zoológico con las actividades lúdicas para que la experiencia sea enriquecedora.

### **Organización y sistematización del Taller**

- El taller comenzó en área educativa, donde se les aplicó a los niños el cuestionario de entrada; posteriormente se les dio una plática introductoria breve sobre el tema de evolución de las especies, auxiliada con una presentación de power point con imágenes sobre el tema y fotos del zoológico.
- Posteriormente se llevó a cabo el recorrido del zoológico; en los albergues elegidos (principalmente sabana africana, primates y plaza de ingreso) se realizaron las actividades lúdicas. Esto complementado con la explicación y vinculación de los conceptos evolutivos que se quiere comprendan los participantes.
- En alguno de los albergues donde hay muchos individuos el instructor les pidió a los participantes, observaran bien a los ejemplares por unos minutos, luego ellos comentaron si vieron diferencias entre ellos y se les pidió explicaran el porqué, esto dio pie a explicar el concepto de variación.
- En el albergue de pavo reales el instructor narró una historia donde se explica el concepto de selección natural, al final del relato se les pidió a los participantes hicieran una observación y reflexión; y que explicaran o dieran un ejemplo sobre selección natural, asimismo se les dio la oportunidad de hacer preguntas sobre el tema.

- Terminado el recorrido, las actividades y juegos se regresó al área educativa donde se les aplicó a los grupos el cuestionario de salida y se les dio la despedida.

### Descripción del Taller

- Conceptos a tratar en el taller: origen común, cambio gradual, diversidad, adaptación, extinción, variación y selección natural.
- Llegada del grupo a Área educativa del Zoológico de San Juan de Aragón.
- Aplicación del cuestionario de entrada

### Cuestionario de entrada y salida

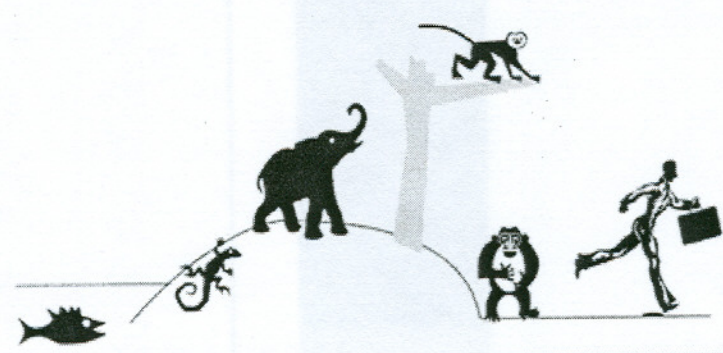
“Taller de Evolución” Zoológico de San Juan de Aragón

Nombre de la escuela: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: F\_\_ M\_\_ Grado Escolar: \_\_\_\_\_

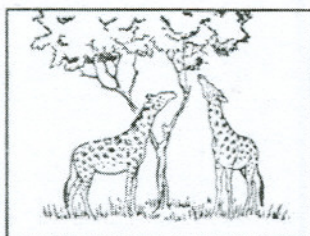
Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

- 1.-Escribe todas las ideas sobre evolución que te vengan a la mente con esta imagen.

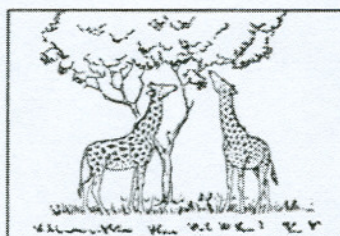


Tomado de Peisajovich B. (2005) Didáctica de la teoría de la evolución y cambio conceptual. Correo del Maestro núm., 82.

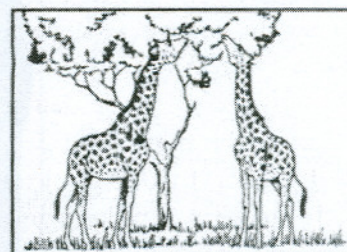
- 2.- De estas dos pequeñas historias ¿cuál es la que sucede realmente en la naturaleza?



Una población de jirafas ancestrales de cuello corto sufre el efecto de frecuentes esfuerzos en el alargamiento del cuello por alcanzar el follaje verde de los árboles de la sabana.

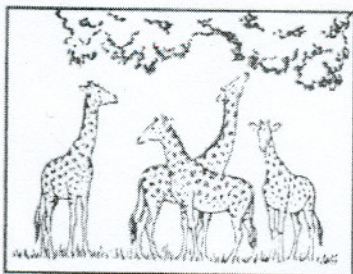


Como resultado de los esfuerzos realizados, los descendientes tienen cuellos cada vez más largos, que continúan alargándose como consecuencia de nuevos esfuerzos.

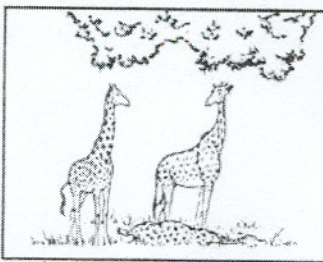


El continuo esfuerzo por alcanzar las hojas de los árboles ha dado jirafas con cuello largo.

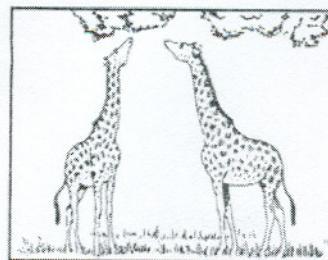
B



La población de jirafas ancestrales muestra una variación en la longitud del cuello.



La selección natural hace que sobrevivan sólo aquellos individuos con cuellos largos, que pueden alimentarse más fácilmente.



La selección natural ha ocasionado que sólo sobrevivan las jirafas con cuello largo.

Modificado de Cervantes (1999) Biología general. Bachillerato. Publicaciones Culturales. Pág.161 fig.9.2

Subraya el inciso correcto en las siguientes preguntas:

3.- ¿Cuál de las siguientes opciones nos permite saber que la evolución realmente sucede en la naturaleza?

- a) El registro fósil, las semejanzas entre individuos de especies cercanas (homologías).
- b) El tiempo geológico, el origen del universo, el comienzo de la vida en la Tierra.
- c) La selección natural, la adaptación, la variabilidad, la extinción, los cambios, origen común.

4.- La diversidad biológica se define como...

- a) La cantidad de individuos de una misma especie.
- b) La variedad de seres vivos que habitan nuestro planeta.
- c) El número de poblaciones en un ecosistema determinado.

5.- Los fósiles son:

- a) Piedras con forma de animales o plantas del pasado que se localizan en los estratos terrestres.
- b) Restos de vida pasada que quedaron enterrados hace millones de años y se petrificaron.
- c) Pedazos de sedimento de épocas pasadas que han sido descubiertas por los arqueólogos.

6.- Las adaptaciones son:

- a) Características que les quitan habilidades a los organismos para sobrevivir en el medio en el que viven.

- b) Características que obtiene un organismo por selección natural que le permiten sobrevivir en su medio ambiente.
- c) Son alteraciones en los seres vivos, que no permiten que tengan descendientes fértiles.

7.- La variación es importante para el proceso de evolución; ¿en qué consiste esta?:

- a) En que entre organismos de la misma especie suele haber variaciones y diferencias.
- b) En que en un ecosistema determinado hay una gran cantidad de especies diferentes.
- c) En un proceso por el cual una especie puede variar con respecto a otra especie.

8.- Varios organismos que vivieron en otras épocas en la Tierra ya no los encontramos en la actualidad, por ejemplo: los dinosaurios, esto es por que...

- a) Se convirtieron en otros animales.
- b) En realidad nunca existieron y son seres mitológicos.
- c) Se extinguieron.

9.- Los sucesos que vemos en esta imagen:

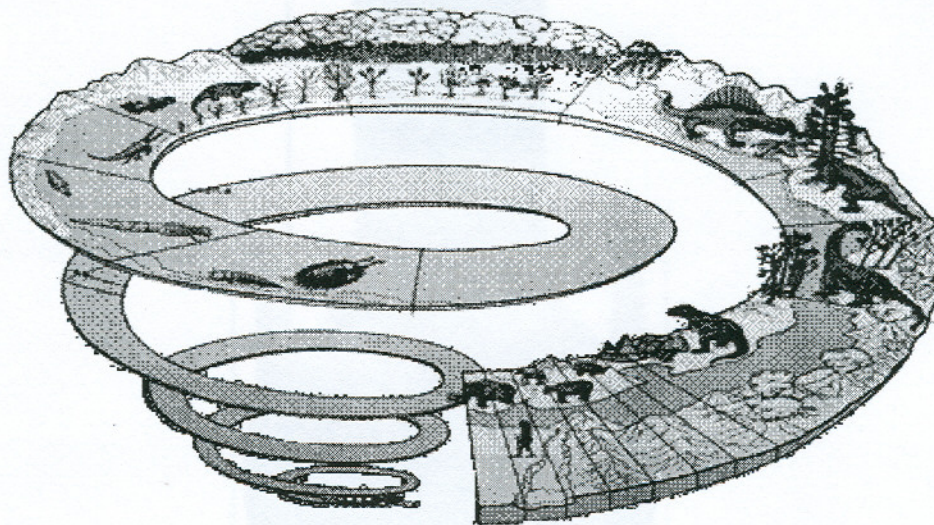
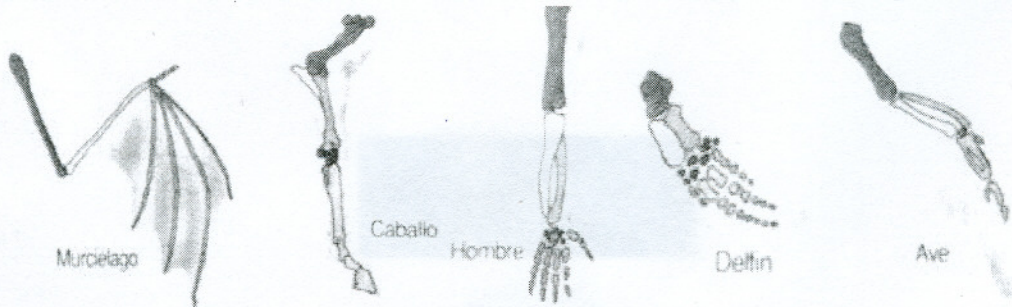


Imagen tomada del Museo de Sonora. Hermosillo Sonora, México<sup>4</sup>.

- a) Se llevaron millones de años.
- b) Tomaron pocos años.
- c) Sucedieron rápidamente.

<sup>4</sup> Se seleccionó esta imagen porque resalta la dimensión temporal, que es el objetivo concreto de este reactivo.

10.-En esta imagen todas estas extremidades tienen una estructura básica aunque diferente función lo que nos indica que:



Modificado de Cervantes (1999) Biología general. Bachillerato. Publicaciones Culturales. Pág.176 fig.9.17

- Todos estos organismos comparten un ancestro común.
- Los organismos a los que pertenecen no tienen nada que ver.
- Cada organismo tiene un ancestro diferente.



Imagen 1.- Foto de la aplicación del cuestionario de entrada

- Al terminar el cuestionario se dio la plática introductoria.

### Presentación Introductoria

¿Alguna vez te has preguntado cómo se originaron todos los organismos que habitan nuestro planeta? ¿Qué proceso es el que se ha llevado a cabo para que exista tal diversidad de animales, plantas y otros organismos? Muchas personas nos hemos hecho estas preguntas a lo largo de la historia, pero para encontrar respuestas debemos ir desde el inicio, cuando comenzó la vida en la tierra.



La vida en nuestro planeta comenzó en el agua, primero seres unicelulares y sencillos, de los cuales algunos conforme fue pasando el tiempo fueron sufriendo cambios surgiendo así organismos pluricelulares como las algas, medusas o esponjas, de una organización muy sencilla, muy diferentes a los actuales, pero cada uno con sus adaptaciones para poder sobrevivir en su medio ambiente.

Estos organismos siguieron teniendo cambios durante millones de años provocando esto una gran diversificación, moluscos con concha, como las amonitas o artrópodos como los trilobites, después los peces que tenían un esqueleto de cartílago (ancestro tiburones), posteriormente peces con placas protegiendo su cuerpo, después peces con el esqueleto óseo interno, de un grupo ancestral de peces surgieron los anfibios, para cuando esto sucedió en tierra firme ya existían plantas que se reproducían por esporas, insectos con capacidad de volar, hongos y otros invertebrados, lo que ayudo a que sobrevivieran los nuevos organismos que habitaban los ambientes terrestres.

Después los reptiles reinaron la tierra, sobre todo el grupo de los Dinosaurios, los cuales estaban presentes tanto en el agua como en la tierra y hasta en el aire, se adaptaron a todos los ambientes, pero se cree que un meteorito cayó en la tierra, provocando muchos cambios a los cuales los Dinosaurios no pudieron adaptarse, muriendo y finalmente se extinguieron. Esto les dio la oportunidad a las aves y mamíferos de ser los nuevos monarcas de la Tierra. Las aves y los mamíferos surgieron cada uno de un grupo diferente de reptiles ancestrales. Los mamíferos fueron los que lograron mas diversidad ocupando cada rincón del planeta, adaptándose a cada ambiente incluso al marino (ballenas) y al aéreo (murciélagos), un grupo de estos animales iría cambiando de forma especial, su cerebro más grande, su posición bípeda, su capacidad para construir armas e instrumentos, un grupo ancestral de primates dio origen al ser humano, después de muchos miles de años de cambios y adaptaciones y así el ser humano invadió el planeta.

¿Cómo es que sabemos esta historia? La respuesta está en los fósiles que son muestras que quedaron de cada una de las épocas de la vida de la tierra, varios organismos que tenían partes duras en su cuerpo como conchas, esqueletos o dientes; al morir y depositarse en la tierra o en le fondo marino, con el paso de millones de años se fosilizaron o dejaron su impresión en alguna capa de la tierra y gracias a ellos es que hemos podido reconstruir gran parte de la historia de la vida en nuestro planeta.

Pero regresando a las preguntas del principio, la respuesta está en un proceso muy interesante llamado EVOLUCION que implica un cambio en los organismos y su transmisión a las siguientes generaciones. Cuando los seres vivos se reproducen, su

material genético también lo hace pero en este acontecimiento pueden suceder cambios llamados mutaciones, las cuales son las que generan el cambio, estos cambios pueden ser positivos o negativos, dependiendo de que tan apto haga al organismo para sobrevivir en el medio en el que vive, si les dan ventajas, estos podrán seguirse reproduciendo y pasarán estas características ventajosas a su descendencia.

Por eso en cada ecosistema tenemos una gran diversidad de organismos, animales, plantas, hongos y microorganismos característicos, cada uno de ellos se ha ido adaptando al clima, a las condiciones y los recursos que le ofrece cada región del mundo; ya sea muy fría como en los polos, templada y húmeda como en los bosques, lluviosa y exuberante como en las selvas, seca y con poca vegetación como en la sabana o muy árida y calurosa como en el desierto. Todos hemos pasado por este proceso, y este hecho sigue presentándose día a día en la naturaleza, sólo que como es muy lento no es visible a nuestros ojos, el ser humano es sólo un instante en la larga historia de la tierra y un resultado más de la evolución.

Aquí en el zoológico de San Juan de Aragón podrás conocer de cerca muchos de estos organismos, algunos originarios de lejanas partes del mundo y que viven en distintos ecosistemas, muchos otros de nuestro país, pero todos tienen algo en común son el resultado de la evolución de millones de años, conocerás más sobre este proceso a lo largo de tu visita y aprenderás muchas cosas jugando.

¡Bienvenido al Zoológico de San Juan de Aragón!

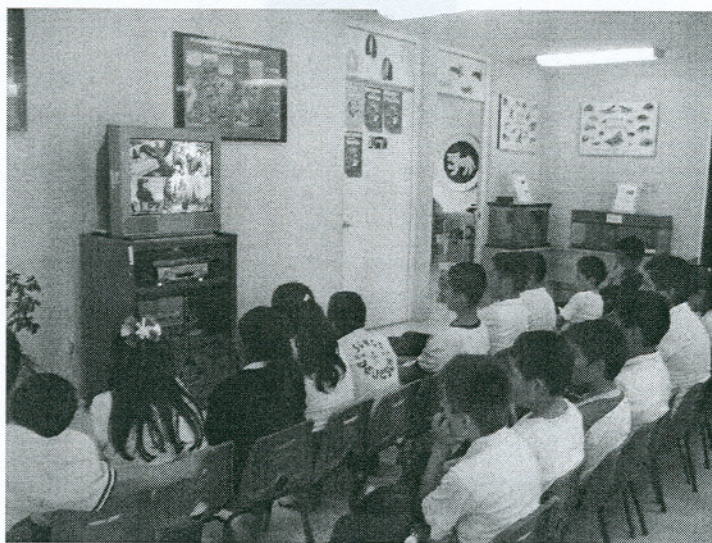


Imagen 2.- Presentación Introdutoria.

- Al terminar la plática se le pidió al grupo salir del Área Educativa y organizarse para dar inicio al recorrido por el zoológico.

- El recorrido dio inicio en Guacamayas de plaza de ingreso.- en esta parada se habló brevemente de la historia del zoológico, sobre su remodelación y se les dijo a los alumnos las 3 reglas del recinto: que son no correr, no gritar y no subirse a lo barandales.
- A continuación en el orden que sigue, se visitaron los albergues, de las siguientes especies donde se trataron los temas que se encuentran escritos delante del nombre de cada especie.
  - Lobo mexicano.-----Características generales de los mamíferos
  - Lobo marino de la Patagonia } **Adaptaciones** de los mamíferos a la
  - Lobo marino de California } vida acuática.
  - Rinoceronte } **Concepto de Extinción.**- como proceso natural, así
  - Elefante Asiático. } como cuando es ocasionado por la acción del hombre
  - Se habló también de los parientes cercanos de estas dos especies que fueron abundantes en otras épocas de la era Cenozoica.
  - Chimpancé----- Características generales de primates antropoides sobre todo del chimpancé y el gorila, se mencionó su cercanía evolutiva con el ser humano.
  - Sabana Africana. Concepto de **Diversidad evolutiva** y su importancia en el proceso evolutivo. Concepto de Bioma.
  - Al terminar la explicación en este albergue que es el más grande y diverso del zoológico; a un costado de éste se llevó a cabo la primera actividad lúdica.
    - **Juego 1.Relevos.**  
Concepto: Diversidad  
Área de desarrollo en el zoológico: Sabana Africana



Imagen 3.- Vista del albergue de sabana africana.

Biomás: Diversidad animal y vegetal

Objetivo: Por medio de imágenes claras y divertidas los niños se percatarán de la diversidad de organismos que existe en cada uno de los biomas del planeta: desierto, bosque, selva, sabana, tundra, pradera, litorales.

- Material:

Tarjetas de 20x25 cm. con un dibujo de animal o planta cada una. 60 tarjetas en total 10 para cada bioma.

Letreros con los nombres de cada bioma.



Imagen 4.- Tarjetas de fauna y flora del juego no.1 "Diversidad"

- Dinámica.

Se formarán equipos, uno por cada bioma: en total 6, a cada equipo se le asignará un bioma diferente.

Las tarjetas de las imágenes se colocarán revueltas al frente de los equipos.

Por turno saldrá corriendo un integrante de cada equipo, buscará una tarjeta que corresponda a su bioma asignado, y la dejará junto al letrero correspondiente. Saldrá el siguiente niño de cada equipo y así sucesivamente.

- Conclusión: el juego termina cuando todos los equipos han encontrado y acomodado sus tarjetas correctamente.

- Gana el equipo que menos errores tenga en la construcción de su bioma.
- Integración del juego con conceptos, aclaración de dudas.
- Al concluir el primer juego se continuó con el recorrido en los albergues que siguen hablando de los siguientes temas y conceptos.
- Hipopótamos.
- Venado temazate--Guacamayas
- Ocelote--Lince
- Mono Araña-----Actividad **Variación**. Observación de ejemplares. Explicación concepto sobre variación y su importancia vital en el proceso evolutivo.
- Aviarío-----Características generales del grupo de los anfibios.  
  - Características generales del grupo de las aves. **Adaptaciones** al vuelo.
- Jaguar.
- Pejelagarto.
- Cocodrilo. Características generales del grupo de los reptiles. **Adaptaciones**.
- Berberiscos, Wapiti, Antílope Indio.
- Pavoreal. --- Narración del cuento ¿Por qué se puso tan guapo el pavoreal? Observación de ejemplares. Explicación del concepto de **Selección Natural**.
- Hipopótamos.
- Oso
- Rodete (Pequeños mamíferos)
- Titíes, marmosetas, monos ardilla } Monos del nuevo mundo. Características
- Mono araña, mono aullador. } distintivas del grupo y su relación con el ser humano.
- Papiones } Monos del viejo mundo. Características distintivas del grupo y
- Monos patas } su relación con el ser humano.
- A continuación se hizo un alto a un costado del albergue viejo de mono araña y se llevó a cabo el:
  - **Juego 2.** “Rompecabezas”  
 Concepto: Origen común  
 Área de desarrollo: Primates.



Imagen 5.- Área de primates del Zoológico de San Juan de Aragón

### Árbol genealógico (filogenético)

Objetivos: Por medio del cuestionario (ver anexo C) los niños recordarán y reforzarán conocimientos: algunos previos y otros que ya adquirieron durante el taller. Como las características distintivas de cada uno de los grupos de tetrápodos y sus relaciones entre ellos.

Al armar el rompecabezas e irse formando el árbol filogenético se darán cuenta que todos los tetrápodos tenemos un origen común (ancestro común) incluso notarán que su especie; el ser humano forma parte de este árbol.

- Material

Piezas grandes de rompecabezas de foami, que formaran al armarse un árbol filogenético que incluirá a todos los tetrápodos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Cada pieza con una pregunta al reverso.

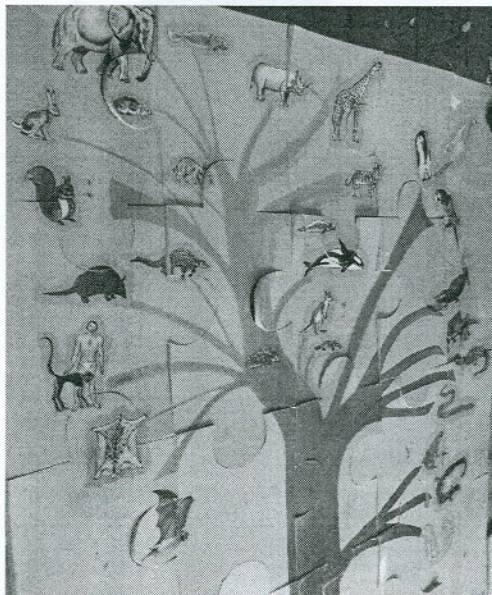


Imagen 6.- Rompecabezas juego no. 2 "Árbol filogenético"

- Dinámica.

Se dividió el grupo en equipos, el primer equipo tomó una pieza del montón y le hizo la pregunta que esta al reverso al equipo no. 2 si la contestaba correctamente este equipo acomodaría la pieza, sino la contestaba correctamente el equipo que preguntó la acomodaría en su lugar, así sucesivamente con los demás equipos hasta armar el rompecabezas. Las piezas de regalo son acomodadas por el equipo que las toma y no tienen valor en puntaje final.

- Gana el equipo que responda más preguntas correctamente.
- Conclusión: Al terminar el rompecabezas el instructor dio una explicación breve sobre lo que son y representan este tipo de árboles dando tiempo para preguntas.

- Aquí concluyó el recorrido a las instalaciones del zoológico y se regresó a Área Educativa, donde en el patio de plaza de ingreso se llevaron a cabo los dos últimos juegos.

- **Juego no.3** Tabla de eras geológicas
- Breve introducción a las eras geológicas. Se hablará un poco sobre los acontecimientos mas sobresalientes de cada era, así como de su fauna y flora característica.
- Concepto: cambio gradual (tiempo geológico) extinción, evidencia paleontológica.
- Área de desarrollo: Plaza de ingreso



Imagen 7.- Vista de Área Educativa y Plaza de Ingreso

#### Eras geológicas (Fauna y flora característica)

- Objetivo: que comprendan; que la evolución de las especies se ha llevado a cabo durante millones y millones de años, que los organismos

no surgieron de pronto o cambiaron de forma espontánea y rápidamente. Resaltar que de los organismos más antiguos su registro fósil está en las capas más bajas. A si mismo que en las primeras eras geológicas los organismos eran más simples y sencillos que los de eras más recientes. Con base en lo anterior se les preguntará que les sugieren estos hechos para así resaltar que esta es una de las evidencias de la evolución. Por otro lado también que se den cuenta que a lo largo de la vida en la tierra se han presentado varias extinciones ya sea pequeñas o masivas como la de los dinosaurios.

○ Material

2	Cuaternario		CENOZOICA
65	Terciario		
65-236	Cretácico		
143	Jurásico		MESOZOICA
225	Triásico		
280	Permiano		
345	Carbonífero		PALEOZOICA
365	Devónico		
435	Silúrico		
590	Ordoviciano		
570	Cámbrico		
4.000			PRECAMBRICA

-Tabla de 1.20m x 1.00m (Figura 1).

- Espacios con velcro en cada era para pegar los dibujos de los organismos.

-23 dibujos de organismos característicos de cada una de las eras.

Figura no.1 "Tabla de las Eras Geológicas".

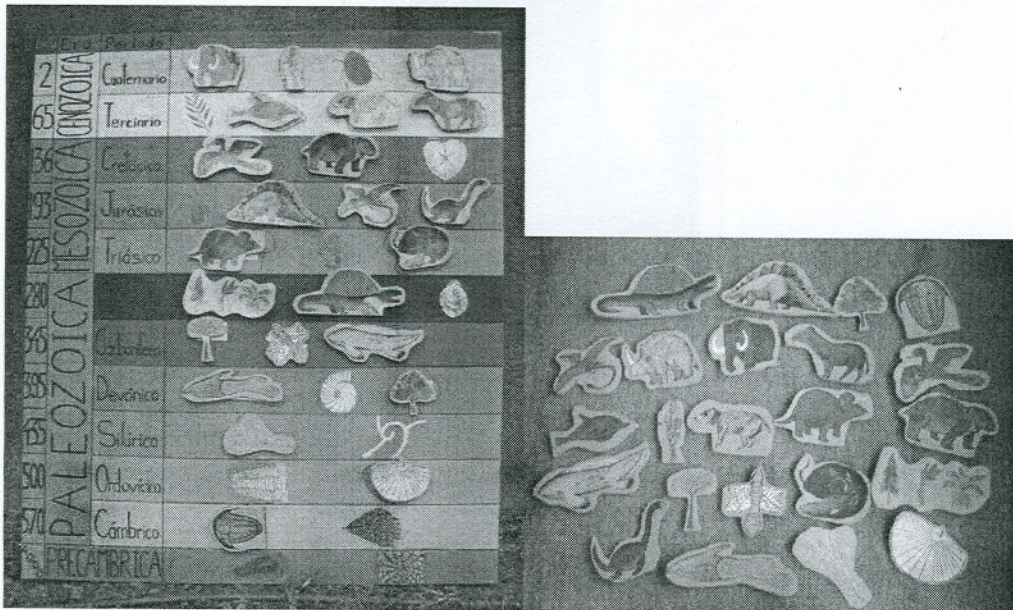


Imagen 8.- Tabla y organismos del juego de las Eras Geológicas.



- Dinámica.

Se formaron 4 equipos que representaron a las 4 eras geológicas: azoica (precámbrica), paleozoica, mesozoica, cenozoica, cada equipo debió ponerse en fila con las piernas abiertas; al frente se les pusieron dibujos de organismos característicos de cada era, los cuales tuvieron que ir pegando en la tabla por turnos, para esto el integrante que quedó hasta el frente tubo que decirle al instructor un acontecimiento o nombre de organismo de la era que le tocó, el que lo hizo correctamente tomó uno de los dibujos y lo pasó a su compañero de atrás por debajo de sus piernas y así sucesivamente hasta que le llegó al compañero de hasta atrás el cual corriendo pegó el organismo en el lugar que le corresponde en la tabla, colocándose después hasta al frente de la fila y así sucesivamente hasta completar la tabla. Gana el equipo que termine primero con los dibujos que se le asignaron.

- Conclusión.

Al final del juego se aclararon dudas y se hizo énfasis en lo del orden de las capas en el registro fósil y las implicaciones que esto tiene; así como esto representa una fuerte evidencia de que la evolución es un hecho. Además de hablar un poco sobre extinciones.

- **Juego no.4** Tabla de anatomía comparada
- Concepto: Adaptación, evidencia morfológica.
- Área de desarrollo: Plaza de ingreso.



Imagen 9.- Vista de la plaza de acceso

Anatomía comparada: tetrápodos.

- Objetivo: Que los niños relacionen la forma y distribución de los huesos en las extremidades de los diferentes grupos de tetrápodos con su función; esto les dará una idea clara de lo que es una adaptación, haciendo un poco más de énfasis en el grupo de los mamíferos donde hay organismos que nadan, vuelan, corren, trepan, etc. Pero sin embargo tienen la misma estructura básica en las extremidades.
- Material:

Tabla de 1.20m x 1.00m dividida en columnas y filas para formar una tabla donde estén los grupo de tetrápodos, luego un espacio para las imágenes de los huesos y por ultimo otro espacio donde irán las funciones. Dibujos de los huesos de las diferentes extremidades de tetrápodos y letreros con las diferentes funciones.

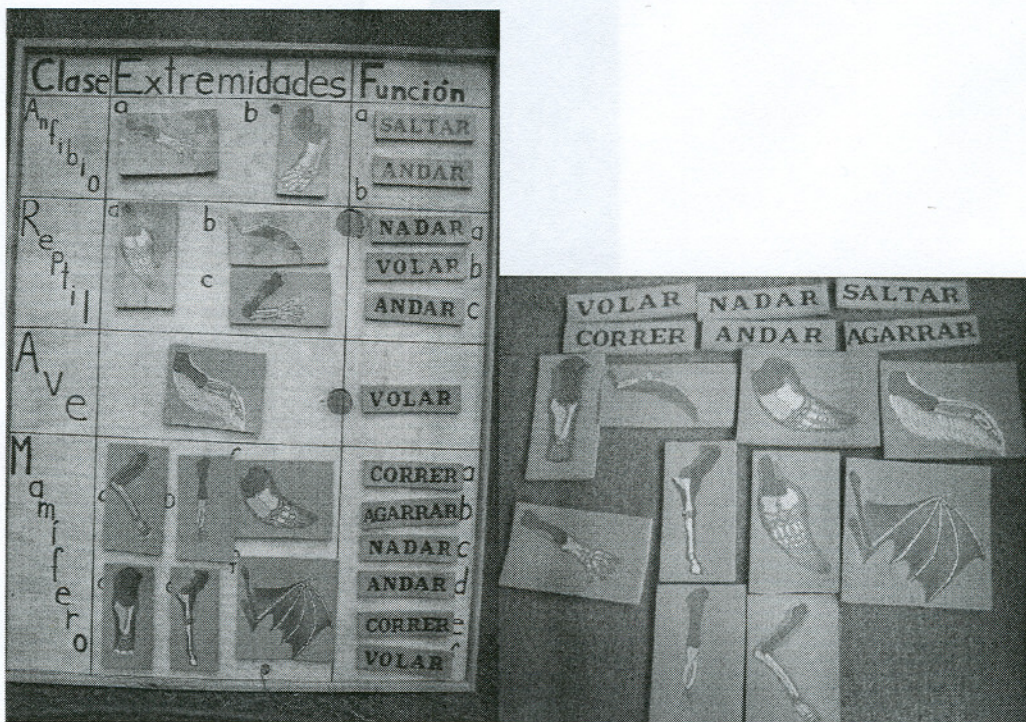


Imagen 10.- Tabla, imágenes de huesos y letreros de funciones del juego no. 4 "anatomía comparada".

- Dinámica.  
Todos se colocaron en un círculo, menos una pareja que quedó fuera de éste, al centro del círculo se colocaron los dibujos de los huesos con sus funciones; la pareja de afuera debió escoger a otra que este en el círculo entonces una pareja corrió hacia un lado y la otra hacia el lado contrario

para así ganar el espacio que quedo vacío en el circulo a la otra pareja, quien llegó primero entró y tomó un hueso, una función y corrió a pegarlo en el lugar correcto de la tabla, así hasta completarla.

○ Conclusión

Al final del juego se aclararon dudas, y se habló un poco sobre adaptaciones y de cómo ésta es otra evidencia de la evolución ya que gracias a las homologías podemos darnos cuenta de que estos grupos están emparentados y tienen un ancestro común aunque sean muy diferentes morfológicamente y en función. Se habló brevemente sobre homologías y analogías; vinculación con lo hablado sobre adaptaciones de los 4 grupos de tetrápodos.

- Retorno a Área Educativa.
- Aplicación del cuestionario de salida.
- Despedida.



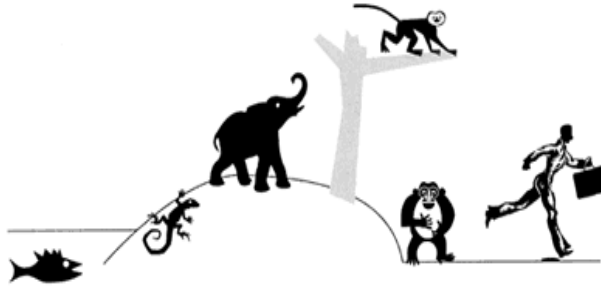
Imagen 11.- Aplicación del cuestionario de salida

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS

### RESULTADOS POR PREGUNTA DE LOS CUESTIONARIOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL TALLER DE EVOLUCIÓN.

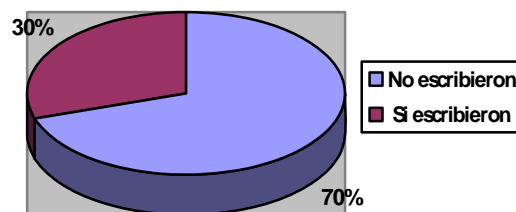
#### PREGUNTA 1.- Ideas sobre evolución. Pregunta abierta.

En esta pregunta, se le pedía a los participantes que escribieran todas las ideas sobre evolución que se les vinieran a la mente con la siguiente imagen.



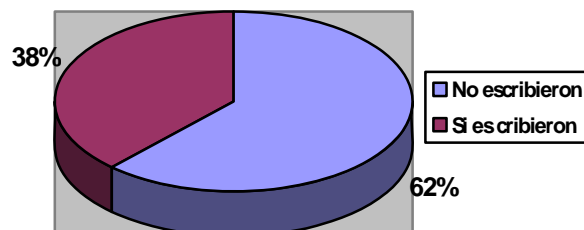
Tomado de *Peisajovich B.* (2005) Didáctica de la teoría de la evolución y cambio conceptual. Correo del Maestro núm., 82

Cuestionario de entrada.- De 50 participantes sólo 15 escribieron alguna idea en esta pregunta; es decir 30%.



Gráfica 1.- Porcentajes correspondientes a la cantidad de participantes que contestaron o no en la pregunta 1 del cuestionario de entrada.

Cuestionario de salida.- De 50 participantes sólo 19 escribieron alguna idea en esta pregunta; es decir 38%.



Gráfica 2.- Porcentajes correspondientes a la cantidad de participantes que contestaron o no en la pregunta 1 del cuestionario de salida.

**Relación de ideas escritas por los participantes del taller de evolución en la pregunta 1 del cuestionario de entrada.**

En la siguiente tabla se presentan todas las ideas que escribieron los participantes del taller de evolución y el número de veces que se repitieron.

<b>No.</b>	<b>Ideas sobre evolución</b>	<b>Número de veces</b>
1	Evolución secuencia lineal, con un fin y orden determinado.	5
2	Evolución es la transición de animales acuáticos a terrestres	5
3	El hombre es la cúspide de la evolución.	3
4	Evolución= progreso	2
5	La evolución solo operó en el ser humano	2
6	La evolución sólo sucede en animales y el ser humano	2
7	Los animales sólo son comida para los humanos (Visión utilitarista)	2
8	La evolución va de lo más primitivo a lo mas complejo	2
9	Los organismos van de lo más simple a los más complejo	1
10	Los seres humanos son el final del proceso evolutivo	1
11	La evolución es un cambio lento en mucho, mucho tiempo	1
12	La evolución es la transformación de un animal en otro	1
13	Las extinciones son rápidas	1
14	Evolución es el cambio de animales prehistóricos a los modernos	1
15	El Homo sapiens evolucionó por medio del alimento	1
16	El gorila es un ser vivo un poco humano	1

**Relación de ideas escritas por los participantes al taller de evolución en la pregunta 1 del cuestionario de salida.**

En la siguiente tabla se presentan todas las ideas que escribieron los participantes del taller de evolución y el número de veces que se repitieron.

<b>No.</b>	<b>Ideas sobre evolución</b>	<b>Número de veces</b>
1	Evolución secuencia lineal, con un fin y orden determinado.	8
2	Cambio lento por millones de años	4
3	Evolución= a cambios en los organismos	4
4	El ser humano lo más evolucionado	3
5	La evolución va de lo más sencillo a lo más complejo	2
6	Evolución es la transición de la vida acuática a la terrestre	2
7	Evolución es la transformación de un organismo en otro diferente	2
8	El ser humano es descendiente de los primates	1
9	Evolución es el aumento del tamaño en los organismos	1
10	Faltan los anfibios en la imagen	1
11	Transmisión de características buenas a los hijos	1
12	Todos los animales tienen un origen común	1
13	Evolucionar es cambiar de hábitos o hábitat	1
14	El ser humano es el final de la evolución	1
15	Evolución del chango al hombre	1
16	Evolución de la eras geológicas	1
17	La evolución sólo sucede en los animales	1
18	Los monos existieron en la tierra, fueron procreando y así evolucionó el hombre	1
19	En la imagen sólo hay organismos actuales	1

## **Análisis de resultados pregunta no.1**

Ideas evolucionistas.

A los resultados de este reactivo en particular, se les dio un tratamiento diferente que a los demás; primero por su naturaleza de ser una pregunta abierta, donde los participantes podían escribir cualquier idea que les remitiera la imagen que se les presentó, y segundo porque como lo reflejan las graficas 5 y 6 fue menor la proporción de los alumnos que escribieron alguna idea, ya que muchos se mostraron muy renuentes a expresar sus ideas.

Lo que se hizo con las ideas escritas fue identificarlas y catalogarlas, según la frecuencia con la que se repitieron tanto en el pre como en el post-test; estas ideas se concentraron en tablas donde cada una se escribió completa y se puso las veces que se repitió. (Ver tabla 1 y 2 capítulo 4).

La imagen que se presentó en este reactivo fue retomada de una investigación diseñada por una maestra de secundaria en Argentina<sup>1</sup>. Y al igual que en esta tesis pidió a sus alumnos escribieran ideas sobre evolución y al obtener los resultados los categorizó y encontró cosas muy interesantes sobre todo un combinación curiosa de ideas erróneas con ideas correctas, y muchas otras ideas que descubrió implícitas dentro del discurso.

Los resultados que se obtuvieron en esta tesis no difieren mucho de los encontrados con los alumnos argentinos. Para el caso de los pre-test, se encontró que la idea que más se presentó fue la de que: *“la evolución es una secuencia lineal, con un orden y fin determinado”*; lo cual esta generalizado y puede ser sobre todo porque es muy complicado hacer un esquema o imagen que represente de forma correcta como es que realmente se da la evolución de las especies en la naturaleza. Casi todas las representaciones que se ponen en los materiales didácticos o libros de texto nos remiten a estos dibujos lineales que siempre van de menos a más. La otra idea que más se encontró fue que: *“la evolución es el paso de la vida acuática a la terrestre”*, lo cual tiene su parte de cierto y su parte de erróneo. Posteriormente vienen ideas que se presentaron menos veces pero también son muy interesantes como: *“que el hombre es la cúspide de la evolución”*, o que *“la evolución es igual a “progreso”*; *“evolución de lo más primitivo a lo más complejo”*. lo que nos vuelve a remitir a la direccionalidad que erróneamente se cree que tiene este proceso; *“la evolución sólo sucede en animales y el ser humano”*: lo cual es un pensamiento muy común ya que ningún participante notó

---

<sup>1</sup>Peisajovich B. (2003) Didáctica de la teoría de la evolución y cambio conceptual. *Correo del Maestro*. núm. 82. Marzo.

el árbol en la imagen, y tampoco casi nadie preguntó algo sobre la flora durante el recorrido del taller, por lo cual se considera que no toman en cuenta al árbol como un ser vivo que está sujeto a los mismos principios y procesos a los que están sujetos los animales y ante este panorama ya ni hablar de hongos, protozoarios o bacterias.

Hubo ideas que sólo se presentaron una vez, pero no por eso son menos interesantes: *“los seres humanos son el final del proceso evolutivo”*; *“evolución transformación de un animal en otro”*; *“evolución cambio de animales prehistóricos a modernos”*; *“las extinciones son rápidas”* y en contraste otra que dice: *“evolución cambio lento en mucho tiempo”*, ésta última indica que el participante tiene una idea correcta de lo que es el tiempo geológico y ubica al proceso evolutivo en términos de largos periodos de tiempo.

Claro no podían faltar las ideas más extrañas como que: *“el homo sapiens evolucionó por medio del alimento”* o esta otra que dice que: *“el gorila es un ser vivo un poco humano”*.

En el caso de los post-test las ideas no cambiaron mucho, y aumentó un poco solamente el número de participantes que escribió algo en este reactivo. La más frecuente y con un mayor número de veces de aparición fue una vez más: *“evolución secuencia lineal, con un fin y orden determinado”*. Otras ideas de las más frecuentes fueron: *“evolución cambio lento por millones de años”*; *“evolución igual a cambios en los organismos”*; estas dos ideas no se habían presentado en los pre-test y las dos son correctas, claro evolución implica mucho más, pero como ideas son correctas. Hubo otras que volvieron a escribirlas como: *“la evolución va de lo más primitivo a lo más complejo”*; *“el ser humano lo más evolucionado”*; *“evolución transición de la vida acuática a la terrestre”*, entre otras.

Las que sólo se escribieron una vez fueron: *“Ser humano descendiente de los primates”*; esta idea se puede decir que el participante la adquirió durante el desarrollo del taller, lo cual representa un resultado positivo; *“Faltan los anfibios en la imagen”*, esta idea también llama la atención y refleja un avance ya que los anfibios era el grupo de animales que más desconocían antes de tomar el taller; *“Transmisión de características buenas a los hijos”*; *“todos los animales tienen un origen común”*; *“en la imagen sólo hay organismos actuales”*: todas las ideas anteriores aunque sólo se presentaron una vez son muy importantes ya que son ideas que el taller de evolución tiene como parte de su marco conceptual y el que los participantes las hayan expresado habla de que el taller cumplió su objetivo en ese sentido, y logró enseñar lo que quería enseñar.

Las ideas más extrañas fueron las siguientes: *“evolución aumento de tamaño en los organismos”*; *“evolucionar es cambiar de hábitat o de hábitos”*; *“evolución del*



*chango al hombre”; “evolución de las eras geológicas”; “los monos existieron en la tierra fueron procreando y así evolucionó el hombre”.*

Los resultados de este reactivo nos reflejan que aunque no en gran cantidad, hubo un buen avance en el cambio conceptual de los participantes en el post-test, con respecto a lo que expresaron en el pre-test. Lo que queda claro es que la mayoría se siente más cómodo con las preguntas cerradas de opción múltiple, ya que a pesar de que por su edad los participantes ya entienden abstracciones, no es lo mismo tener que escribirlas, con este mismo punto se topó Bárbara Peisajovich; la maestra que hizo esta prueba con sus alumnos de secundaria en Argentina en 2003.

En general la mayoría de sus alumnos expresó las mismas ideas que los participantes del taller de evolución en el Zoológico de San Juan de Aragón, sólo que en el caso de los alumnos argentinos se notó una marcada tendencia a ideas lamarckianas, transformistas que en los participantes del taller de evolución no aparecieron. En el artículo de donde se tomó el ejercicio ella seleccionó tres ideas principales por considerarlas las más representativas.

1) Identificaron a la evolución de todas las formas de vida como la evolución de los vertebrados: "El dibujo muestra cómo se originó la vida desde el pasado hasta nuestros días". Ninguno incluyó el árbol como un organismo vivo sujeto a las mismas leyes que describieron para los vertebrados.

2) Sus redacciones expresaron ideas lamarckianas del tipo: "Algunos animales necesitaban salir del agua y por eso desarrollaron patas para adaptarse a la vida en tierra."

3) Vincularon la idea de progreso social cuando identificaron al hombre del maletín como la obra cúlspide de la evolución: "El esquema muestra cómo la humanidad evolucionó a partir de animales inferiores que avanzaron hasta perfeccionarse y originar al hombre".

Sin embargo, no todas las ideas resultaron erradas desde el punto de vista científico. También identificaron al agua como el lugar donde surge la vida y reconocieron que todo organismo procede de otro ser vivo<sup>2</sup>.

Como se puede notar este reactivo a pesar de la poca participación, arrojó muchas información importante e interesante de cómo los participantes concebían antes de taller el proceso evolutivo y de cómo lo concibieron después de haber participado y aprendido en el taller de evolución. Sin embargo no se pueden dar resultados concluyentes ni definitivos, debido a varios factores como la pequeña muestra que se obtuvo y el número reducido de participantes que expresaron alguna idea.

---

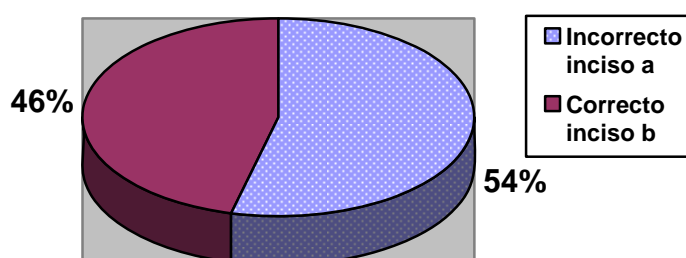
<sup>2</sup>Peisajovich B. (2003). op.cit. página 3.

**PREGUNTA 2.- Darwin y Lamarck. Pregunta cerrada. Opción múltiple 2 incisos.**

Cuestionario de entrada.- De un total de 50 respuestas hubo 27 incorrectas; es decir 54% de los participantes se equivocó en este reactivo.

Las 27 respuestas incorrectas corresponden al inciso A. El cual indica a Lamarck como el autor de la teoría de la evolución válida hasta nuestros días. El resto de las respuestas corresponden al inciso B que indica a Darwin como el autor de la teoría de la evolución válida hasta la fecha.

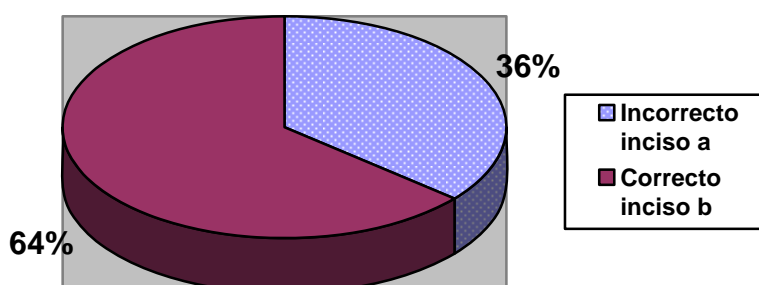
**Proporcion de respuestas incorrectas**



Gráfica 3.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 2 del cuestionario de entrada.

Cuestionario de salida.- de un total de 50 respuestas hubo 18 incorrectas; es decir 36% de los participantes se equivocó en este reactivo.

**Proporcion de respuestas incorrectas**



Gráfica 4.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 2 del cuestionario de salida.

## **Análisis de resultados pregunta 2. Lamarck & Darwin**

### Transformismo & Selección Natural

En este reactivo se mostró una secuencia de imágenes con texto que mostraban básicamente, en el inciso A la idea de “evolución” de Lamarck y en el inciso B la teoría de la evolución por medio de la selección natural; de Darwin (ver cuestionario en el capítulo 4).

En el pre-test la mayoría de los participantes escogió como opción correcta el inciso A (ver gráfica 3) lo que nos confirma que los alumnos de esta etapa escolar tienen arraigadas ideas lamarckianas porque probablemente a su modo de ver parece más lógico pensar que un cambio surge por el uso o desuso de un órgano o característica del organismo.

En el post-test la tendencia cambió grandemente pasó de 54% que contestaron inciso A en el pre-test a 36%. Volviéndose mayoría los participantes que al final del taller escogieron a Darwin y su teoría de evolución como respuesta correcta (ver gráfica 4). Aumentando 10% el número de respuestas correctas.

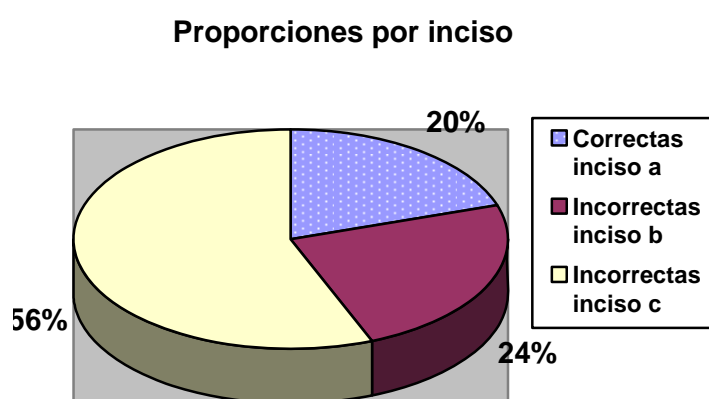
Los elementos, conceptos y conocimientos manejados durante el taller permitieron que esta tendencia cambiara y los participantes pensaran más sobre cual es la teoría válida en nuestros días, pero no sólo diciéndoles que es así por que si, sino dándoles argumentos para que ellos lo razonaran y cambiaran de parecer. Las imágenes eran una guía útil en este reactivo ya que aunque no se puso explícitamente el nombre de los autores de cada teoría, estas imágenes son un recurso muy utilizado en todos los libros de texto y siempre se usa como ejemplo para explicar diferencias entre transformismo y selección natural por lo que los participantes están muy familiarizados con estas secuencias de imágenes de los cuellos de la jirafas.

Sin embargo los resultados del pre-test confirman que las ideas de Lamarck siguen arraigadas y aunque la mayoría sepa o incluso entienda la selección natural y la teoría de Darwin y la asuma como correcta y válida, siguen contestando y creyendo que son fenómenos independientes y que ambos de una forma u otra suceden en la naturaleza.

**PREGUNTA 3.- Evidencias evolutivas. Pregunta cerrada. Opción múltiple 3 incisos.**

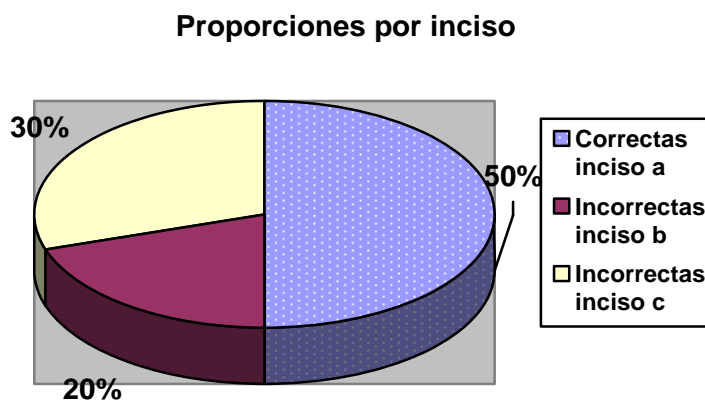
Cuestionario de entrada.- De un total de 50 respuestas hubo 40 respuestas incorrectas; es decir 80% .De las cuales 12 corresponden al inciso b; que señala como evidencias de la evolución: el tiempo geológico, el origen del universo y el comienzo de la vida en la Tierra, y 28 que corresponden al inciso c; que señala como evidencias: la selección natural, la adaptación, la variabilidad, la extinción, origen común.

La respuesta correcta de este reactivo era el inciso a que señala como evidencias: el registro fósil, las semejanzas entre individuos de especies cercanas (homologías), obteniendo 10 del total de respuestas.



Gráfica 5.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 3 del cuestionario de entrada.

Cuestionario de salida.- De un total de 50 respuestas hubo 25 respuestas incorrectas; es decir 50%. De las cuales 10 corresponden al inciso b y 15 corresponden al inciso c. Hubo 25 respuestas correctas correspondiendo al inciso a.



Gráfica 6.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 3 del cuestionario de salida.

### **Análisis de resultados pregunta 3. Evidencias evolutivas**

Registro fósil y homologías.

La pregunta 3 fue de las que más les costó trabajo para contestar correctamente a la mayoría de los participantes, siendo en la que más se equivocaron ambos grupos. Había que elegir entre 3 opciones cual era el inciso que presentaba a las evidencias que nos demuestran que la evolución sucede día a día en la naturaleza.

En el pre-test 80% de los participantes se equivocaron eligiendo ya sea el inciso b o el inciso c (gráfica 9). El inciso b indicaba que las evidencias son el tiempo geológico, el origen del universo, y el comienzo de la vida en la Tierra; esta opción es incorrecta y obtuvo 24% del total; mientras que el inciso c que dice que las evidencias son la selección natural, la adaptación, la variabilidad, la extinción, origen común, obtuvo 56%, más de la mitad de los participantes optaron por esta respuesta, tal vez porque todas estas palabras y conceptos se relacionan estrechamente con el proceso evolutivo, pero no son las evidencias que la validan científicamente. El que los participantes se hayan inclinado por elegir este inciso hace pensar que aunque su razonamiento no fue correcto, tienen claro que todos los conceptos manejados en los 3 incisos tienen que ver con el proceso evolutivo. Por otra parte puede ser que muchos no hayan tenido muy claro lo que es una evidencia.

En el post-test la situación cambió bastante, pero aún así esta siguió siendo la pregunta con más errores, en este caso 50% de los participantes se equivocaron (gráfica 10). El inciso b obtuvo un 20%; mientras que el inciso c bajó hasta 30% viéndose un gran avance entre uno y otro cuestionario. La proporción más grande de errores la siguió teniendo el inciso c por lo que la tendencia se conservó.

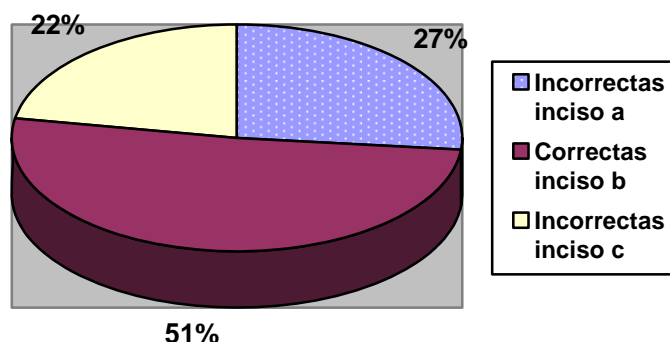
Como puede notarse hubo una gran mejoría en este reactivo, ya que el porcentaje de preguntas contestadas correctamente aumentó 30% en el post-test. Este avance está directamente relacionado con el hecho de que los 4 juegos que forman parte del taller de evolución están basados en las evidencias más importantes de la evolución, lo que permitió que los participantes conocieran y comprendieran lo que es una evidencia y como estas validan que la evolución sucede en todos los seres vivos que habitan el planeta.

**Pregunta 4.- Concepto de diversidad biológica. Pregunta cerrada. Opción múltiple 3 incisos.**

Cuestionario de entrada.- De un total de 50 respuestas hubo 22 incorrectas; es decir 44%. De las cuales 12 corresponden al inciso a; que define diversidad como: la cantidad de individuos de una misma especie y 10 corresponden al inciso c que define diversidad como: el número de poblaciones en un ecosistema determinado.

La respuesta correcta a esta pregunta era el inciso b que define diversidad como: La variedad de seres vivos que habitan nuestro planeta, obteniendo 28 participantes del total.

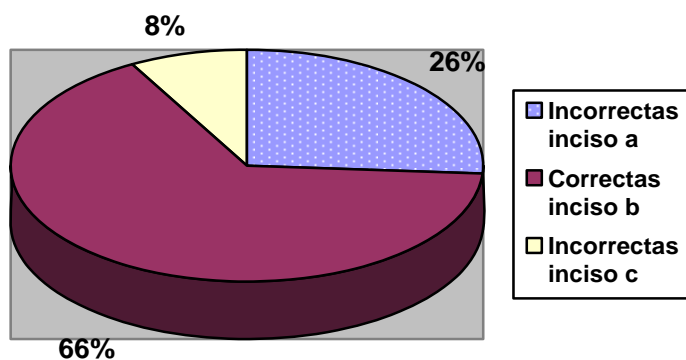
**Proporciones por inciso**



Gráfica 7.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 4 del cuestionario de entrada

Cuestionario de salida.- Del total de 50 respuestas hubo 17 incorrectas; es decir 34%. De las cuales 13 corresponden al inciso a y 4 corresponden al inciso c. Mientras que 33 participantes eligieron el inciso b que era el correcto.

**Proporciones por inciso**



Gráfica 8.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 4 del cuestionario de salida.

#### **Análisis de resultados pregunta 4.- Concepto de diversidad**

Cantidad de especies diferentes que habitan nuestro planeta

En esta pregunta el grupo 1 tuvo menos errores que el grupo 2 lo que indica que este último no estaba tan familiarizado con el concepto de diversidad biológica. En este reactivo también había que escoger entre 3 incisos la respuesta correcta que definiera lo que es biodiversidad.

En el pre-test el inciso de la respuesta correcta es el b que fue escogido por 51% de los participantes, este define diversidad biológica como la variedad de seres vivos que habitan nuestro planeta; 49% de los participantes se equivocó, 27% eligió el inciso a que define diversidad como: la cantidad de individuos de una misma especie y 22% eligió el inciso c que define diversidad como: el número de poblaciones en un ecosistema determinado (gráfica 7).

En el post-test aumentó el porcentaje de aciertos a 66%; 34% se equivocó, eligiendo 26% el inciso a y 8% el inciso c (gráfica 8).

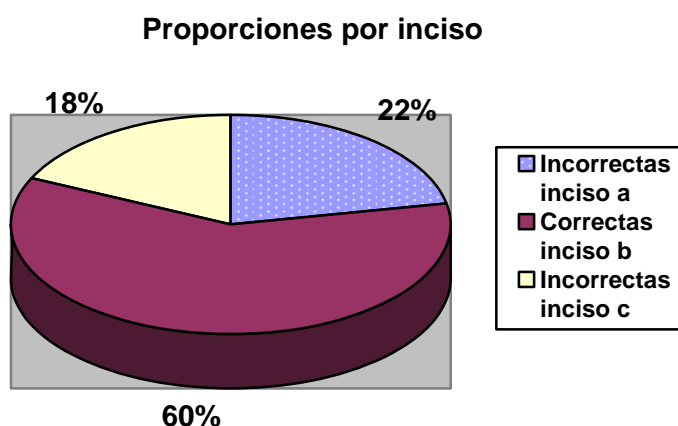
En estos resultados se ve una tendencia hacia la definición que da el inciso a ya que el porcentaje no cambió mucho de un cuestionario al otro, en cambio el porcentaje de los que eligieron c cambio mucho. Esto puede deberse a la explicación que se les dio durante el taller en el albergue de sabana africana, muchos reafirmaron el concepto que ya tenían y algunos otros lo aclararon o entendieron el concepto. La tendencia marcada hacia el inciso a puede deberse a que los participantes que lo eligieron como respuesta correcta siguen viendo la diversidad en función de cantidad, no de diferencias o variedad y también debe tomarse en cuenta el que se les explicó también lo que es un ecosistema, lo que permitió que infirieran que el inciso c no era el correcto.

En este reactivo el número de preguntas contestadas correctamente aumentó 15% con respecto a lo obtenido en el pre-test.

**Pregunta 5.- Fósiles. Pregunta cerrada. Opción múltiple 3 incisos.**

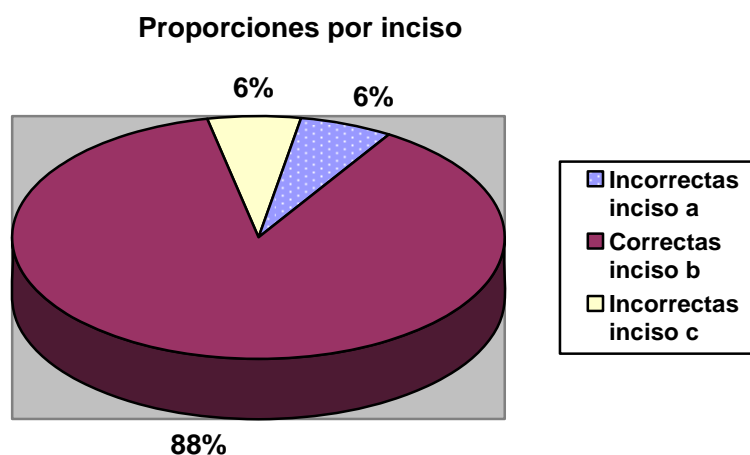
Cuestionario de entrada.- de un total de 50 respuestas hubo 20 incorrectas; es decir 40%. De las cuales 11 corresponden al inciso a; que dice que los fósiles son: piedras con forma de animales o plantas, del pasado que se localizan en los estratos terrestres y 9 corresponden al inciso c; que dice que los fósiles son: pedazos de sedimento de épocas pasadas que han sido descubiertas por los arqueólogos.

La respuesta correcta de esta pregunta correspondía al inciso b que dice que los fósiles son: Restos de vida pasada que quedaron enterrados hace millones de años y se petrificaron. Este inciso lo eligieron 30 participantes.



Gráfica 9.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 5 del cuestionario de entrada.

Cuestionario de salida.- de un total de 50 respuestas hubo 6 incorrectas; es decir 12%. De las cuales 3 corresponden al inciso a y 3 corresponden al inciso c. Respondieron correctamente eligiendo el inciso b, 44 participantes.



Gráfica 10.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 4 del cuestionario de salida.



## **Análisis de resultados pregunta 5.- Fósiles**

### Evidencias de vida en el pasado

En este reactivo los participantes de los dos grupos no tuvieron muchos problemas. Había que escoger entre 3 opciones la respuesta que definiera correctamente lo que es un fósil.

Los resultados del pre-test para esta pregunta nos indican que 60% contestó correctamente escogiendo el inciso b que define a los fósiles como: restos de vida pasada que quedaron enterrados hace millones de años y se petrificaron, por lo tanto 40% de los participantes se equivocó, escogiendo 22% el inciso a que dice que los fósiles son: piedras con forma de animales o plantas, del pasado que se localizan en los estratos terrestres y 18% eligió el inciso c que dice que los fósiles son: pedazos de sedimento de épocas pasadas que han sido descubiertas por los arqueólogos (gráfica 9).

Los resultados del post-test nos indican que 88% contestó correctamente escogiendo el inciso b, por lo que sólo 12% dio una respuesta equivocada; eligiendo 6% el inciso a y 6% el inciso c (gráfica 10).

En este reactivo una vez más se obtuvieron resultados positivos en cuanto al aumento en la proporción de aciertos siendo una de las tres que más mejora mostró, y por lo que se puede inferir por la cantidad de errores en el pre-test, que los participantes están familiarizados con este concepto y conocen lo que es un fósil.

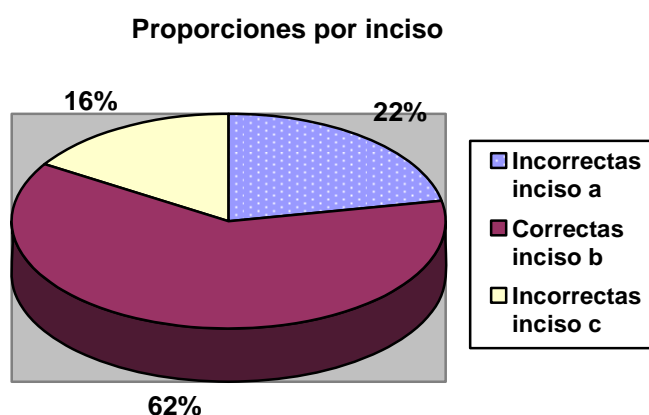
Los errores en esta pregunta en particular pudieron deberse a que había distractores en las 2 opciones no correctas, que pudieron hacer que se confundieran al elegir rápidamente y no reflexionar lo suficiente, ya que la palabra clave es “restos de vida” las otras dos podrían parecer correctas a primera vista pues tienen elementos dentro de la respuesta que son correctos, pero no hablan de restos de seres vivos sino de piedras o sedimentos, la mala elección podría atribuirse también a que por la naturaleza de los fósiles los participantes realmente creen que los fósiles son solo piedras que simulan a un organismo que vivió hace millones de años en nuestro planeta.

En el post-test la proporción de errores bajó considerablemente dividiéndose este porcentaje en partes iguales para los dos incisos incorrectos, lo que realmente resulta positivo ya que casi todos los participantes terminaron teniendo claro lo que es un fósil. En esta pregunta el porcentaje de preguntas contestadas correctamente aumentó 28%.

**Pregunta 6.- Concepto de adaptación. Pregunta cerrada. Opción múltiple 3 incisos.**

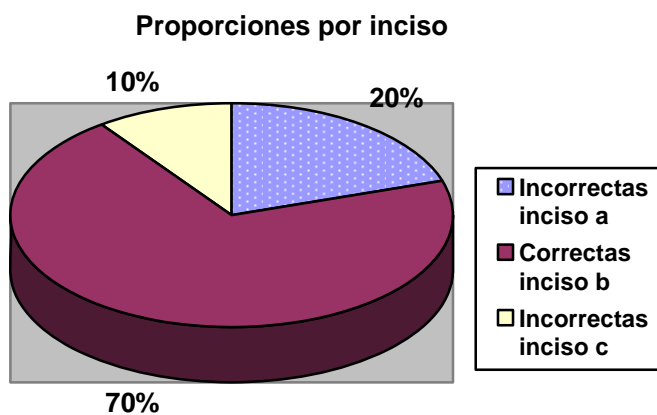
Cuestionario de entrada.- de 50 respuestas hubo 19 incorrectas es decir 38%. De las cuales 11 corresponden al inciso a; que define adaptaciones como: características que les quitan habilidades a los organismos para sobrevivir en el medio en el que viven y 8 corresponden al inciso c; que define adaptaciones como: alteraciones en los seres vivos, que no permiten que tengan descendientes fértiles.

La respuesta correcta correspondía al inciso b que define adaptaciones como: características que obtiene un organismo por selección natural que le permiten sobrevivir en su medio ambiente, 31 participantes la eligieron.



Gráfica 11.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 6 del cuestionario de entrada.

Cuestionario de salida.- de 50 respuestas hubo 15 incorrectas es decir 30%. De las cuales 10 corresponden al inciso a y 5 corresponden al inciso c. Mientras que 35 participantes eligieron el inciso b que era el correcto.



Gráfica 12.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 6 del cuestionario de salida.

## **Análisis de resultados pregunta 6.- Concepto de adaptación**

Características que obtiene un organismo por selección natural

Los resultados de esta pregunta llaman la atención, el grupo 1 en el pre-test tuvo casi una proporción 50-50 de aciertos y errores, en el pos-test mejoró notablemente, teniendo una tendencia a mejorar como en los demás reactivos (ver gráfica 21 y 22). Mientras que el grupo 2 estuvo bien en el pre-test, de hecho esta fue la tercera pregunta en que tuvieron menos errores, pero en el post-test se presentó un retroceso; aunque siguieron teniendo mas aciertos que errores, la cantidad de estos aumentó en el post-test en comparación con el pre-test (ver gráficas 23 y 24).

Los resultados generales del pre-test, indican que 62% contestó correctamente eligiendo el inciso b, que define adaptación como: características que obtiene un organismo por selección natural que le permiten sobrevivir en su medio ambiente. Mientras que 38% se equivocó; eligiendo 22% el inciso a que define adaptaciones cómo: características que les quitan habilidades a los organismos para sobrevivir en el medio en el que viven y 16% eligió el inciso c que dice que las adaptaciones son: alteraciones en los seres vivos, que no permiten que tengan descendientes fértiles (gráfica 11).

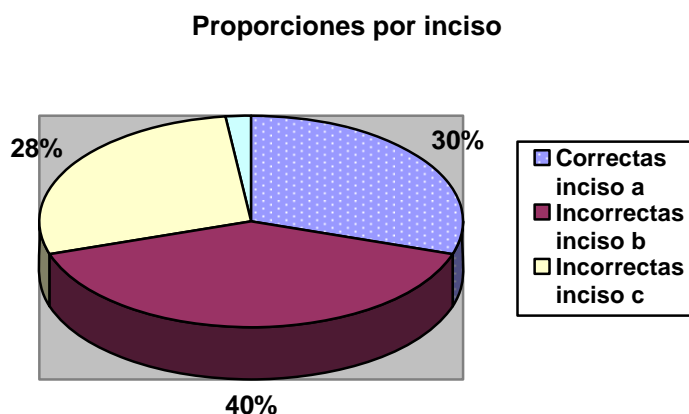
En el post-test el porcentaje de aciertos se incrementó hasta 70%; se equivocó 30%; de los cuales 20% eligió el inciso a y 10% eligió en inciso c (gráfica 12).

Los resultados obtenidos en este reactivo pueden deberse a varios factores, el principal es que el concepto de adaptación es uno de los más complicados de definir brevemente y en un lenguaje que permita dejarlo claro a la primera. Muchos de hecho lo hemos confundido con lo que estrictamente sería adecuación, y una adaptación definitivamente no es lo mismo que una adecuación del organismo. La adaptación podría definirse brevemente como: un grupo de características que la selección natural favoreció a través de largos períodos de tiempo, en tanto le conferían a los organismos mayores posibilidades de sobrevivir en su medio ambiente y reproducirse, transmitiendo estas características de generación en generación. Es por eso que este es uno de los reactivos más complejos del cuestionario, pero aún así los resultados siguieron la misma tendencia a mejorar el pre-test al post-test, teniendo un aumento del 8% en el número de respuestas correctas.

**Pregunta 7.- Concepto de variación. Pregunta cerrada. Opción múltiple 3 incisos.**

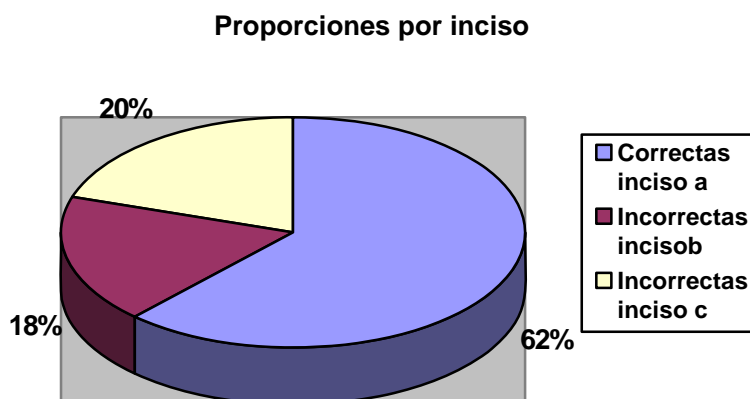
Cuestionario de entrada.- De 50 respuestas hubo 34 incorrectas y 1 sin contestar es decir 70%. De las cuales 20 corresponden al inciso b; el cual indica que la variación consiste en: que en un ecosistema determinado hay una gran cantidad de especies diferentes y 14 corresponden al inciso c; el cual indica que la variación consiste en: un proceso por el cual una especie puede variar con respecto a otra especie.

La respuesta correcta a esta pregunta era la del inciso a, el cual indica que la variación consiste en: que entre organismos de la misma especie suele haber variaciones o diferencias. Esta la eligieron 16 participantes.



Gráfica 13.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 7 del cuestionario de entrada.

Cuestionario de salida.- De 50 respuestas hubo 19 incorrectas es decir 38%. De las cuales 9 corresponden al inciso b y 10 corresponden al inciso c. Mientras que 31 participantes eligieron el inciso correcto que era el a.



Gráfica 14.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 7 del cuestionario de salida.

### **Análisis de resultados pregunta 7.- Concepto de variación.**

Entre individuos de la misma especie existen variaciones

Esta pregunta tuvo grandes contrastes en sus resultados, para el grupo 1 fue la segunda pregunta en que más se equivocaron en el pre-test, pero para el post-test tuvieron una mejoría notable (ver gráficas 21 y 22). Mientras que el grupo 2 también fue una de las preguntas en las que más se equivocaron en el pre-test, y en el post-test tuvieron una proporción casi 50-50 de errores y aciertos (ver gráficas 23 y 24).

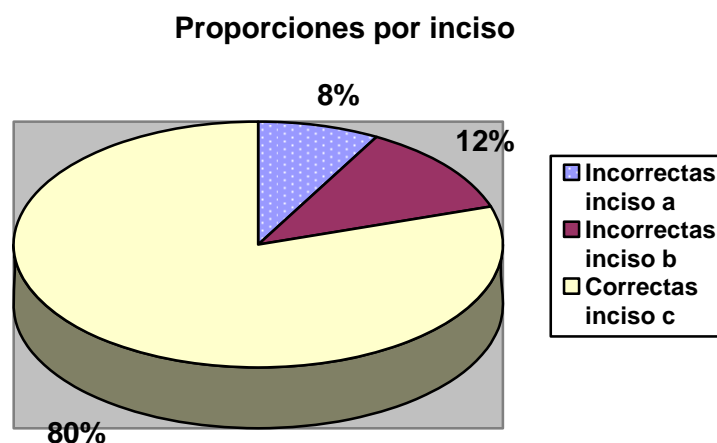
Los resultados generales para el pre-test arrojaron que contestó correctamente 30% de los participantes optando por el inciso a que dice que la variación consiste: en que entre organismos de la misma especie existen variaciones y diferencias. Por lo tanto se equivocó 70%; 2% no contestó la pregunta, mientras que 40% optó por elegir el inciso b que dice que la variación consiste en: que en un ecosistema determinado hay una gran cantidad de especies diferentes y 28% eligió el inciso c que dice que la variación consiste en: un proceso por el cual una especie puede variar con respecto a otra especie (gráfica 13).

En el post-test la cantidad de aciertos se incrementó más del doble hasta 62%, teniendo 38% de errores; de los cuales 18% corresponde al inciso b y 20% corresponde al inciso c (gráfica 14).

El aumento de aciertos entre el pre-test y post-test en esta pregunta fue realmente notable, lo que se atribuye directamente a la actividad de variación que se realizó durante el taller en el albergue de mono araña, ya que experimentarlo les facilitó grandemente a los participantes la comprensión de este concepto tan importante para el entendimiento del proceso evolutivo; lo que refleja por consecuencia es que antes del taller de evolución éste era uno de los conceptos que menos manejaban lo que puede deberse a varios factores ajenos a esta investigación. Además de que ésta fue otra de las preguntas donde en los incisos incorrectos había distractores, lo que complicaba un poco más la elección de la respuesta correcta. Los tres incisos proponen cosas muy parecidas, lo que puede resultar confuso en la elección, pero una vez más analizando un poco más cada uno de los incisos puede inferirse que la clave está en el nivel en que se da esta variación, que es fundamental para el proceso evolutivo y sobre la que actúa la selección natural es la variación entre organismos de la misma especie, esta concepción es la que probablemente no se le facilitó o no tenían muy clara los participantes sobre todo antes de participar en el taller. En este reactivo la cantidad de preguntas contestadas correctamente aumentó 32% entre el pre-test y el post-test, lo que coloca a esta pregunta como la que más avance presentó.

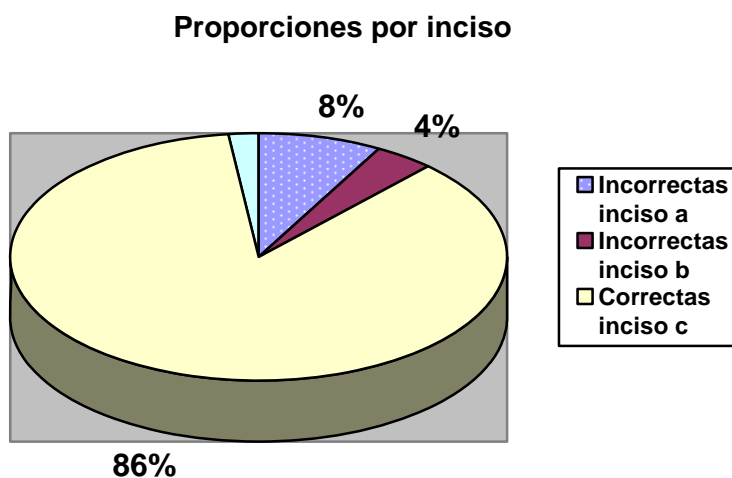
**Pregunta 8.- Concepto de extinción. Pregunta cerrada. Opción múltiple 3 incisos.**

Cuestionario de entrada.- De 50 respuestas hubo 10 incorrectas es decir 20%. De las cuales 4 corresponden al inciso a; que indica que organismos de otras épocas que ya no encontramos en la actualidad: se convirtieron en otros animales y 6 corresponden al inciso b; que indica que organismos de otras épocas que ya no encontramos en la actualidad: en realidad nunca existieron y son seres mitológicos. La respuesta correcta correspondía al inciso c, que indica que organismos de otras épocas que ya no encontramos en la actualidad: se extinguieron, la eligieron 40 participantes.



Gráfica 15.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 8 del cuestionario de entrada.

Cuestionario de salida.- De 50 respuestas hubo 6 incorrectas y 1 no contestó es decir 14%. De las cuales 4 corresponden al inciso a y 2 al inciso b. Mientras que 43 participantes eligieron la respuesta correcta que era el inciso c.



Gráfica 16.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 8 del cuestionario de salida.

### **Análisis de resultados pregunta 8.- Extinción**

Organismos de épocas pasadas ya nos los encontramos ¿porque?

Esta fue una de las 2 preguntas que menos errores tuvo para ambos grupos, lo que nos dice que están muy familiarizados con este concepto y es uno en los que su comprensión representó menos conflicto, en el marco conceptual de esta tesis; además de ser uno de los que más les fascinaron e interesaron durante el desarrollo del taller de evolución.

En los resultados del pre-test 80% contestó correctamente a esta pregunta eligiendo el inciso c que indica que organismos de otras épocas que ya no encontramos en la actualidad: se extinguieron; 20% contestó incorrectamente; 8% eligió el inciso a que indica que organismos de otras épocas que ya no encontramos en la actualidad: se convirtieron en otros animales y 12% eligió el inciso b que indica que organismos de otras épocas que ya no encontramos en la actualidad: en realidad nunca existieron y son seres mitológicos (gráfica 15).

En el post-test siguió la tendencia a mejorar como en los otros reactivos teniendo 86% de respuestas correctas; 14% se equivocó: 2% no contestó, 8% se inclinó por el inciso a y 4% por el inciso b (gráfica 16).

Los resultados demuestran que en el concepto al que esta pregunta hace referencia los participantes desde antes de participar en el taller presentaban un buen entendimiento de lo que es la extinción, lo podría atribuirse a que en varios ámbitos, como libros, caricaturas, documentales hay un buen manejo del mismo, además de haber un caso muy representativo, la extinción de los dinosaurios que por cierto son los animales extintos que más les gustan y les llaman la atención, lo que por consecuencia hace que al interesarse sea mucho más fácil el que lo aprendan y lo entiendan.

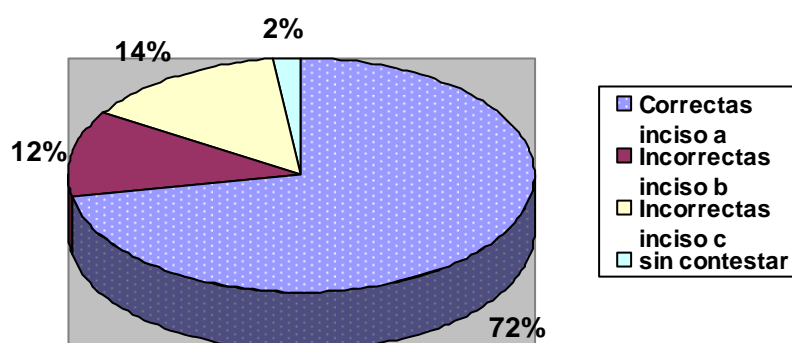
En este reactivo el porcentaje de respuestas correctas aumentó sólo 6%, pero fue una de las tres preguntas que desde el pre-test presentó mayor proporción de respuestas correctas.

**Pregunta 9.- Tiempo geológico. Pregunta cerrada. Opción múltiple 3 incisos.**

Cuestionario de entrada. De 50 respuestas hubo 13 incorrectas y 1 no se contestó es decir 28%. De las cuales 6 corresponden al inciso b; que dice que los sucesos de la imagen: tomaron pocos años y 7 al inciso c; que dice que los sucesos de la imagen: sucedieron rápidamente.

La respuesta correcta de este reactivo correspondía la inciso ; que dice que los sucesos de la imagen: se llevaron millones de años.

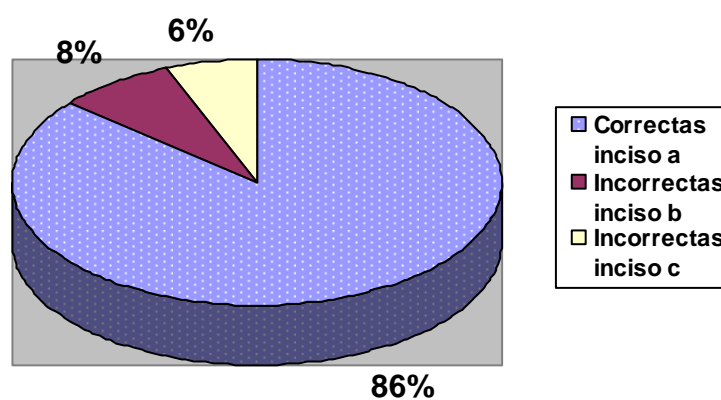
**Proporciones por inciso**



Gráfica 17.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 9 del cuestionario de entrada.

Cuestionario de salida.- De 50 respuestas hubo 7 incorrectas; es decir 14%. De las cuales 4 corresponden al inciso b y 3 al inciso c. Escogieron la respuesta correcta, el inciso a 43 participantes.

**Proporciones por incisos**



Gráfica 18.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 9 del cuestionario de salida.



### **Análisis de resultados pregunta 9.- Tiempo geológico.**

Los sucesos de la vida en la Tierra se llevaron millones de años

Este reactivo fue otro de los que menos errores hubo por parte de los participantes, teniendo muy pocos errores ambos grupos. Se les presentaba una imagen donde se observan sucesos de la vida en la tierra, y tenían que escoger entre 3 opciones la que realmente sucedió.

Los resultados del pre-test nos dicen que 72% contestó correctamente a esta pregunta eligiendo el inciso a que dice que los sucesos de la imagen: se llevaron millones de años; 28% se equivocó: 2% no contestó, 12% eligió el inciso b que dice que los sucesos de la imagen: tomaron pocos años y 14% eligió el inciso c que dice que los sucesos de la imagen: sucedieron rápidamente (gráfica 17).

En el post-test 86% contestó correctamente la pregunta; 14% se equivocó, teniendo 8% el inciso b y 6% el inciso c (gráfica 18).

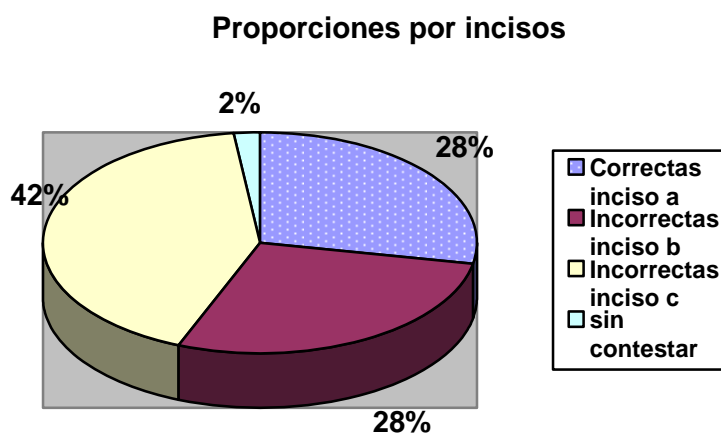
Probablemente esta fue la pregunta más sencilla del cuestionario ya que en los incisos que tenían respuestas incorrectas no había distractores, y además éstas eran cortas por lo que era más rápido para decidir y pensar cual era la respuesta correcta; además de tener la guía de la imagen. Aún así hubo algunos errores que podrían atribuirse a que algunos de los participantes todavía tienen problemas con la percepción de grandes escalas de tiempo, lo que es una situación cognitiva más o menos frecuente para su edad, no para todos es fácil comprender e imaginar un lapso de tiempo tan grande que no es perceptible a nuestra concepción temporal, en tanto el tiempo de vida de un ser humano es un suspiro en comparación con el tiempo que lleva la vida en el planeta.

Este reactivo aunque desde el principio tuvo buenos resultados el porcentaje de respuestas correctas aumentó un considerable 14% en el post-test.

**Pregunta 10.- Ancestro común. Pregunta cerrada. Opción múltiple 3 incisos.**

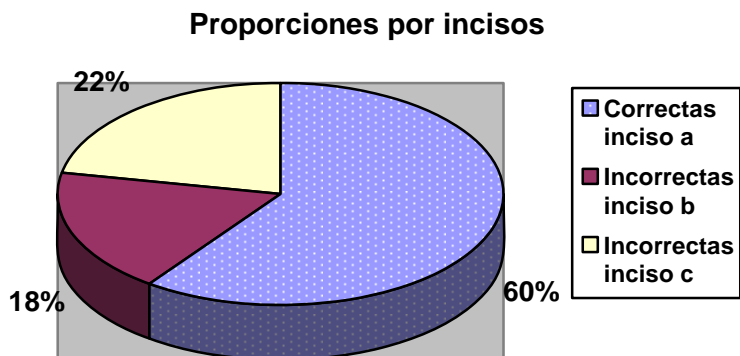
Cuestionario de entrada.- De 50 respuestas hubo 35 incorrectas y 1 sin contestar; es decir 72%. De las cuales 14 corresponden al inciso b; el cual dice que lo que indican las extremidades de la imagen al tener una estructura básica es que: los organismos a los que pertenecen no tienen nada que ver y 21 corresponden al inciso c; el cual dice que lo que indican las extremidades de la imagen al tener una estructura básica es que: cada organismo tiene un ancestro diferente.

La respuesta correcta a esta pregunta se encontraba en el inciso a; el cual dice que lo que indican las extremidades de la imagen al tener una estructura básica es que: todos estos organismos comparten un ancestro común.



Gráfica 19.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 10 del cuestionario de entrada.

Cuestionario de salida.- De 50 respuestas hubo 20 incorrectas; es decir 40%. De las cuales 9 corresponden al inciso b y 11 corresponden al inciso c. El número de participantes que eligió la respuesta correcta del inciso a fueron 30.



Gráfica 20.- Porcentajes correspondientes a los reactivos incorrectos en la pregunta 10 del cuestionario de salida.

**Análisis de resultados pregunta 10.- Ancestro común.**

Organismos con una misma estructura básica en sus extremidades tienen un ancestro común.

La última pregunta del cuestionario fue una de las tres en las que más se equivocaron los participantes, mejorando bastante en el post-test lo del grupo 1, mientras que el grupo 2 terminó casi con una relación 50-50 de errores y aciertos.

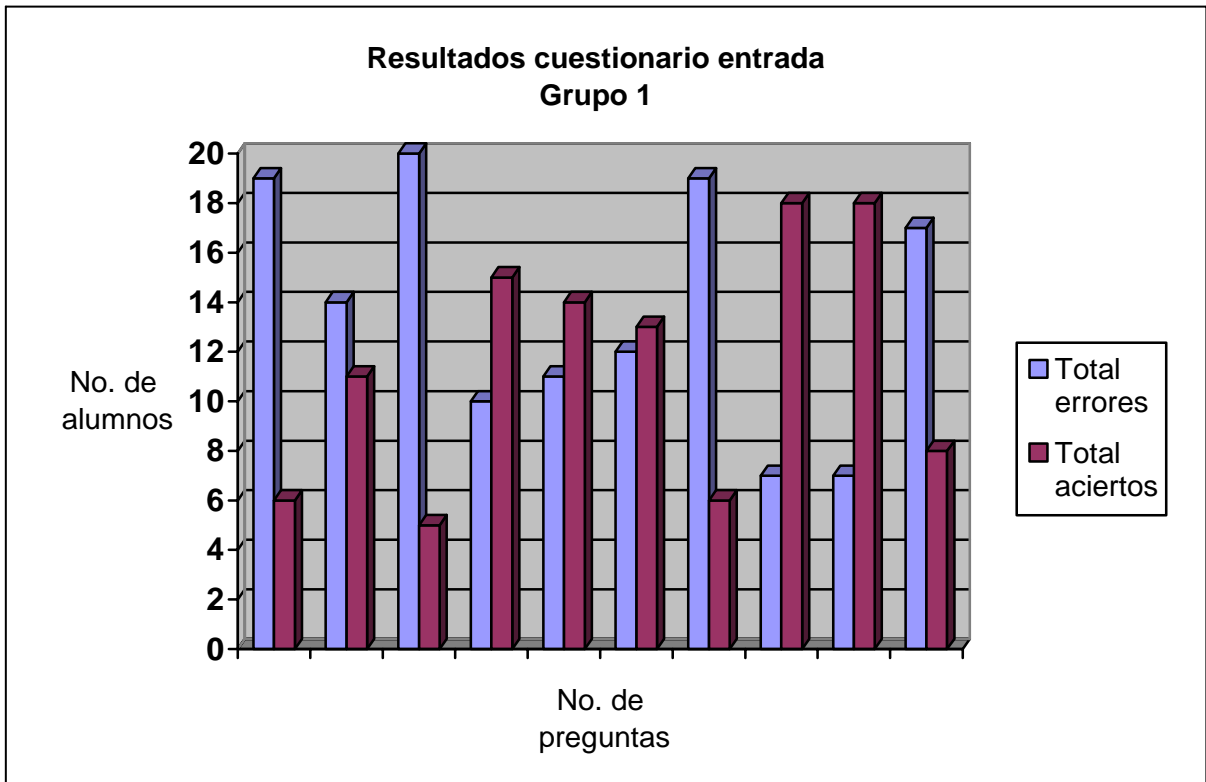
Los resultados del pre-test indican que sólo 28% contestó correctamente eligiendo el inciso a, el que indica que las extremidades de la imagen al tener una estructura básica nos dicen que: Todos estos organismos comparten un ancestro común; 72% se equivocó en este reactivo: 2% no contestó, 28% eligió el inciso b el que indica que las extremidades de la imagen al tener una estructura básica nos dicen que: los organismos a los que pertenecen no tiene nada que ver y 41% escogió el inciso c el cual indican que las extremidades de la imagen al tener una estructura básica nos dicen que: cada organismo tiene un ancestro diferente (gráfica 19).

En el post-test la cantidad de aciertos subió hasta 60%; se equivocó 40%; de los cuales 18% escogió el inciso b y 22% eligió el inciso c (gráfica 20).

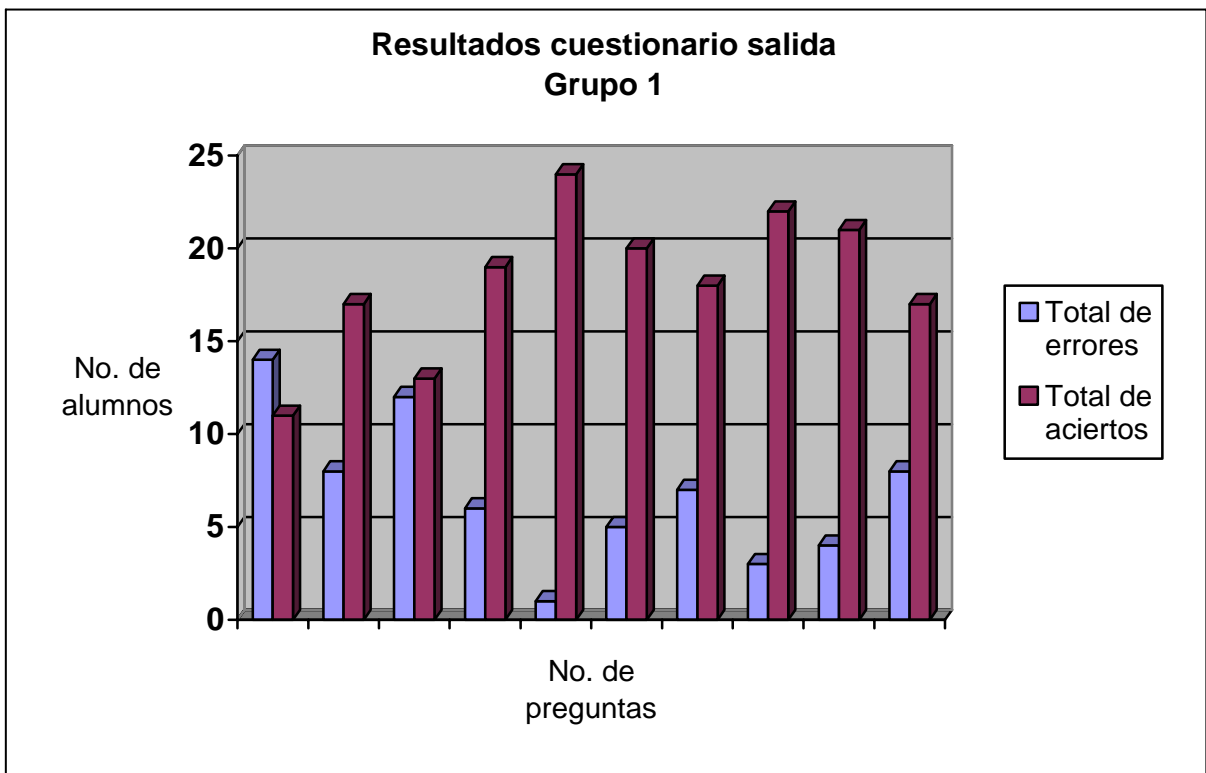
Con respecto a los resultados de este reactivo lo que pudo seguramente haber pasado es que los participantes estaban muy poco familiarizados con estos conceptos lo que dificultó que razonaran la imagen y eligieran la respuesta correcta; la mejora notoria en el post-test se atribuye directamente a que aprendieron estos conceptos gracias al juego 4 “tabla de anatomía comparada” durante el taller de evolución, ya que jugando y con la debida explicación les pudo quedar mucho más claro que es eso de las homologías y de cómo estas son útiles para definir la cercanía y parentesco entre los grupos de seres vivos. Además de hacer énfasis en que el estudio de la anatomía comparada nos proporciona otra de las evidencias de que la evolución ocurre.

En esta pregunta el porcentaje de preguntas contestadas correctamente aumentó en el post-test 32% lo que es un avance significativo entre un cuestionario y otro, siendo este reactivo otro de los que más mejoras mostró.

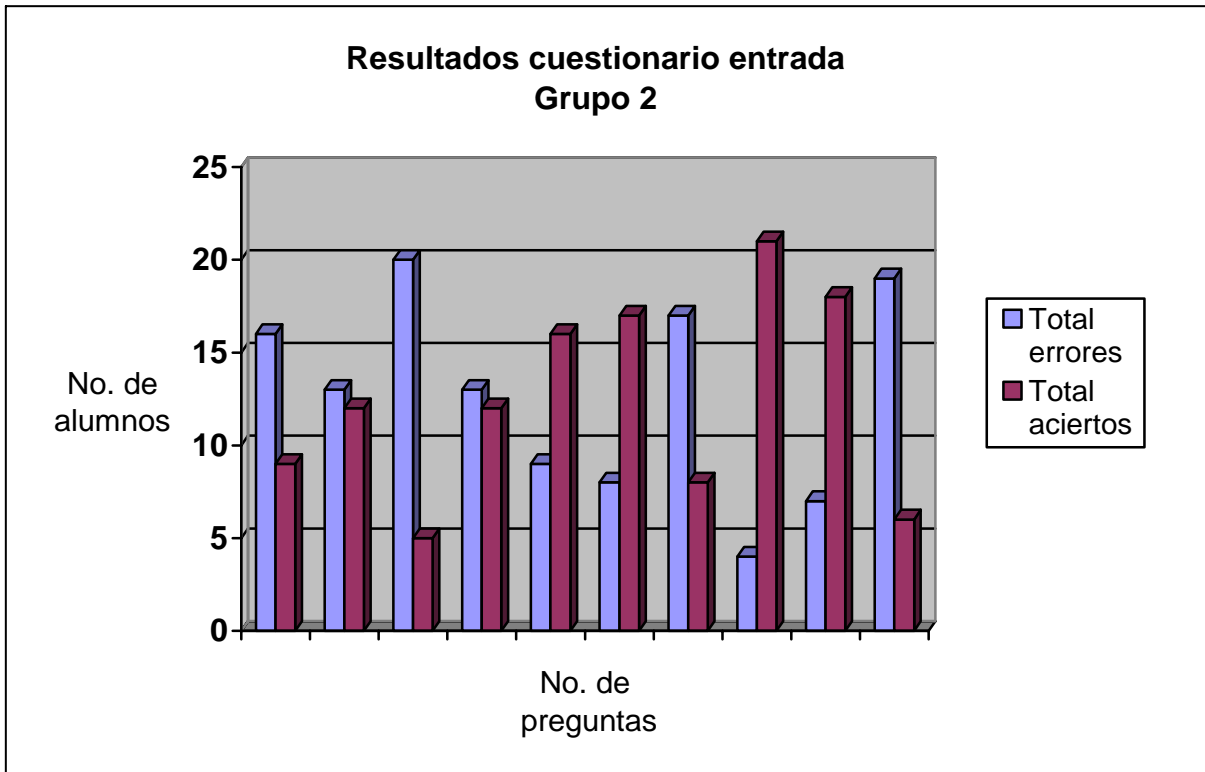
**RESULTADOS COMPARATIVOS CUESTIONARIOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL TALLER DE EVOLUCIÓN.**



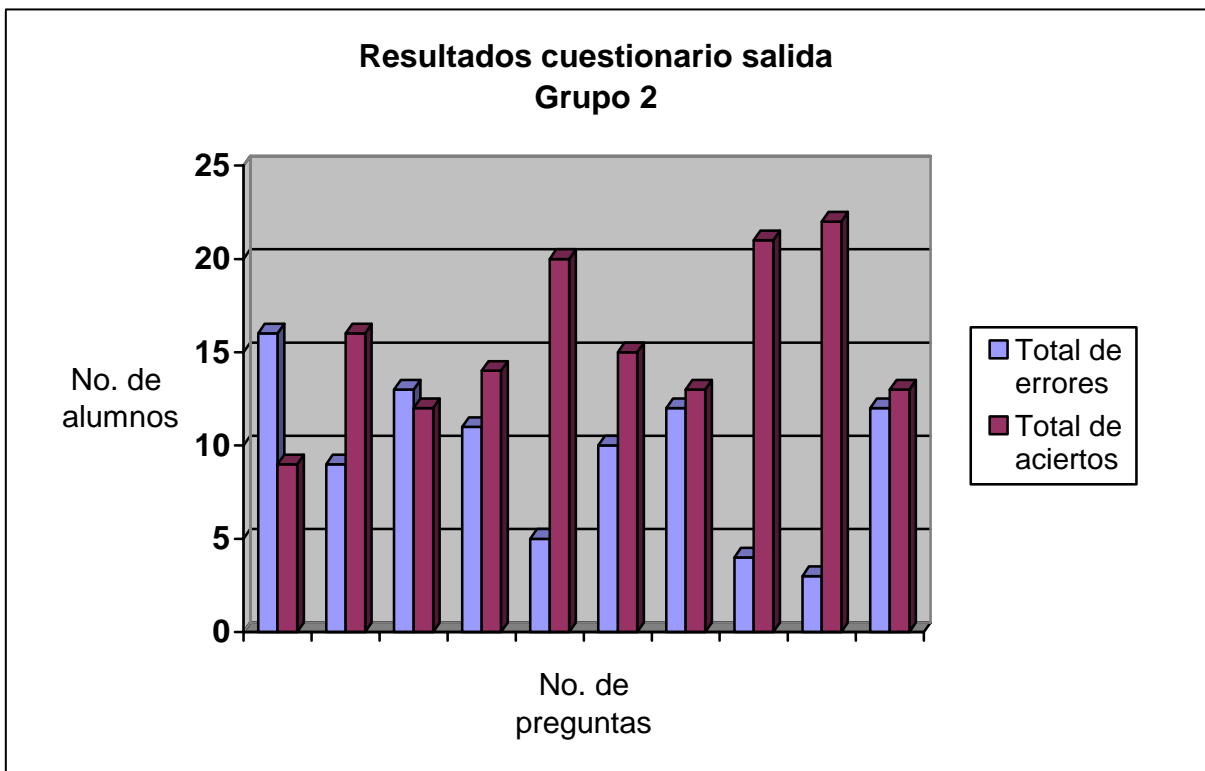
Grafica 21.- Resultados comparativos del cuestionario de entrada Escuela Primaria "Tonantzin"



Gráfica 22.- Resultados comparativos del cuestionario de salida Escuela Primaria "Tonantzin"



Gráfica 23.- Resultados comparativos del cuestionario de entrada Escuela Primaria "Filomeno Mata"



Gráfica 24.- Resultados comparativos del cuestionario de salida Escuela Primaria "Filomeno Mata"

## **Análisis de resultados de los cuestionarios de entrada y salida**

Todos los participantes del taller de evolución en el Zoológico de San Juan de Aragón en total 50, contestaron tanto el cuestionario de entrada (en adelante se le llamará pre- test) como el de salida (en adelante se le llamará post-test). Los resultados presentados en las tablas del anexo D, indican claramente que hubo un cambio sustancial entre el número de aciertos en los pre-test y los que hubo en los post-test. Siendo los que muestran un cambio positivo más radical en sus resultados obtenidos de los cuestionarios; el grupo no.1. Esto se confirma con las graficas 21,22, 23 y 24, resultantes de las tablas del anexo D.

Según los datos generales de aciertos y errores obtenidos en los pre-test; las preguntas en donde los participantes de ambos grupos se equivocaron con más frecuencia fueron la 3 que trata sobre evidencias, la 7 sobre variación y la 10 sobre homologías. Lo que nos indica que en los conceptos que contienen estas preguntas, son los que más se les dificultan, o que aún no los han visto en sus clases, o bien son los que menos les interesan.

Mientras que en los post-test en el grupo uno siguió la misma tendencia; aunque se redujo el número de errores, en los reactivos que más se equivocaron otra vez fueron el 3, el 7 y el 10. El grupo 2 en cambio se equivocó más en las preguntas 3, 4, 7 y 10.

Por otro lado los reactivos que menos errores tuvieron en los pre-test fueron: el 8 sobre extinción y el 9 sobre tiempo geológico para ambos grupos, y aparte el 4 y 5 para el grupo 2. Lo que refleja un mayor dominio sobre estos conceptos y temas de parte de los participantes, y probablemente son los que vieron ya en sus clases y les atrajeron más por lo que su aprendizaje y retención fue más exitoso.

En los post-test la disminución de errores fue sumamente evidente y hubo mucha mejora en cada uno de los reactivos, siendo la más notoria con el grupo 1. Las preguntas con menos errores en los post- test fueron para el grupo 1: la 5, 8 y 9. Y en el caso del grupo 2 fueron: la 8 y 9. De lo que se concluye una vez más que los conceptos que manejan estas preguntas; son con los que están más familiarizados y más comprenden los participantes.

Por todo lo anterior y por los datos que nos proporcionó el análisis de los cuestionarios, se puede afirmar que el resultado del taller en general fue positivo, que se promovió exitosamente, la curiosidad y el aprendizaje de los participantes. Además que se consiguió que adquirieran conocimientos que no tenían, que se reforzaron los que ya sabían correctamente, y que expresaran y resolvieran sus dudas sobre el tema de evolución en un lugar privilegiado como lo es el Zoológico de San Juan de Aragón.

## **DESARROLLO DEL TALLER DE EVOLUCIÓN.**

El taller de evolución se llevó a cabo con dos grupos de sexto año de primaria, de dos escuelas públicas diferentes, cada grupo de 25 participantes los cuales estaban entre los 11-12 años de edad.

El primer grupo se presentó el 27 de junio del 2007 por la tarde, y el segundo grupo se presentó el 4 de julio del 2007 por la mañana, con ambos grupos se llevó a cabo exactamente la misma secuencia y dinámica del taller que se describe detalladamente en el capítulo anterior de este tesis.

Todos los participantes de ambos grupos contestaron el cuestionario de entrada, mostraron atención y agrado por el video de la plática introductoria sobre todo el segundo grupo. En general con ambos grupos hubo un buen manejo y disciplina durante todo el recorrido y el desarrollo del taller, sin embargo el segundo grupo era mucho más ordenado y atento.

Durante la primera parte del recorrido, se mostraron emocionados con el albergue de lobo marino, elefantes y chimpancés, el tema de extinción fue en el que se vieron más interesados y participativos. En sabana africana fue donde más hablaron y preguntaron, aquí se trató el tema de biomas y ambos grupos tenían una leve idea de lo que es un bioma y lo que lo conforma.

El juego no.1 “Diversidad” que se desarrolló a un lado de sabana africana se llevó a cabo conforme a la dinámica de relevos que se describe en el capítulo anterior, se tardaron 15 min aproximadamente en terminar el juego. El primer grupo mostró más dificultad para acomodar a los organismos en su bioma correspondiente, el equipo de este grupo que ganó sólo tuvo 6 aciertos de 10. Por su parte el segundo grupo lo resolvió con mucha menor dificultad, teniendo el equipo que ganó 9 aciertos de 10. Para ambos grupos los biomas que más errores tuvieron fueron la tundra y el bosque, y los que menos fueron litorales y el desierto. Al final del juego se aclararon dudas y se explicó brevemente el porqué de los errores y como quedaban correctamente todos los biomas.

Durante la segunda parte del recorrido los albergues que más les interesaron fueron mono araña, pequeños primates y sobre todo el aviario, donde se habló sobre características distintivas de cada grupo de tetrápodos, en lo que participaron mucho ambos grupos y mostraron que el grupo que más desconocen es el de los anfibios.

En esta etapa del recorrido también se hizo la actividad de variación, donde se les pidió que observaran el albergue nuevo de mono araña, aquí también participaron mucho y ellos mismos explicaron lo que es la variación, con base en las diferencias que vieron entre los individuos que había en el exhibidor. La otra actividad; la de selección natural, se realizó en frente del exhibidor de pavoreales donde se les contó

la historia llamada ¿Por qué es tan guapo el pavoreal? Mientras ellos observaban los ejemplares, se habló sobre el concepto, y mostraron mucho interés por lo que explica el cuento.

Al llegar a la zona de primates se llevó a cabo el juego no.2 rompecabezas “Árbol Filogenético” el grupo uno tuvo más dificultad para contestar correctamente las preguntas del cuestionario, mientras que el segundo grupo contestó y armo el rompecabezas más rápido. Les interesó mucho a ambos grupos como se dan las relaciones entre los distintos grupos de animales y el cómo se determina cual es más cercano a otro grupo.

Al regresar a Área Educativa se realizaron lo dos últimos juegos. Primero el de las “Eras Geológicas” del cual les encantó la dinámica y terminaron rápidamente de poner todos los organismos en su era y lugar correspondiente, al final durante el tiempo de aclaración de dudas, tuvieron mucho interés y preguntas sobre los dinosaurios, su extinción y sobre los mamíferos de la era cenozoica. También les interesó la explicación sobre los fósiles.

El último juego “Tabla de Anatomía Comparada” fue en el que mostraron menos interés; hicieron bien la dinámica pero no hubo muchas preguntas, al final del juego una breve explicación donde se notó más participativo el grupo dos.

Por último se les aplicó el cuestionario de salida y posteriormente se hizo la despedida, todos se fueron muy contentos y agradecidos, sobre todo los maestros que acompañaban a los grupos, expresaron que les había gustado mucho el taller.

## **Análisis de resultados del Taller de Evolución.**

### **Plática Introductoria.**

Según los resultados y las observaciones de la instructora, se cumplió el objetivo que tenía esta fase del taller, ya que los participantes se mostraron sorprendidos y emocionados con lo que se presentó en esta plática además de que algunos de ellos así como los maestros asistentes, expresaron que la secuencia de fotos e imágenes les había gustado mucho. Y ésta funcionó como un buen preludio para toda la temática que se manejó durante el recorrido y el taller de evolución.

### **Recorrido.**

Esté se llevó acabo tal cual estaba planeado con ambos grupos, se vieron todos los albergues del zoológico y el recorrido se hizo en casi 3 horas. Con el primer grupo ya casi para el final del recorrido, se notaban algo cansados y les costaba trabajo prestar toda su atención, esto se atribuye a que la visita fue en la tarde, había algo de gente



dentro del zoológico lo que hacía que se dispersaran, y el clima no era muy favorable; en cambio como el segundo grupo realizó la visita por la mañana cuando casi no hay gente, y el sol aún no es muy fuerte, se notaron más atentos y participativos lo que hizo que el desarrollo del taller en general fuera más ágil, además de que las maestras que los acompañaban auxiliaron mucho más en la organización de los equipos durante la dinámicas y los juegos.

Ambos grupos mostraron un mayor conocimiento e interés por los temas de extinción y fósiles, ya que en el albergue de elefantes asiáticos donde se habló de extinciones fue donde estuvieron más participativos durante la explicación de la instructora. Por otra parte en general todos los participantes saben mucho más de mamíferos que de cualquier otro grupo de animales, mientras que de los anfibios son de los que menos saben. Hablando de flora muy pocos hicieron preguntas u observaciones sobre este tema y sigue muy arraigado el pensamiento, de que los animales son entidades independientes, por lo que en cada plática de cada albergue la instructora buscó hacer énfasis en la importancia del bioma o ecosistema como algo integral donde interactúan todos sus componentes, los factores bióticos y abióticos que lo conforman, además de dejarles claro que la evolución no sólo sucede en los animales, sino en todos los seres vivos del planeta como lo son las plantas, los microorganismos y los hongos.

El albergue de sabana africana por ser de tipo mixto les llamó mucho la atención a los maestros y participantes; el ser mixto quiere decir que hay varias especies del mismo bioma conviviendo en el mismo espacio; avestruces, jirafas, antílopes, grullas, cebras y gallinas de guinea lo que educativamente es muy enriquecedor y da pie a la explicación y entendimiento de varias temáticas en el caso de este taller de evolución; esta ventaja del albergue se usó para explicar lo que es la diversidad biológica que es el resultado de la evolución, y también lo que es un bioma, ya que también cuenta con cuerpos de agua y vegetación característica; esta pequeña explicación funcionó perfectamente para introducir a los grupo a la primera actividad lúdica.

Otra exhibición que se prestó mucho para esta tesis fue el aviario que es un albergue de inmersión, esto quiere decir que nosotros nos introducimos en un semi-cautiverio donde estamos en contacto directo con las aves que caminan y vuelan a nuestro alrededor, además de contar con mamíferos, reptiles y hasta peces en el mismo exhibidor lo que se utilizó para hablar de las características distintivas de cada grupo de tetrápodos, por lo que está fue otra de las etapas más enriquecedoras del recorrido.

Al ver a las diferentes especies de primates con las que cuenta este zoológico fue inevitable que los participantes no mostraran la clara empatía y curiosidad que los seres humanos sentimos por nuestro parientes más cercanos y es aquí donde salió a relucir, uno de los pensamientos más erróneos que existen con respecto a la evolución del hombre: que descendemos de los monos. Esta fue una pregunta recurrente tanto de maestros, como de los participantes, se les habló sobre la cercanía de los primates con el ser humano, filogenéticamente hablando y se les trató de dejar claro que no es que descendamos de algún mono de las especies actuales, sino que descendemos de un grupo de primates ancestral que tuvo cambios durante millones de años lo que dio paso al surgimiento de nuestros antepasados los homínidos y posteriormente al ser humano actual.

### **Actividades Lúdicas.**

Con base en el desempeño mostrado por el primer grupo en la dinámica del juego no.1 “Diversidad” se notó que tenían poco conocimiento respecto a las características distintivas de cada bioma, como consecuencia se les dificultó la resolución del juego, y decidir que organismo pertenecía a que bioma, lo que se comprueba con el hecho de que el equipo con más aciertos sólo tuvo 6 de un total de 10 y el equipo con menos aciertos sólo tuvo 2 de 10. Mientras que el segundo grupo mostró mucho menos dificultad para resolver cada bioma del juego; teniendo 9 aciertos de 10 el equipo ganador, y 6 de 10 el equipo que menos aciertos tuvo. El bioma que más desconocen y que más trabajo les costó fue la tundra, lo que puede atribuirse a que en México no encontramos este tipo de bioma.

Los biomas que más conocen y por consiguiente solucionaron con menos errores fueron, el desierto y litorales. Lo que se atribuye a que los organismos de estos lugares son muy característicos y la mayoría de las veces endémicos lo que facilita al asignación a su bioma correspondiente.

Al terminar la dinámica todos los equipos colocados en círculo discutieron junto con la instructora el porque de cada uno de los errores que tuvieron, y cual era el bioma que le correspondía correctamente. Esta pequeña discusión propició que ellos infirieran que hay características particulares en cada organismo que nos dan pistas de en que bioma viven, como su color, lo que comen, o sus hábitos, lo que les interesó y gustó mucho.

En el segundo juego: rompecabezas del “Árbol de la vida” ambos grupos contestaron completamente el cuestionario (ver Anexo C), aunque una vez más se le dificultó un poco más al grupo 1; las preguntas trataban sobre características o la relación que existe entre los 4 grupos de tetrápodos, pudiéndose percibir que conocen

mucho más al grupo de los mamíferos, y del que más desconocen es el de los anfibios, manifestando varios participantes la idea de que las ranas, sapos o salamandras pertenecen al grupo de los reptiles. Todos los participantes tenían mucha curiosidad por ver que imagen es la que se formaba al terminar de armar el rompecabezas, lo que dio pie a explicar lo que es un árbol filogenético, como es que se determinan las relaciones entre los grupos, donde sucedió algo que es de llamar la atención, ya que varios de los participantes se sorprendieron al ver que los seres humanos forman parte de la rama de los mamíferos, donde están los primates, lo que considero puede atribuirse a que aún se tiene muy arraigada la idea de que el ser humano no es animal y que es la creación suprema, una entidad ajena a todos los demás seres vivos, lo que es realmente alarmante.

Por lo general se tiene una visión lineal de lo que es la evolución de las especies, o como es que se va dando el proceso evolutivo, la imagen de este rompecabezas les mostró a los participantes que no es así, que al contrario es un proceso que no tiene direccionalidad, intencionalidad, ni un objetivo o fin determinado. Además de sorprenderse mucho al ver que el elefante por ejemplo es más cercano al grupo de los damanes de las rocas, que al de los hipopótamos o cerdos, se les explicó que las relaciones entre grupos no se dan sólo por la apariencia física, sino que se toman en cuenta muchísimas más características, sobre todo las que no podemos ver a simple vista como las genéticas.

En el juego 3 “Tabla de las Eras Geológicas” les gustaron mucho dos cosas: primero la dinámica que propiciaba la convivencia y la cooperación en equipos para terminar lo más rápido posible de colocar los organismos que se les asignaron a cada uno; y segundo los colores e imágenes de los organismos característicos de cada una de las Eras Geológicas. Cómo antes de hacer el juego la instructora daba una pequeña plática sobre las eras y sus características principales, se les facilitó ir diciendo los organismos o sucesos más importantes de la Era que se les asignó a cada equipo, y en realidad el objetivo no era que los participantes conocieran perfectamente todo sobre las eras geológicas por eso es que se les proporcionaron varias pistas para que lo resolvieran con facilidad y tuvieran un sentimiento de logro, y al terminar de armarla todos discutieran un poco sobre lo que estaban viendo y manifestaran sus dudas.

Además este juego proporcionó material importante para explicar el tema de fósiles, de cómo estos son usados por los científicos para marcar las distintas épocas y periodos de cada era, y qué nos indica el que los encontremos en las capas de rocas sedimentarias más bajas o en capas más altas, además de hacer énfasis en que estos constituyen una de las evidencias más claras de que la evolución existe y sucede. Por

otra parte se habló un poco más sobre extinciones, las cuales marcan también el fin y el principio de una era, de la extinción masiva sobre la que más preguntaron fue la de los dinosaurios, siendo estos los organismos extintos más fascinantes para la mayoría de los participantes.

Los resultados obtenidos en el juego no.4 no fueron tan alentadores como en los otros 3 juegos, a ambos grupos se les dificultó su resolución, tardaron más tiempo en terminar, se notaban algo cansados y ya no pusieron la misma atención, lo cual parece lógico después de casi 3 horas que ya llevaba el taller; pero en contraste, al terminar de armar la tabla cuando vino la explicación por parte de la instructora les llamó la atención saber que a pesar de las distintas adaptaciones al medio y de las diferentes funciones que cumplen, las extremidades tienen una estructura básica lo cual nos remite a un origen común para todos los tetrápodos que fueron los grupos con los que se trabajó principalmente durante todo el taller.

Los dibujos fueron los que facilitaron enormemente esta parte del análisis del juego, ya que mostraban de manera muy clara como a pesar del cambio de tamaño o de peso, cada extremidad de cada, anfibio, reptil, ave o mamífero, cuenta con el mismo número y tipo de huesos, no importando si al organismo le permite nadar, correr, caminar o volar. También se les explicó que el estudio de la anatomía comparada, es otra de las tantas evidencias que nos confirman que la evolución existe.

Los resultados obtenidos por cada uno de las preguntas del cuestionario del taller de evolución nos reflejan que hubo una tendencia clara a mejorar, lo que puede traducirse en que los participantes adquirieron nuevos conocimientos sobre biología evolutiva, pudieron reforzar los conceptos correctos que ya tenían, y así mismo se corrigieron conceptos e ideas erróneas que no les permitían entender de una manera clara lo que es la evolución.

Estos resultados indican de igual forma que los juegos que se llevaron a cabo en el taller de evolución son buenas estrategias didácticas y que constituyen una excelente alternativa para auxiliar la educación formal que se lleva a cabo en las aulas. Por otra parte, resulta mucho más importante para esta tesis que los resultados del cuestionario indican que el zoológico es un lugar propicio para enseñar y aprender biología evolutiva, además de que efectivamente una actividad como ésta propicia el aprendizaje efectivo de quien participa en ella; también reafirma los objetivos que tienen planteados los zoológicos modernos y le da muchísimo más sentido al encierro de cada uno de los valiosos animales que ahí encontramos.

Por otro lado reafirma y da mucho más significado y sentido a las actividades de conservación que se realizan en esta institución ya que le da a los participantes una visión mucho más completa e integral del porqué de la diversidad, de que proceso es resultado, que significa en la dinámica de nuestras vidas, porqué debemos amar y respetar cada forma de vida que nos rodea, que papel ha jugado el hombre en la vida del planeta, creando una conciencia que va más allá de cuidar porque se acaba, sino cuidar por que lo amas, porque lo conoces, lo entiendes y por eso es parte de ti.

Es por todo esto, que esta investigación es mucho más que un taller con cuatro juegos, 2 actividades y cuestionarios; es la posibilidad de difundir y socializar la ciencia al público en general, a gente que tal vez difícilmente tenga o haya tenido acceso a este tipo de temas, en un lugar que lo tiene todo para llevar a cabo esta tarea de forma excelente, es la oportunidad de generar vocaciones encaminadas a la ciencia y sobre todo a la biología, es una oportunidad única de tener un recorrido divertido y educativo, por un lugar maravilloso; y es también un buen medio para crear conciencia y comenzar desde las raíces del conocimiento a cambiar este mundo.

## CONCLUSIONES

---

1.- Se logró el objetivo general de esta tesis, de generar una propuesta innovadora para enseñar y aprender biología evolutiva en un lugar abierto y con organismos vivos como lo es el Zoológico de San Juan de Aragón. Así mismo para este efecto se logró exitosamente el diseño completo del Taller de Evolución así como su implementación con 50 niños de seto de primaria; que visitaron el zoológico.

2.- Se cumplieron exitosamente los propósitos contemplados para el taller de evolución, se ofreció una estrategia lúdica que facilitó la comprensión de conceptos evolutivos fundamentales y se relacionaron con especies de organismos, que los participantes observaron dentro del zoológico; lo que provocó en los participantes curiosidad, preguntas, dudas y deseo de saber más sobre el tema de evolución.

3.- Con base en los resultados de los cuestionarios de entrada y salida se puede afirmar que los objetivos del taller se cumplieron de manera satisfactoria al reforzar conceptos específicos sobre evolución de las especies, que ya vieron o verán en clase, se integraron a la visita al zoológico las actividades lúdicas lo que hizo que la experiencia fuera realmente enriquecedora.

4.- Igualmente se cumplieron los propósitos y objetivos previstos para las actividades lúdicas, al propiciarse la cooperación y convivencia entre los participantes, y al ser las estrategias educativas principales para demostrar que el zoológico es un lugar propicio para enseñar biología evolutiva. Además los resultados de los cuestionarios demostraron que se adquirieron los conocimientos y conceptos que se deseaba los participantes aprendieran como: diversidad, origen común, selección natural, variación, extinción y tiempo geológico.

5.- Por lo tanto, con base en el análisis de los resultados arrojados por los pre-test y pro-test se concluye que el zoológico es un lugar excelente para enseñar y aprender temas fundamentales de la ciencia como lo es la Evolución Biológica; ya que cuenta con espacios y recursos privilegiados con los que ninguna otra institución de educación formal o no formal cuenta.

Sólo educando integralmente, sólo entendiendo nuestro origen y el de todo lo que nos rodea podemos despertar conciencias, lograr cambios de pensamiento, vocaciones por la ciencia, hacer algo por nosotros y por el lugar en donde coexistimos con todos los demás habitantes de la Tierra.

## SUGERENCIAS

---

A partir de los resultados obtenidos con la implementación del Taller de Evolución en el Zoológico de San Juan de Aragón se sugiere:

Al Área educativa de los zoológicos:

- A) Considerar la posibilidad de replantear sus objetivos y así mismo renovar sus programas y actividades, para que un lugar privilegiado educativamente como lo es un zoológico explote de una manera más integral su potencial; echando mano de temas tan importantes e interesantes como lo es la biología evolutiva.
- B) Comprometerse seriamente con la socialización y divulgación de la ciencia en sus instalaciones y las del zoológico, haciendo una mayor difusión de las actividades o de los programas que se diseñen para este fin, invitando escuelas desde la educación básica hasta la superior e incluso al público en general.

A la Dirección General de Zoológicos de la Ciudad de México:

- C) Dar más apoyo, permitir y promover que investigaciones educativas como la presente, se lleven a cabo en sus instalaciones, ya que educar es el único camino, la única opción para cambiar las cosas.

En general se sugiere:

- D) Que los temas de biología evolutiva, anatomía, biogeografía, ecología y otros tantos formen parte de los programas y actividades conjuntamente con los de educación ambiental y conservación, para que los visitantes aprendan de una manera más lógica y completa, porque la urgencia de cuidar y conservar sustentablemente.
- E) Pedir a los patrocinadores que son los que elaboran las fichas informativas, los mapas y folletos de los zoológicos que incluyan en la información que seleccionan para colocar en estos medios, conceptos sobre historia natural o biología evolutiva, de cada una de las especies que se encuentran en estos recintos, ya que a estos medios tienen acceso todos los visitantes.
- F) Por último, que las instituciones educativas consideren como una buena opción visitar el zoológico, como una estrategia para la comprensión de variados temas sobre ciencia y naturaleza, e integren a sus programas de visitas o prácticas externas esta posibilidad de brindarles a sus alumnos una experiencia única de aprender y divertirse fuera de las cuatro paredes de un aula.

## FUENTES DE CONSULTA

---

### A. Bibliográficas.

Ayala, F. J. (1997). *La teoría de la evolución*. De Darwin a los últimos avances de la genética. Bolsistemas. Madrid. [s.p.]

Barahona, A.; *et al*; (2006). Libro de Texto Gratuito. *Ciencias Naturales*. Sexto Grado. Cuarta reimpresión (ciclo escolar 2007-2008) Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos. SEP. México D.F.

Baredes, C. Lotersztain, I. (2005). *¿Por qué es tan guapo el pavorreal?* Ediciones lambiqué. Buenos Aires, Argentina.

\_\_\_\_\_ (2005). *¿Por qué se rayó la cebra?* Ediciones lambiqué. Buenos Aires, Argentina.

\_\_\_\_\_ (2005). *¿Por qué es tan trompudo el elefante?* Ediciones lambiqué. Buenos Aires.

Barraza, L. (1994). *Los zoológicos en camino hacia la educación*. Manual para el educador. SEP. México. 27 pp.

*Centros de Conservación del Siglo XXI*. Los zoológicos de la Ciudad de México. Memorias 2001-2006. Dirección General de Zoológicos de la Ciudad de México. 87 pp.

Cervantes, M. Hernández; (1999). *Biología General*. Publicaciones Culturales. México. 451pp.

Coombs, H. (1978). *La crisis mundial de la educación*. Editorial Península. España. [s.p.]

Darwin, Charles. *El origen de las especies*. Primer tomo. Edit. Época. México. 357pp.

\_\_\_\_\_. *El origen de las especies*. Segundo tomo. Edit. Época. México. 282pp.

*Diario Oficial de la Nación*. Segunda Sección. SEP. 26 de mayo 2006.

*Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*. (2001). Vigésima segunda edición. Tomo 5. España.

Dobzhansky. (1980). *Evolución*. Omega. Barcelona. 558 pp.

*Enciclopedia de las ciencias naturales*. Ediciones Nauta. Barcelona, España. (1989). Tomo 1. Biología. 145 pp.

Gould, S, J. (2002). *The structure of the evolutionary theory*. Harvard University Press. USA. 1433 pp.

Huxley, J. (1958). *El proceso de toda evolución biológica*. Madrid. 462 pp.

Livingston, B., (1974). *Animals, People, Places*. Arbor House Publishing, New York. [s.p.]



Mayr, E. (1969). *Especies animales y evolución*. Ediciones Ariel. Santiago de Chile [s.p.]

\_\_\_\_\_. (1979). *Evolution and the diversity of life*. Selected Essays. Harvard University press. Mass. USA. [s.p.]

\_\_\_\_\_. (1980). *The evolutionary synthesis: perspectives on the unification of biology*. Harvard University. USA. 487 pp.

\_\_\_\_\_. (1998). *Así es la Biología*. Editorial Debate. [s.l.i.] 326 pp.

Milner, Richard. (1995). *Diccionario de la evolución*. Biblograf. Barcelona [s.p.]

Navarijo, O. L., (1976). *El valor biológico y sociocultural del parque Zoológico de Chapultepec*, Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Pacheco, M. F. (2000) *Plan Maestro Educativo*. Dirección General de Zoológicos de la Ciudad de México. [s.p.]

Piñero, D. (1987). *De las bacterias al hombre: la evolución*. La ciencia desde México no.25. Fondo de Cultura Económica. 113pp.

Reyes, J. (2000). *La escuela sola no hará el milagro: el papel de la educación no formal*. Memorias del I Foro Nacional de Educación Ambiental, Aguascalientes, Octubre de 1999. Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Rosengren, J. (1968). *Biology teacher's guide*. Parker Publishing company. USA. 180 pp.

Ruiz, R. (1987). *Positivismo y evolución: introducción del darwinismo en México*. UNAM. Colección posgrado. 1992, segunda edición. Editorial LIMUSA. México [s.p.]

\_\_\_\_\_. Ayala, F. (2002). *De Darwin al DNA y el origen de la humanidad: la evolución y sus polémicas*. Fondo de Cultura Económica. Ediciones Científicas Universitarias. México. 293 pp.

Sánchez, M. del C. (2000). *La enseñanza de la teoría de la evolución a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México D.F. [s.p.]

Simpson, G.G. (1974). *Tempo and mode in evolution*. Columbia University Press. Nueva York. [s.p.]

Trilla, J. et al. (1993). *La educación fuera de la escuela: ámbitos no formales y educación social*. Barcelona. Ariel. [s.p.]

## B. Hemerográficas.

Ayala, F.J. (1974). "Biological evolution: natural selection or random walk?" *American Scientist*, 62:692-701.

Barraza L. *Un reto para el siglo XXI: Investigación educativa en los zoológicos*. Instituto de Ecología, UNAM. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales.

\_\_\_\_\_. (1999). Educar para el futuro: Un nuevo enfoque de la educación ambiental. *Especie* 6:34-35

\_\_\_\_\_. (1999). Children's Drawings about the environmental. *Journal of Environmental Education Research* 5(1): 4966

Bonfil, M. ¿Quién le teme al Darwinismo? El poder de una idea. ¿Cómo Ves? México. Año 9. No. 97. Diciembre 2006. 22-25

Cummins, C. Demastes, S. (1994) Evolution: Biological Education's under-researched unifying theme. *Journal of research in Science Teaching*. 31 (5):445-498.

García Ortega, J. Manuel. "El agente secreto de la evolución". ¿Cómo Ves? México. Año 9. No. 97. Diciembre 2006. Págs. 10-13

Guillén, Fedro Carlos (1995), "Problemas asociados a la enseñanza de la evolución en la escuela secundaria: algunas sugerencias", *Ciencia*, vol.46, núm.2 páginas.159-167

\_\_\_\_\_ (1994), El nuevo enfoque de la enseñanza de la biología en secundaria, *Ciencia*, vol.45: 247-262

Jiménez, A. (1991) Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias* 9 (3):248-256

Martínez, M. Eugenia. (1999) Áreas interactivas...una alternativa de educación en los zoológicos. Zoológico de Guadalajara, México.

Morrone, J. Fortino, A. ¿Deben existir los zoológicos? *Ciencia Hoy*. Volumen 8.Nº43. Nov/Dic 1997. [s.p.]

Navarijo, L. Los zoológicos: ¿cuál es su misión cultural? *Ciencias*. No. Especial. Mayo 1993. 71-75

Peisajovich B. (2003) Didáctica de la teoría de la evolución y cambio conceptual. *Correo del Maestro*. núm. 82. Marzo.

Purrington, Colin B. (2006) "The conservation of evolution education in zoos" *Department of biology*. Swarthmore College, Pennsylvania, USA. pp 13-17.

Sauvé, L. (1999) Environmental Education Between modernity and Posmodernity: Searching for and integrating educational framework. *Canadian Journal of Environmental Education* 4:9-3.

Scribner, S., Cole, M. (1973). Cognitive consequences of formal and informal education. *Science*, 182, 553-559. Consecuencias cognitivas de la educación formal e informal. *Infancia y Aprendizaje*, 17, 3-18, 1982

Trowbridge, J.E. y J.H. Wandersee. (1994) Identifying critical junctures in learning in a college course on evolution. *J. Res. Sci. Teach.* 31(5): 459-473.

Urba, E.S. (1980) Evolution species and fossils: How does life evolve? *South African Journal of Science* 76:61-84

Valero, A., Jardón, L. ¿Qué es la evolución biológica? ¿Cómo Ves? México. Año 9. No. 97. Diciembre 2006. 14- 17

### **C. Electrónicas**

Baschetto, F. (2007) *¿Cual es el mensaje que deben transmitir los zoológicos?* Asociación argentina de Veterinarios especializados en animales silvestres. En: <http://veas.webcindario.com/zoologicos.htm>- 19-octubre-2007

Pacheco, M. F., (2006) *Educación no formal: concepto básico en educación ambiental.* Gabinete de educación ambiental y divulgación de la ciencia. Taller primavera. En: [www.imacmexico.org/ev\\_es.php](http://www.imacmexico.org/ev_es.php) 21-octubre-2007

<http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/directorio/c/cervantes/clases/masto/zoologicos>  
14-mayo-2006

[www.sanjuandearagon.df.gob.mx](http://www.sanjuandearagon.df.gob.mx) - 7k 24-septiembre-2007

[zcog.org.htm](http://zcog.org.htm) - 50k - 08-junio-2005

## ANEXOS

---

### A) Tabla de resumen del taller de evolución.

Actividades	Objetivos	Sistematización	Interacciones	Recursos didácticos	Materiales	Evaluación
<b>Cuestionario de entrada</b>	Valorar los conocimientos o ideas previas sobre evolución de los participantes.	Primera actividad al llegar al área educativa. Tiempo estimado 10 min.	Primer contacto del instructor con sus alumnos.	Imágenes, esquemas y preguntas de opción múltiple.		
<b>Plática Introductoria</b>	Introducir al grupo al tema de evolución.	Se llevará a cabo al terminar el cuestionario de entrada. 10 min.	Se hará la presentación del instructor y Podrán hacer preguntas sobre la plática	Imágenes sobre evolución y fotos de animales y albergues del zoológico.		
<b>Recorrido por el zoológico</b>	Los participantes conocerán de cerca especies de México y todo el mundo	Se realizará después de la plática introductoria.	El instructor tendrá contacto directo con el grupo pudiendo contestar cualquier pregunta o duda y proporcionando información sobre cada una de las especies del zoológico.	A lo largo de este recorrido se llevarán a cabo los juegos y actividades.		
<b>Juego 1 Relevos</b>	Los participantes se percatarán por medio de imágenes de la diversidad de organismos que existe en cada uno de los biomas del planeta.	Se realizará al llegar al albergue de Sabana Africana Aprox. 15 min.		Tarjetas con animales característicos de los diferentes biomas	Tarjetas de cartón Dibujos de animales	Ganará el equipo que termine primero de armar completo su bioma asignado.

<b>Juego 2 Rompecabezas</b>	Recordar y reforzar por medio de preguntas lo aprendido en la plática introductoria. Armar el rompecabezas y que al ver el árbol filogenético se darán cuenta que todos los tetrápodos tenemos un origen común (ancestro común).	Se llevará acabo al llegar a la zona de primates Aprox.20 min.	El instructor hará las preguntas y asignará las piezas a los niños.	Rompecabezas que forma la imagen del árbol filogenético de los tetrápodos.	Piezas de rompecabezas de foami pintadas.	A los niños que contesten correctamente e serán a los que se les asignarán piezas para que armen el rompecabezas
<b>Juego 3 Tabla de eras geológicas</b>	Comprender que la evolución ha tardado millones y millones de años Resaltar que de los organismos más antiguos su registro fósil esta en las capas más bajas. Hablar sobre extinciones	Se realizará en plaza de ingreso al terminar el recorrido por el zoológico. Aprox. 15 min.	El instructor hará las preguntas y ayudará a los niños a armar la tabla correctamente.	Imágenes de organismos característicos de cada una de las eras geológicas.	Tabla de madera de 1m por 1.5 m Figuras de foami de los organismos	Gana el equipo que termine de acomodar primero los organismos que se le asignaron
<b>Juego 4 Tabla de anatomía comparada</b>	Relacionar la forma y distribución de los huesos en las extremidades de los diferentes grupos de tetrápodos con su función. Hacer énfasis en lo que es una adaptación.	Se realizará después de terminar el juego 3 en plaza de ingreso. Aprox. 15min.		Imágenes de huesos de extremidades. Relacionar columnas con función.	Tabla de madera de 1m por 1.5m Figuras de huesos Letreros de funciones	

<b>Actividad 1 Variación</b>	Comprender mediante la comparación y observación de los animales de ciertos albergues el concepto de variación.	Se realizará en alguno de los albergues con más ejemplares esto durante el recorrido del zoológico. Aprox. 10 min.	El instructor utilizará el recurso principal del recinto que son los animales, los cuales serán observados por los niños	Observación Comparación de características morfológicas.		Esta será según la percepción del instructor en base a lo expuesto por los alumnos
<b>Actividad 2 Selección Natural</b>	Hacer una reflexión integrativa de cómo es que se da el mecanismo de selección natural y como esté es la fuerza principal del proceso de evolución.	Se llevará a cabo en el albergue de elefantes o en el de cebras o en el de pavoreales, durante el recorrido del zoológico. Aprox. 10 min.	El instructor utilizará el recurso principal del recinto que son los animales, los cuales serán observados por los niños. Estos facilitarán la comprensión del concepto.	Narración de un cuento. Reflexión.		Esta será según la percepción del instructor en base a lo expuesto por los alumnos
<b>Cuestionario de salida</b>	Valorar que tantos conocimientos adquirieron los participantes con el taller con respecto a sus conocimientos previos.	Será la actividad final en área educativa. Aprox. 10 min.	Despedida del instructor.	Imágenes, esquemas y preguntas de opción múltiple		

**B) Cuento: ¿Por qué es tan guapo el pavoreal?**

Tomado de: Baredes, C. Lotersztain, I. (2005). *¿Por qué es tan guapo el pavoreal?*  
Ediciones Iambiqué. Buenos Aires, Argentina

**EL PAVO COLUDO**

Había una vez una pareja de pavos reales que tenían dos hijos: Colita y Coludo. Colita tenía una cola corta, igualita a la de su mamá y a la de su papá. Coludo en cambio, había nacido con una cola bastante más larga que la de cualquier otro pavo real y que llamaba mucho la atención.

El tiempo pasó y llegó el momento de conseguir novia. Colita, Coludo y todos sus amigos se paseaban delante de las pavitas mirándolas de reojo para ver si lograban llamar su atención, Aunque no podía explicar por qué, a Coludo le parecía que su extraña cola atraía mucho a las pavitas.

Aunque coludo no eligió ser diferente, su cola larga y llamativa le vino como anillo al dedo para conseguir muchas novias y tener muchos hijos: algunos con cola corta y otros con cola larga. Y a los hijos con cola larga les pasó lo mismo que a su papá: cada vez que salían a conquistar pavitas tenían más éxito que los pavos de cola corta. Entonces, ellos también tuvieron muchas novias y un montón de hijos (varios con cola larga).

Los nietos de coludo tuvieron hijos, que tuvieron hijos, que tuvieron hijos, y la historia se repitió una y otra vez: los pavos reales de cola larga tenían más hijos que los de cola corta. Y así fue como el paisaje se fue llenando de colas largas, como esa que tan útil le fue a Coludo.

¿Por qué se pudo tan guapo el pavo real?

Hace mucho, mucho tiempo, los antepasados de los pavos reales tenían la cola corta, muy parecida a la de las hembras, ¿Y cómo fue que les “salió” una cola tan grande y llamativa? A la hora de entender qué pasó, muchos científicos tienen una explicación que se parece un poco al cuento de Coludo. Aquí va:

En algún momento y **por casualidad**, algunos pavo reales nacieron con la cola más larga y más brillante. Y cuando salieron a conquistar pavitas, les fue mucho mejor que a los otros. ¿Y por qué habrán tenido tanto éxito? Tal vez porque una cola espectacular indicaba que su dueño era muy fuerte y muy sano. O tal vez porque al ser más llamativos las pavitas los veían antes que al os de cola corta. Fuera por lo que fuere, los pavos de cola larga tuvieron una diferencia que les dio ventaja para conseguir muchas novias y tener muchos hijos. Algunos de sus hijos heredaron esa diferencia que también les resultó muy ventajosa para tener muchas novias e hijos. Varios de ellos heredaron la cola larga y tuvieron hijos con cola larga, que tuvieron algunos hijos con cola más larga todavía, que tuvieron hijos con cola más larga todavía... Así, con el paso de miles y miles de años, todos los pavos reales se pusieron guapos y muy atractivos.

Hay algo que es importante que tengas en cuenta; **los pavos reales no cambiaron “a propósito”**. Un pavo no dijo; “Si tuviera una cola más larga, tendría más éxito con las pavitas”. Cada animal que nace no es exactamente igual a sus padres y a sus hermanos. Entonces, es posible que un animal nazca con alguna diferencia que lo haga más atractivo y, por eso, le resulte más fácil conseguir pareja y tener muchos hijos. Esa diferencia la tendrán algunos de sus hijos, que también tendrán más hijos que probablemente tengan esa diferencia. Así a medida que pase el tiempo (mucho tiempo), habrá más y más animales que lleven esas diferencias, Y en algún momento, serán tantos los que la tengan que ya no será una diferencia sino algo común para todos.



**C) Cuestionario Juego 2: Rompecabezas.**

- 1.- Los reptiles tienen la capacidad de vivir en cualquier hábitat hasta en los polares. Verdadero o Falso
- 2.- Las aves descienden de un grupo ancestral-primitivo de animales parecidos a las salamandras. Verdadero o Falso
- 3.- Los mamíferos descienden de un grupo ancestral de pequeños reptiles Verdadero o Falso
- 4.- Los monos del viejo mundo como los papiones tienen una cola prensil Verdadero o Falso
- 5.- Las características que distinguen a los mamíferos con que tienen pelo y alimentan con leche a sus crías. Verdadero o Falso
- 6.- El grupo de los anfibios está compuesto por ranas, sapos y salamandras. Verdadero o Falso
- 7.- Los titíes y marmosetas pertenecen al grupo de monos el viejo mundo Verdadero o Falso
- 8.- Las características distintivas del grupo de las aves son la presencia de pelo, que son vivíparos y animales de sangre fría. Verdadero o Falso
- 9.- Hay un tipo de mamíferos que pone huevos y alimenta a sus crías con leche Verdadero o Falso
- 10.- Los anfibios fueron los primeros vertebrados terrestres. Verdadero o Falso
- 11.- Los monos del nuevo mundo no tiene cola prensil y son de gran tamaño. Verdadero o Falso
- 12.- Los anfibios se caracterizan por tener escamas y ser animales de sangre caliente. Verdadero o Falso
- 13.- Las características que distinguen al grupo de los reptiles es que son animales de sangre fría, que nacen de huevos, y están cubiertos por escamas. Verdadero o Falso
- 14.- El ser humano pertenece al grupo de los primates donde también están el gorila y chimpancés. Verdadero o Falso
- 15.- El simio más cercano y parecido al ser humano es el chimpancé. Verdadero o Falso

**D) Tablas de concentración de aciertos y errores, en los cuestionarios de entrada y salida, de los dos grupos con los que se aplicó.**

Alumno	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
1	_____	X	X	/	X	/	X	/	/	/
2	_____	X	X	X	X	/	X	X	/	/
3	_____	/	X	X	X	X	X	/	X	X
4	SI	/	X	/	/	/	X	/	/	X
5	_____	X	X	X	/	/	X	/	X	X
6	_____	X	/	X	X	X	X	X	/	X
7	_____	/	X	/	/	X	NC	/	/	X
8	_____	X	/	X	/	X	X	/	X	X
9	SI	X	X	/	/	/	/	/	/	X
10	_____	/	X	X	/	/	X	X	/	X
11	_____	/	X	/	/	X	X	/	/	X
12	_____	/	X	/	X	X	X	X	/	X
13	_____	X	X	/	X	/	X	X	/	X
14	_____	/	X	/	/	X	/	/	/	/
15	_____	X	X	X	/	/	X	/	/	/
16	SI	/	X	X	/	X	/	/	/	X
17	_____	X	X	X	X	X	/	NC	X	X
18	_____	X	/	/	/	X	X	/	/	/
19	_____	X	X	X	/	/	X	/	/	X
20	_____	X	/	/	X	X	/	/	X	X
21	SI	/	X	/	/	X	X	/	/	X
22	_____	/	X	/	/	/	/	/	X	X
23	_____	X	X	/	X	/	X	/	X	/
24	SI	/	X	/	X	/	X	X	/	/
25	SI	X	/	/	X	/	X	/	/	/
<b>Total X</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>17</b>
<b>Total /</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>8</b>

Tabla 1.- Resultados cuestionario de entrada. Escuela Primaria "Tonantzin"

Alumno	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
1	SI	/	X	/	/	/	/	/	/	/
2	_____	/	X	/	/	/	X	/	/	/
3	SI	/	X	/	/	/	X	/	/	X
4	SI	/	X	X	/	/	/	/	/	/
5	_____	X	/	/	/	/	X	/	X	/
6	SI	/	/	/	/	X	/	/	/	/
7	_____	/	X	/	/	/	/	/	/	X
8	_____	X	/	/	/	/	X	/	/	/
9	SI	/	X	/	/	/	/	/	/	/
10	SI	/	/	X	/	/	/	/	/	X
11	_____	/	/	/	/	X	/	/	/	/
12	_____	/	/	/	X	/	X	X	/	/
13	SI	X	/	/	/	/	X	X	/	/
14	_____	/	/	/	/	/	/	/	/	/
15	_____	X	/	X	/	/	/	/	/	/
16	SI	/	/	/	/	/	/	/	/	X
17	_____	X	X	X	/	/	/	NC	X	/
18	SI	X	/	X	/	X	/	/	/	/
19	_____	/	X	/	/	/	X	/	/	X
20	_____	X	/	/	/	/	/	/	/	X
21	SI	/	X	/	/	X	/	/	/	X
22	SI	/	X	/	/	/	/	/	X	/
23	SI	/	X	/	/	/	/	/	X	/
24	SI	X	/	X	/	/	/	/	/	X
25	SI	/	X	/	/	X	/	/	/	/
Total X	14	8	12	6	1	5	7	3	4	8
Total /	11	17	13	19	24	20	18	22	21	17

Tabla 2.- Resultados cuestionario de salida Escuela Primaria "Tonantzin"

Alumno	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
1	SI	✓	X	X	✓	✓	X	✓	✓	X
2	_____	X	X	✓	✓	✓	X	✓	X	✓
3	_____	X	X	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
4	_____	X	X	✓	X	✓	X	✓	✓	✓
5	_____	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	X
6	_____	X	X	X	✓	X	NC	✓	✓	X
7	SI	✓	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	X
8	_____	X	X	✓	X	✓	X	✓	X	X
9	_____	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	X	X
10	SI	✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	X
11	SI	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	X
12	_____	X	X	X	X	✓	X	X	✓	X
13	SI	X	X	X	✓	✓	✓	✓	NC	NC
14	_____	X	X	✓	X	✓	X	✓	X	X
15	_____	✓	X	X	X	X	X	✓	✓	X
16	SI	✓	X	X	✓	✓	X	✓	✓	X
17	_____	NC	X	X	X	✓	✓	✓	X	X
18	_____	X	X	✓	X	X	X	✓	✓	X
19	_____	X	X	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
20	_____	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	X	X
21	_____	✓	X	X	✓	X	X	✓	✓	X
22	SI	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	X
23	_____	X	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	X
24	SI	✓	✓	X	X	✓	✓	X	✓	✓
25	SI	X	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓
Total X	16	13	20	13	9	8	17	4	7	19
Total ✓	9	12	5	12	16	17	8	21	18	6

Tabla 3.- Resultados cuestionario de entrada Escuela Primaria "Filomeno Mata"

Alumno	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	
1	_____	X	X	/	/	/	X	/	/	X	
2	_____	/	/	/	X	/	X	/	/	/	
3	_____	/	X	/	/	/	X	/	/	X	
4	_____	X	/	/	/	/	X	/	/	/	
5	_____	/	/	X	/	/	/	/	/	X	
6	_____	X	/	/	/	X	X	X	X	X	
7	SI	/	/	/	/	/	/	/	/	X	
8	_____	X	/	X	/	X	/	/	/	/	
9	_____	/	X	X	/	X	/	/	X	X	
10	SI	X	/	X	/	X	X	/	/	X	
11	SI	X	/	X	X	X	X	/	/	X	
12	_____	X	X	/	X	X	X	X	/	X	
13	SI	X	X	/	/	X	/	/	/	/	
14	_____	/	X	X	/	/	/	/	/	/	
15	SI	/	/	X	/	X	X	/	/	X	
16	_____	/	X	X	X	/	/	/	/	X	
17	SI	/	X	X	/	/	/	/	/	/	
18	_____	/	X	/	X	X	X	/	/	/	
19	_____	/	X	/	/	/	/	X	X	/	
20	_____	/	X	X	/	/	/	/	/	/	
21	_____	/	X	X	/	X	X	/	/	/	
22	SI	/	/	/	/	/	/	/	/	X	
23	_____	X	/	/	/	/	/	/	/	/	
24	SI	/	/	/	/	/	/	X	/	/	
25	SI	/	X	/	/	/	X	/	/	/	
Total X		16	9	13	11	5	10	12	4	3	12
Total /		9	16	12	14	20	15	13	21	22	13

Tabla 4.- Resultados cuestionario de salida Escuela Primaria "Filomeno Mata"