

LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS COMO
ORIENTADORES DE PROCESOS DE APRENDIZAJE DEL CONCEPTO
SELECCIÓN NATURAL

LEIDY CRISTINA TORO ORLAS

Monografía para optar al título de Licenciada en Educación Básica con énfasis en
Ciencias Naturales y Educación Ambiental

YIRSEN AGUILAR MOSQUERA
Asesor

UNIVERSIDAD DE ANTIÓQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
MEDELLÍN
2008

AGRADECIMIENTOS

A la Institución Educativa el Salvador y al grupo participante, por brindarme los espacios necesarios para que se llevara a cabo el proceso de investigación.

A los profesores Marta Salgar y Héctor Estrada, por el acompañamiento y las valiosas asesorías que permitieron darle forma y fin a mi trabajo monográfico.

A mi amigo Esteban Aristizábal, por sus valiosos consejos en cuanto a la revisión del texto y por el continuo apoyo emocional durante todo el proceso de investigación.

A mis compañeros de monografía por sus valiosos aportes en cada una de las presentaciones realizadas en clase.

*“Sin una referencia a la epistemología, una teoría del conocimiento sería una meditación en el vacío y (...) sin una relación con la historia de las ciencias, una epistemología sería una repetición completamente superflua de la ciencia”
(Canguilhem, 1966).*

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. PREGUNTA PROBLEMA.....	11
3. OBJETIVOS	12
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	12
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. ANTECEDENTES	16
6. MARCO CONCEPTUAL.....	18
6.1. EL USO DE LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS	18
6.2. CONTEXTO HISTÓRICO Y EPISTEMOLÓGICO DE LA EVOLUCIÓN POR SELECCIÓN NATURAL	21
6.2.1. El mundo científico en la Inglaterra Victoriana	21
El desarrollo de teorías siempre va ligado a las creencias de quien las propone,	21
6.2.2. Pensamientos evolucionistas antes de Darwin	24
6.2.3. Creacionismo vs. Evolución	29
6.3. VIAJE DE CHARLES DARWIN EN EXPEDICIÓN A BORDO DEL BEAGLE	32
6.4. ¿CÓMO SE LLEGÓ A CONSOLIDAR LO QUE AHORA CONOCEMOS POR ESPECIE?	34
6.5. CONSOLIDACIÓN DE LAS IDEAS DE DARWIN	36
6.5.1 La Selección Natural en la perspectiva darwiniana	39
7. METODOLOGÍA.....	42
7.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
7.2 DISEÑO DEL ESTUDIO DE CASO	43
7.3 SELECCIÓN GRUPO PARTICIPANTE	44
7.4 APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	44

7.4.1. Fases de la investigación	45
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	47
8.1. ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS POR CADA UNA DE LAS PREGUNTAS	47
8.1.1. Indagación de ideas previas.....	47
8.1.2. Elementos históricos y epistemológicos de las ciencias en los procesos de aprendizaje del concepto selección natural.....	58
8.1.3. Construcción de los estudiantes del concepto selección natural partiendo de elementos históricos y epistemológicos	69
8.2. ANÁLISIS GENERAL DE CADA UNO DE LOS ESTUDIANTES DEL GRUPO PARTICIPANTE.....	83
9. CONCLUSIONES.....	93
9.1 IMPLICACIONES DIDÁCTICAS	94
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	95
ANEXOS	99

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Indagación de ideas previas	99
Anexo 2 Elementos históricos y epistemológicos de las ciencias en los procesos de aprendizaje del concepto selección natural	104
Anexo 3 Construcción por parte de los estudiantes del concepto Selección Natural partiendo de elementos históricos y epistemológicos	112
Anexo 4 Tabla 1 Análisis de las respuestas por cada una de las preguntas	119
Anexo 5 Tabla 2 Análisis general por estudiante en correlación con los objetivos de la investigación	129

RESUMEN

Este trabajo monográfico ha sido elaborado bajo la línea de Historia y Epistemología de las Ciencias, la cual se pretende orientar la enseñanza de las ciencias y, en específico, del concepto Selección Natural con cuatro estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa el Salvador; ya que desde los lineamientos curriculares de la Ciencias Naturales, se encuentra que es en este grado donde se profundiza más sobre la evolución biológica y sus distintos mecanismos.

Para llevar a cabo esta investigación, se utilizó una metodología cualitativa, enmarcada en los estudios de caso, divididos en tres fases así: una primera fase de acercamiento a los proyectos institucionales y al grupo participante, una segunda de aplicación de instrumentos e intervención y una tercera de triangulación de la información obtenida.

Tanto la recolección de la información como su respectivo análisis están enmarcados en tres categorías, que responden a cada uno de los objetivos específicos. De este modo, se comienza desde la transcripción textual de las respuestas de los estudiantes, y se continúa con el análisis de cada una de éstas, para posteriormente tomar todos los instrumentos utilizados en el proceso de la investigación y realizar un análisis general con cada uno del grupo participante, teniendo en cuenta la orientación de la Historia y la Epistemología de las Ciencias. Finalmente se ofrecen unas conclusiones e implicaciones didácticas que dan cuenta de todo el proceso de la investigación.

INTRODUCCIÓN

Desde los lineamientos curriculares se propone la enseñanza de la Selección Natural dentro del tema de la evolución, a partir de los grados de primaria con un nivel de mayor complejidad en el grado noveno. Sin embargo, para los estudiantes de grado noveno aún se dificulta comprender teorías tan abstractas como el de la Selección Natural.

Así, se comienza la búsqueda de proyectos e investigaciones relacionados con la enseñanza de la evolución, específicamente con la Selección Natural, articulándolo a su vez con la historia y la epistemología de las ciencias. Proceso que arrojó diferente información a partir de la cual se hace una investigación acerca de la enseñanza de dicha teoría en el grado noveno, tomando en cuenta la historia y la epistemología de las ciencias como orientadores del aprendizaje de los estudiantes y retomando aportes de Kuhn en cuanto a la epistemología.

Con esta investigación se notó que el entorno social, cultural y familiar influye en la apreciación que los estudiantes tienen acerca de esta teoría, evidenciando en su mayoría preconceptos distantes del constructo científico acerca de la misma.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En algunas ocasiones, la forma como se enseña la ciencia está lejos del contexto real del educando, lo que complica un poco la incorporación de los diferentes temas tratados en el aula como parte esencial de su aprendizaje, ya que a los estudiantes se les dificulta entender lo que no pueden palpar o visualizar. De ahí que se requiera la utilización de estrategias que permitan llevar a cabo un proceso de aprendizaje pertinente, en cuanto al análisis y construcción de teorías o conceptos científicos, en este caso el de la Selección Natural.

La Selección Natural, como uno de los mecanismos de la evolución, ha sido muchas veces entendida de manera diferente a lo que verdaderamente significa, y esto por varias razones. Una por la forma en que tal vez el docente presenta la temática, y otra por la forma en que la entienden los estudiantes. También porque se reconoce que la evolución es una teoría que, aparte de abstracta, es bastante compleja por lo que en algunas ocasiones se ha dicho que *“ninguna teoría científica ha sido más difícilmente aceptada que la evolución biológica por Selección Natural, principalmente porque es contraria a algunas creencias muy arraigadas en las personas acerca de cuándo y cómo se originaron el mundo y los seres vivos”* (Maldonado, 2006). Son estas creencias las que influyen sobremanera en la forma en que los estudiantes construyen un concepto científico, llevándolos en muchas ocasiones a concebir la Selección Natural como si alguien estuviera en la función de seleccionar, en otras palabras, están personificando completamente a la Selección Natural. Por otra parte, los conceptos centrales de la Selección Natural también son mal entendidos; así las variaciones y la adaptación son entendidas como una simple aclimatación, como si el medio fuera el único responsable de las variaciones de los organismos y que estos sólo poseen cambios cuando lo necesitan. Además, los estudiantes piensan que la Selección Natural tiene sus consecuencias en los individuos y no en las poblaciones, por lo que estarían viendo una evolución individual pero no poblacional. Lo anterior lleva a pensar que la Selección Natural es un tema en el cual se han ido guardando infinidad de ideas encasilladas que impiden comprender el concepto como tal.

Pero además, el desconocimiento de la historia de las ciencias por parte de los estudiantes no permite que puedan tener una idea clara de las características esenciales de la Selección Natural. Con esto se podría afirmar que no hay una construcción clara del concepto en los estudiantes.

2. PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo el uso de la historia y la epistemología de las ciencias permiten orientar los procesos de aprendizaje del concepto Selección Natural en estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa el Salvador?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar cómo la historia y la epistemología de las ciencias permiten orientar los procesos de aprendizaje del concepto Selección Natural en estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa El Salvador

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer cuáles son las ideas previas que poseen los estudiantes en torno al concepto Selección Natural
- Implementar elementos históricos y epistemológicos de las ciencias en los procesos de aprendizaje del concepto Selección Natural
- Analizar las construcciones que realizan los estudiantes sobre el concepto de Selección Natural, después de una intervención que involucra elementos históricos y epistemológicos

4. JUSTIFICACIÓN

Siempre se está buscando la manera de enseñar ciencias, de suerte que se contribuya a la formación de pensamiento crítico y propositivo, para la resolución de diversos problemas que son o no de orden científico. De acuerdo con esto, se podría afirmar que la historia y la epistemología de las ciencias son importantes dentro de la enseñanza en el aula, como herramientas para que los estudiantes puedan observar y comprender lo que es ciencia, sin desligarlo de lo cultural, económico, político, psicológico y social de la época en la cual las teorías científicas fueron construidas. Con lo anterior, no se estaría negando que también la ciencia tiene una historia.

La enseñanza de las ciencias mediante la historia es importante porque *“nos brinda la posibilidad de enfrentar a los estudiantes a situaciones en las que puedan llegar a desarrollar la capacidad de resolver problemas con eficacia, ya que la comprensión del papel de la ciencia en la cultura y la sociedad se debe precisamente a la conjunción entre la historia y la ciencia, dando como resultado el reconocimiento acerca de la naturaleza de ciertos rasgos científicos”* (Barahona, Michán, 2002). Así los estudiantes podrían adquirir la capacidad de un pensamiento crítico, es decir, los temas presentados no serán recibidos tal y como los muestran los libros de texto, sino que estos tendrían la oportunidad de analizar e interpretar la información brindada. Por lo tanto *“cuando enseñamos o aprendemos ciencia, no sólo aprendemos conocimientos científicos, sino también fines y valores (objetividad, honestidad, colaboración, conservación de la naturaleza), habilidades (observar, manipular, calcular, medir, estimar) y actitudes (curiosidad, apertura a nuevas ideas, confrontación de diferentes posturas ante los problemas, escepticismo informado, comunicación)”* (Barahona y Michán, 2002) así como también aptitudes (potencialidades y capacidades de acción).

La educación tradicional limitaba a los estudiantes a la simple memorización de la información, *“ya que se concentraba en presentar una estructura rígida de*

materias que tendía a fomentar la idea de que la ciencia es un cúmulo de información que al procesarse, se obtienen respuestas científicamente correctas de los procesos de nuestro entorno. Por el contrario, gracias al desarrollo de los estudios históricos y filosóficos de las ciencias de las últimas décadas, ahora se piensa que es a través del planteamiento de los problemas que se han conformado históricamente las disciplinas que forman la ciencia, y no a la inversa” (Barahona, 2002). Es por esto que en los lineamientos curriculares de las ciencias naturales se puede contar ahora con una flexibilidad que permite llevar a cabo cambios en su estructura, si estos se requieren, dentro de un contexto determinado, ya que es necesario mirar en cada contexto cuales son las estrategias adecuadas para hacer de la ciencia algo interesante para los estudiantes, sin que ésta les produzca algún temor. *“Actualmente se pone de manifiesto la importancia que tienen las investigaciones en didáctica de las ciencias retomando el componente histórico, no sólo con el ánimo de evidenciar algunos pasajes importantes a manera de estudio historiográfico, sino con el objetivo de contribuir a una imagen de ciencia más dinámica que se construye, se evalúa, se aplica y se difunde constantemente”* (Camacho, Gallego y Royman, 2007). Por lo tanto, en este trabajo se retoma la importancia de la historia en la enseñanza de las ciencias, por ser una herramienta eficaz en los procesos de aprendizaje de los estudiantes en camino de la actividad científica.

Trabajos de investigación sobre la enseñanza de la evolución y en especial de la Selección Natural en la educación básica son escasos (Guillén, Martínez, Paz, Campos). *“En estos estudios se ha observado, que a pesar de que la evolución es ahora tomada no como una teoría sino como un hecho; el significado del mismo y de los procesos que se relacionan con él, aún no es totalmente comprensible por los estudiantes”* (Paz, 1999). Tal vez porque la evolución, así como la Selección Natural caen en el nivel de lo abstracto, algo que no se puede palpar ni visualizar fácilmente, razón por la cual se les dificulta a los estudiantes comprenderlo, además, no es un tema al que se le dedique mucho tiempo para su enseñanza. Ésta se limita básicamente a dar significados de la teoría sin mayor profundización o a contrastar la teoría planteada por Lamarck, rescatando solamente lo del uso y desuso con la teoría de la evolución por medio de la Selección Natural planteada por Darwin; poniendo a los estudiantes en contra de la primera y a favor de la segunda. Pero el desconocimiento de cómo realmente actúa la evolución y de lo que en verdad significa la Selección Natural, no radica esencialmente en su

enseñanza en el aula, sino en las ideas previas de los estudiantes, adquiridas dentro del contexto de los mismos, y esto no solamente es adquirido por la experiencia sino más bien por toda la gama de información a la que están sometidos. La televisión, las revistas, entre otros, contribuyen a que los estudiantes construyan conceptos basados en la visión que poseen estos medios, visión que no siempre profundiza en el concepto, sino que más bien, muestra el deseo de ver a la evolución como algo que lleva a la perfección. Es así como al preguntarle a cualquier persona acerca de lo que significa la evolución, todos tienen una respuesta, aunque no sea la más adecuada y ya este permeada por todos los medios de comunicación; pero además, este tipo de conceptos entra a formar parte de la jerga de cada contexto, razón por la cual, son distorsionados y pasan a ser después, mal entendidos. Por ejemplo, el concepto “selección” es usado en casi todas las sociedades, y cuando se usa se remite básicamente a lo que se entiende por seleccionar, señalar y escoger; así que cuando se va a hablar de Selección Natural, los estudiantes ya lo ven simplemente como un agente selectivo que está al tanto de lo que se debe eliminar, aquello que no sirve. Frances Mestres, en el 2002 había planteado ya esta situación al afirmar que se *“tiende a pensar que la Selección Natural es “alguien” que desde “fuera” escoge a los organismos (...) mejor adaptados”*. Esta confusión hace necesario que se haga uso de instrumentos como la historia y la epistemología de las ciencias, para que se pueda llevar a cabo una adecuada construcción del concepto Selección Natural.

5. ANTECEDENTES

El concepto de la Selección Natural ha sido estudiado dentro de diferentes ámbitos desde el concepto de evolución. Al respecto varios autores apuntan a entender qué se enseña de la evolución en el aula y cómo la vinculan con otros contenidos, pero no hacen hincapié en el concepto Selección Natural, simplemente lo mencionan. Así, Vicente Paz Ruiz (2001) realiza trabajos en torno a algunos aspectos sobre la pertinencia de manejar conceptos complejos en la educación, tal como la evolución biológica. Allí, el autor mexicano trata de esclarecer el saber del docente y del estudiante sobre la teoría de la evolución, al igual que poder establecer la posible relación entre la formación docente y su manejo de contenidos. De igual modo, busca discernir si existe una relación entre la forma en que entiende el maestro la temática y la forma en que la construye el estudiante.

En este orden, otro autor, Julián Maldonado (2006), propone una forma de enseñanza del concepto de evolución para sexto grado, tomando como referente lo que deberían saber los estudiantes antes de entrar a hablar de evolución propiamente dicha, tal como el tiempo geológico. Paz Ruíz, junto con Martínez en el 2003, analiza el discurso sobre evolución biológica en maestros de educación básica en México, y concluye afirmando deficiencias en el manejo disciplinar mínimo, concepciones que se expresan en tres enfoques predominantes: ontogénico, teleológico y antropocéntrico.

Sergio Torres Ochoa, J. Francisco Chávez Aguilar, y Alicia Romero Alegre; (2003) realizan un trabajo acerca del modelo de análisis proposicional para el concepto de evolución en estudiantes del bachillerato tecnológico, el cual consiste en establecer los procesos y procedimientos que permitan una correlación de conocimientos, técnicas y actitudes que garantice la incorporación significativa y operacional del campo de la biología al perfil del bachiller, a través de la diferenciación del concepto de evolución de otros conceptos y por último Aníbal Bar, y Sergio Valenzuela (2006), realizan un trabajo del concepto de evolución como modelo de explicación en los textos escolares.

En cuanto al manejo de la historia en la enseñanza de las ciencias Johanna Patricia Camacho González y Rómulo Gallego Badillo (2007) trabajaron sobre la reflexión que se debe llevar a cabo en cuanto a la didáctica desde la historia de las ciencias, mediante la tabla periódica. Al igual que, María Cristina Hernández Rodríguez y Rosaura Ruiz Gutiérrez (2000) en una investigación en la cual analizan las posibilidades didácticas que ofrece el empleo de un enfoque histórico-epistemológico en la enseñanza del evolucionismo, mediante el modelo historiográfico de Thomas Kuhn.

6. MARCO CONCEPTUAL

6.1. EL USO DE LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Desde la educación primaria se comienza a esbozar lo que tiene que ver con la teoría de la evolución biológica, donde se trata de construir todos sus conceptos centrales, tales como tiempo geológico, selección natural, herencia, entre otros. Y según los lineamientos curriculares de las Ciencias Naturales, es a partir del grado séptimo que se debe profundizar un poco más en la teoría y en cada uno de sus conceptos, tal como el de la Selección Natural. Sin embargo, para que se de una apropiación de estos conocimientos es necesario la utilización de herramientas que ayuden al estudiante a tener un adecuado proceso de aprendizaje, el cual requiere pensar, experimentar, indagar, analizar, procesar y ordenar.

El uso de la Historia y la epistemología de las ciencias pueden constituirse en una herramienta de gran utilidad en la enseñanza de las ciencias, ya que abre las puertas a la búsqueda de elementos didácticos para explicar la ciencia a los estudiantes, mostrándola como una construcción social, lo que facilita que éstos puedan aprender los conceptos científicos de una manera más dinámica, donde se puedan apreciar los contextos sociales, políticos, culturales, religiosos y económicos de cada momento histórico, aspectos que han influido de alguna manera en la búsqueda del conocimiento científico.

Ahora bien, la epistemología es bastante útil para la historia en la enseñanza de las ciencias, puesto que *“sin una referencia a la epistemología, una teoría del conocimiento sería una meditación en el vacío y que sin una relación con la historia de las ciencias, una epistemología sería una repetición completamente superflua de la ciencia”* (Canguilhem, 1966). Así, que para poder explicar lo que hacen los científicos desde un contexto histórico, se puede tener en cuenta la epistemología, ya que ésta permite profundizar en los orígenes de algunos aspectos que se necesita saber hacer y saber entender de la ciencia. Ella permite

reflexionar acerca de todo lo que envuelve a la ciencia, es decir, a la historia que se enmarca en una cultura y lugar, determinados en el tiempo y espacio.

La epistemología es en sí la teoría del conocimiento, que está en función de relacionar el que conoce (como el historiador), con el objeto conocido y su posterior validación; tomándose en cuenta todo lo que tiene que ver con el contexto en el que se está generando conocimiento. Además, "*Hacer (...) historia de las ciencias, es -otra- de las funciones (...) de la epistemología filosófica*". (Canguilhem, 1966). En general, se puede plantear que la epistemología es todo el juego de la reflexión en la actividad científica, pues si bien un científico sabe lo que hace, necesita de la epistemología para explicar todo lo que gira en torno a lo que sabe hacer.

El discurso en la historia de las ciencias viene dado por un "*dialogo sin fin entre el presente y el pasado*". (H. Carr, 1991), donde todos los componentes de una sociedad en determinada época entran en juego y son organizados por el historiador, quien cuenta la historia ayudado por la epistemología, de lo que él considera como hechos científicos, hechos que han marcado el hacer de la ciencia.

Claro está que en esa indagación y búsqueda de hechos, se encuentran diversos tipos de lenguaje, como lo son los manejados distintamente por los químicos, los físicos y los biólogos; pero este lenguaje muchas veces es de difícil comprensión para el resto de la sociedad, por lo que la historia de las ciencias hace uso de la epistemología para que ésta le permita retroceder en el pasado, sin perderse del presente, hasta que ese lenguaje pueda llegar a ser entendible por los estudiantes, donde se considere la historia como parte de su cultura y no como un simple cúmulo de información. Algo importante de la historia de las ciencias es que permite comprender que la ciencia es mutable y cambiante y que, en consecuencia, el conocimiento científico actual es susceptible de ser transformado. También tiene que ver no sólo con la teoría sino con el historiador y todas sus creencias en el momento histórico en que aquellas se desarrollan.

En general, la historia y la epistemología de las ciencias son un instrumento importante y necesario en la educación, ya que muestran varios puntos de vista de los problemas que han abordado los científicos y el análisis que se realiza de los mismos, porque "*quien conozca sólo un punto de vista o una forma de ver las*

cosas no cree que otro haya estado nunca en su lugar, ni que otro venga después, ni duda ni hace pruebas". (Mach, 1911)¹. En este sentido, resulta pertinente plantear que, para tener un criterio claro acerca de determinados conceptos o teorías, como el de la Selección Natural, se debe ahondar en todo el proceso de las ideas que estuvieron en juego para darle validez. De otra forma, se correría el riesgo de encapsularse dentro de un solo punto de vista, sin brindar ninguna posibilidad de conocer otros tipos de pensamiento que explican de diversas formas el mismo hecho.

Por otro lado, el uso adecuado de la Historia y la epistemología en la enseñanza de las ciencias, puede resultar de gran interés para mostrar las dinámicas de la ciencia, resaltando su dimensión humana y haciendo explícito cómo los contextos son determinantes en la legitimación del conocimiento y en la construcción de teorías.

Tomando la historia de las ciencias como "*un proceso de interacción entre el historiador y sus hechos, un dialogo sin fin entre el presente y el pasado*" (Carr, 1991), y no como una recolección de datos cronológicos, se podría decir que la historia de las ciencias no deja de lado los contextos sociales, religiosos, políticos y económicos que influyen de alguna manera en la validación de determinado concepto, como el de la Selección Natural. Así pues, es esta visión de la historia de las ciencias lo que permite llevar a cabo procesos distintos y más interesantes de aprendizaje en el aula.

En este orden de ideas, se resaltan los pensamientos de Thomas Samuel Kuhn acerca de la historia en la enseñanza de las ciencias. Kuhn considera que el contexto es determinante en el desenvolvimiento del educando. Para él, la forma en la que se enseña las ciencias debe ser cercana a los estudiantes, es decir, que el lenguaje que utiliza el docente debe ser comprensible por éstos y que a partir de este lenguaje ellos puedan interpretar la información que se les brinda, lo que los lleva a analizar y profundizar los conceptos científicos en el contexto en el cual surgieron. Así, en la medida en que se da un proceso de interpretación, los conceptos dejan de ser ininteligibles, pero susceptibles de ser reflexionados y comprendidos por el estudiante. De acuerdo con Kuhn, se podrían analizar las ideas previas de los estudiantes acerca de la Selección Natural, así como

¹Ernst Mach citado por Michael R. Matthews, 1991

presentar situaciones (casos) en los que se observe cómo funciona este mecanismo.

6.2. CONTEXTO HISTÓRICO Y EPISTEMOLÓGICO DE LA EVOLUCIÓN POR SELECCIÓN NATURAL

Debido al sentimiento generado por tantas ideologías desde épocas antiguas, donde el antropocentrismo estaba de moda, muchos científicos y grandes personajes pensaban en la evolución como un camino hacia la perfección. Sin embargo, aún en esta época hay quienes piensan lo mismo, pero en realidad la evolución no va hacia ningún lado, es decir, no es direccional y esto ha hecho que se entre en controversia con quienes se han aferrado a un solo punto de vista que no admite imperfección alguna en la naturaleza.

Muchos de estos pensamientos han sido escuchados en casi todos los contextos sociales; de ellos han surgido innumerables explicaciones en torno a lo que se entiende por evolución y en particular por Selección Natural. Pero para poder comprender estos temas, necesariamente nos tenemos que remitir a la historia, donde se tomó como referente a Charles Darwin, incluyendo a los personajes que más influyeron en el desarrollo de sus ideas, como Charles Lyell y Malthus.

6.2.1. El mundo científico en la Inglaterra Victoriana

El desarrollo de teorías siempre va ligado a las creencias de quien las propone, y esas creencias han surgido necesariamente en un contexto social particular, donde la religión, la política, la economía juegan un papel importante para la construcción de las mismas. Es por este motivo que para poder entender la teoría de la evolución por Selección Natural se debe comprender todo el contexto histórico en el que se desenvuelve.

Es en dicho contexto donde se visualiza de una mejor manera el mundo científico que florecía en la Inglaterra victoriana; en la cual los intelectuales eran

por lo general aquellos que pertenecían a un alto estatus social, o tenían alguna influencia para entrar a este gremio y obtener con él todos sus beneficios; los que no pertenecían a este grupo eran los jornaleros que no alcanzaban a cubrir todas las necesidades básicas, como vivienda, alimentación, vestido, entre otras. Pero en este aspecto, Charles Darwin fue afortunado, ya que había nacido en una familia bastante influyente dentro de la sociedad y con un alto nivel intelectual y económico, lo que lo ayudaría en un futuro a formar parte de importantes grupos científicos.

Inglaterra en sí era un país lleno de novedades, que poco a poco presentaba progresos en todos los aspectos socio-culturales, donde se comenzaba a dar un avance económico y con esto una estabilidad social y cultural.

En cuanto a la religión católica, esta gozaba de una gran aceptación por parte de toda la sociedad, lo que impedía de cierta manera el despertar del deseo por ir más allá de lo que afirmaba la Biblia, el libro de la gran verdad católica. He aquí, donde las creencias religiosas influyen sobremanera en el desarrollo de teorías en todos los campos (físico, químico, biológico...), así que era común entrar en grandes controversias, donde se comienza a dividir la comunidad científica entre los que estaban a favor o en contra de determinados dogmas eclesiales. Aunque en ambos grupos se tenía cuidado de no perder la buena imagen dentro de la sociedad, por lo que de alguna manera se guardaban la apariencias, dándole a la Iglesia el poder necesario para controlar a todo el pueblo, sin salirse de los límites que estaban escritos en la Biblia, en otras palabras, hacían pensar a las masas que todas las respuestas acerca de los fenómenos naturales se encontraban en ella, por lo que no había necesidad de hacer ningún esfuerzo por encontrar algo diferente. Con lo planteado anteriormente, se llega a la conclusión de que Occidente siempre ha privilegiado las ideas religiosas sobre las ideas que no encuentran ningún tipo de explicación a ciertos fenómenos que son naturales en la Biblia, así la mayor parte de los científicos de la época creían ciegamente en que las especies no eran mutables, puesto que Dios las había creado, de suerte que acomodaban a sus teorías este pensamiento medieval.

Sin embargo, existían quienes defendían sus ideas más allá de las creencias religiosas, aunque desligarse de ellas era un asunto bastante complicado, y de hecho en muchos casos quedan vestigios de esas ideologías que se vislumbran en algunas teorías científicas, que habían heredado todos los pensamientos

clásicos de los griegos, en especial de Aristóteles, para el cual, la naturaleza no podía hacer nada sin un sentido concreto, “*el mundo ha de tener un propósito*” (Mayr, 1992). Incluso para Darwin, que no era un gran religioso, luchar contra la Iglesia no estaba entre sus planes, razón por la cual desarrollar temas dentro del transformismo² requería algo más que tiempo. Se necesitaba traspasar las ideologías del esencialismo, el fisicismo y el determinismo³, para llegar así al gradualismo que ayudaría en la formulación de la Selección Natural.

Por otro lado, el pensamiento que se tenía acerca de determinados conceptos era lo que le daba la forma a las teorías que se planteaban. Tal es el caso de lo que se pensaba del concepto “hombre”, donde los religiosos antropocentristas lo colocaban como el centro de todo el universo, ya que en el capítulo primero del Génesis, el primer libro de la Biblia, Dios hace al ser humano a su imagen y semejanza, para que domine toda la faz de la Tierra y a todas sus criaturas en ella. Además, Aristóteles, que ha tenido una gran influencia en las enseñanzas religiosas de la Iglesia, ya había dicho que “*Si la naturaleza no hace nada incompleto ni hace nada en vano, la inferencia debe ser que ha hecho a todos los animales en beneficio del hombre*” (Mayr, 1992), lo que le da todo el derecho a explotar la Tierra y a hacer uso indiscriminado de todos sus recursos, al fin y al cabo el hombre es lo más cercano a Dios. Esta ideología era contraria a lo pensaba Charles Darwin, por cuanto él bajó del pedestal al hombre y lo colocó al nivel del resto de la naturaleza, así el hombre ya no es un ser semejante a Dios, sino un animal más, por lo que la evolución para Darwin pasaría a ser vista fuera del contexto de la perfección divina.

Sin embargo, el bajar del último escalón natural al hombre, generó fuertes controversias, hasta llegar incluso al intento de ridiculizar la imagen de Charles

² El transformismo era entendido como el cambio de las especies a través del tiempo

³ “Desde el siglo XVII se había desarrollado un concepto de ciencia que estaba completamente dominado por la física y las matemáticas” donde “el ideal de la ciencia debía ser establecer teorías con forma matemática que estuvieran basadas en leyes universales. La posibilidad de obtener comprobaciones y predicciones exactas era la prueba de la bondad de una explicación científica” (Ernst Mayr, 1992). Lo anterior es la explicación de lo que sería el fisicismo, que está relacionado con el materialismo y parece que también partiera del esencialismo. Éste último fue iniciado por Platón, y se refiere a que “la variedad cambiante de la naturaleza puede ser ordenada en un número de clases limitado, cada una de las cuales se define por su esencia” (Ernst Mayr, 1992). En cuanto al determinismo, este lleva a pensar en un propósito para la existencia de cada uno de los seres vivientes.

Darwin al ser caricaturizado como un chimpancé por Hornet. Los cristianos ortodoxos no podían concebir que el hombre estuviera al mismo nivel que el resto de las especies, ¿cómo era posible que a alguien se le ocurriera comparar al hombre con el resto de los animales? Esto era algo inaudito, lo que llevó al fin “(...) *del antropocentrismo tradicional de la Biblia*” (Mayr, 1992). Aunque, por fortuna había quienes ya se habían desprendido de muchas de las ideas religiosas de la época, entre ellos se encontraba los Wedgwood, la familia materna de Charles Darwin, los cuales en una generación anterior, junto con el abuelo paterno de Charles, Erasmus Darwin, buscaban la forma de discutir sobre ideas de interés para los que no se conformaban con una explicación tan vaga como las ideologías en las que se sumergía la época. Muchas de las ideas que surgían en este grupo ayudaron a Charles Darwin a alejarse de los credos de la época y poder pensar en una teoría de la evolución lejos del perfeccionismo.

Claro que en el desarrollo de la teoría evolutiva por medio de la Selección Natural, Charles Darwin nunca utilizó la palabra “evolución”, ya que en esa época se pensaba que ésta remitía necesariamente a la perfección de las especies, al “*despliegue, desarrollo o desenvolvimiento de algo que se hallaba plegado*” (Mora, 1994), idea con la que Darwin no estaba de acuerdo, por lo que más bien adoptó la palabra “transformismo” (utilizada por primera vez por Lamarck), para expresar la mutabilidad de las especies y evitar de esta manera la idea de un proceso ordenado. Ahora “*al hablar de evolución los biólogos quieren decir que, con el paso del tiempo, el cambio en las funciones génicas de las poblaciones produce nuevas especies a lo largo de generaciones*” (Milner, 1995). Es un cambio que se da en forma gradual, y que toma en cuenta la parte genética. En síntesis, la evolución ahora es entendida como un cambio, presente en todo, aplicándose en las poblaciones y no en los individuos, ya que en estos últimos no se pueden apreciar los cambios heredables.

6.2.2. Pensamientos evolucionistas antes de Darwin

Existieron algunos pensadores evolucionistas que influyeron notoriamente en las ideas de Darwin. Uno de ellos, de gran influencia en el pensamiento transformista de algunos científicos, era Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, caballero de Lamarck, quien le brindo mucha importancia a la mutabilidad de las especies, lo que posibilitó cambiar muchos de los dogmas de la época y poder así pensar en

una posible evolución de las especies y del universo. Sin embargo, algunas de sus explicaciones en torno a esta teoría no fueron del todo aceptadas por Charles Darwin, afortunadamente.

En este sentido, los aportes de Lamarck en cuanto al cambio fenotípico de las especies tiene que ver un poco con el poder de la naturaleza, la cual obliga a las especies a desarrollar cambios, es decir, la necesidad de las especies en determinado hábitat es lo que obliga a las mismas a utilizar órganos que usaban muy poco, y desechar aquellas partes que ya no necesitaban. Así, “*las circunstancias influyen sobre la forma y la organización de los animales*” (Lamarck, 1809)⁴. Igualmente, “*toda nueva necesidad, al precisar de nuevas acciones para satisfacerla, exige del animal que la experimenta o bien el uso más frecuente de alguna de sus partes de la que antes hacía menos uso, lo cual la desarrolla y la agranda considerablemente, o bien el empleo de nuevas partes que las necesidades hacen nacer insensiblemente en él por esfuerzos de su sentimiento interior*” (Lamarck, 1809). Tal parece, que Lamarck tiende a ver a la evolución como el proceso que lleva a cambios cada vez más perfectos, es decir, se comienza desde lo imperfecto y lo más simple hasta llegar a los seres más complejos e idóneos, mediante la transmisión de generación en generación de aquellas características obtenidas por las circunstancias.

Algo valioso que tuvo en cuenta Darwin en su teoría fue el pensar que no todos los descendientes de una población podrían sobrevivir hasta su edad reproductiva, de lo contrario, en muy poco tiempo la Tierra estaría completamente saturada y la oferta de alimentos no sería consecuente con la demanda de los mismos. Antes de Darwin, esta idea ya había sido planteada por Malthus en su ensayo sobre el principio de la población, y por Lamarck, en su libro Filosofía zoológica (1809). Este último expone que “*la multiplicación de las pequeñas especies de animales es tan considerable, que ellas harían el globo inhabitable para las demás, si la naturaleza no hubiese opuesto un término a tal multiplicación. Pero como sirven de presa a una multitud de otros animales, y como la duración de su vida es muy limitada, su cantidad se mantiene siempre en justas proporciones para la conservación de sus razas*” (Lamarck, 1809)⁵. En síntesis, esta idea se retoma en el tercer postulado de Charles Darwin, en donde se dice que “*en cada generación*

⁴ Lamarck citado por Faustino Cordón Bonet, et al. 1982.

⁵ Lamarck citado por Máximo Sandín, 2002

se producen más descendientes de los que puedan sobrevivir” (Freeman, et al, 2002).

Lamarck hizo grandes aportes a la biología, aunque sólo se le conozca por el cuello de la jirafa en la mayor parte de los libros de texto. Hay que reconocer que Lamarck tuvo que luchar contra la Iglesia para mantener las ideas transformistas en el pensamiento de muchos otros. Así, *“Lamarck ha hecho que Dios retrocediera un paso: de creador directo de las plantas y los animales, pasa a ser únicamente el creador de la naturaleza, y es ésta la que, a su vez, produce los seres vivos”* (Giordan, 1988). Aunque siga transfiriendo un poder de creación de Dios hacia la naturaleza, son valiosos los aportes que desde su pensamiento transformista hizo Lamarck a las investigaciones biológicas. A manera de dato anecdótico, Lamarck *“pasó los últimos once años de su vida, ciego y en la indigencia. Fue enterrado en una fosa común y sus huesos fueron exhumados cinco años más tarde para hacer sitio para otros”* (Sandín, 2002). Este triste final de Lamarck, deja entredicho el complicado sistema social que se llevaba en su época, regido por la Iglesia y la política.

Por otro lado, no obstante haber tomado Darwin algunas ideas de Lamarck, en lo que discrepó de él fue en el postulado del uso y desuso de los órganos; también rechazó la herencia a la progenie de las características fenotípicas obtenidas en un tiempo geológico determinado.

Los trabajos de Lamarck fueron difundidos y aceptados por aquellos que estaban de acuerdo con los cambios en las especies. Quienes compartían esos trabajos se consideraban transformistas. Tal es el caso de Erasmus Darwin, mencionado anteriormente, del cual su nieto Charles leyó algunos de sus escritos. Así que los trabajos de Lamarck y de Erasmus Darwin, incluso el de Maupertuis⁶, ya eran conocidos por Charles Darwin antes de que emprendiera el viaje en el Beagle.

⁶ Pierre Louis Moreau de Maupertuis (7 de julio de 1698, Saint-Malo — 27 de julio de 1759) era filósofo, matemático y astrónomo francés. Discipulo de las ideas de Newton. Para Maupertuis, la naturaleza era demasiado heterogénea como para haber sido creada por diseño, para él existe un tipo de selección que elimina individuos inviables (monstruosidades generadas por una mala combinación de órganos). (Papayero y Llorente, 1995)

Pero en el viaje, Charles Darwin tuvo de nuevo un acercamiento a los trabajos de Lamarck, *“por mediación de los Principles of Geology de Lyell. Este llevado a rechazar toda teoría que se apartara del fijismo para salvaguardar el principio uniformitarista, presentaba largamente, antes de refutarlas, las tesis que Lamarck había expuesto en su trabajo de 1809”* (Limoges, 1976). Tesis que Darwin pudo estudiar más detalladamente, ayudado un poco por la observación de la geografía y los seres vivos que habitaban en cada lugar que visitaban.

En cuanto a Maupertuis, se podría decir que éste anticipa *“un problema que será fundamental para la teoría de la evolución; si las variaciones se producen al azar ¿cómo se adaptan los órganos a las necesidades del organismo? Responde con el principio de selección, según el cual sólo subsisten algunas combinaciones fortuitas; las que son convenientes. Un siglo después esta idea de selección será un elemento fundamental de la teoría de Charles Darwin”* (Giordan, 1988). Selección de la que ya habían hablado un poco, los antecesores del evolucionismo, aunque no halla sido tratada propiamente con la palabra “selección”. Pero en la época de Maupertuis, las ideas de este tipo no tenían apoyo, *“sus propuestas caen, las más de las veces, en oídos sordos, al menos en este dominio”* (Giordan, 1988). Sin embargo, sus ideas mucho después, empiezan a tener eco, y personas como Charles Darwin, trabajaron en la argumentación de este tipo de pensamientos, solo que el último lo hizo mediante la observación de la selección artificial.

La idea de una selección, actuando en la naturaleza, comenzaba a rondar por el aire. Así, volviendo a Erasmus Darwin, expone *“la idea de Selección Natural por lucha provocada por el aumento constante del número de individuos. Esta idea será utilizada cuatro años después por Malthus para explicar los procesos económicos”* (Giordan, 1988). Cuando Malthus es leído por Charles Darwin, parece que se disolvieron dudas en cuanto a la Selección Natural, y esto ayudó a darle forma a la teoría.

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta lícito plantear que los personajes más influyentes en Darwin fueron: Thomas Malthus y Charles Lyell. Este último evidenciado por las cartas personales que Charles Darwin le escribía, y el primero por su teoría de la economía social, aunque en muchos libros de texto se tiende a creer que Malthus es el único que influyó a Darwin en la realización de la teoría de la evolución por Selección Natural. No obstante, dicho influjo fue parcial.

Después de leer los principios de geología de Lyell, *“los pensamientos de Darwin empezaron a girar en torno al concepto de pequeños cambios que condujeron a grandes consecuencias”* (Browne, 2007). Es decir, que los pensamientos de Charles Darwin, estaban centrados no solo en la geografía, sino también en los seres vivos, mediante lo que conocía de las teorías geológicas de Charles Lyell. Así, *“Darwin notó que si el globo terrestre había sufrido cambios tan trascendentales como sugería Lyell, no era irracional suponer que la vida se había transformado en forma similar”* (Loon, 2002). En sí, Darwin estaba relacionando los cambios geográficos con los cambios que han sufrido las especies, sin tomar en cuenta *“la autoridad bíblica como fuente de explicación geológica”* (Browne, 2007).

Fue tanta la influencia que ejerció Lyell sobre Darwin, que en una carta a Leonard Horner, le expresa *“siempre tengo la sensación de que mis libros salen de la mitad del cerebro de Lyell y que nunca lo reconozco suficientemente (...), y por consiguiente, que cuando se veía una cosa nunca vista por Lyell, uno lo seguía viendo parcialmente a través de sus ojos”* (Darwin, 1844). Por lo que Charles Darwin, se demoró un poco para aceptar su propia teoría, ya que Lyell no era un fiel creyente de la evolución.

Después del viaje en el Beagle, Lyell se convirtió en uno de los más grandes amigos de Charles Darwin, aunque este último debió salirse un poco del esquema de Lyell, para poder pensar en la evolución biológica, por cuanto él se negaba rotundamente a aceptar la transmutación de las especies, además *“el razonamiento de Lyell habría sido aplicable a un mundo inmutable, pero carecía de sentido para un mundo que sufría constantes alteraciones físicas”* (Loon, 2002).

En cuanto a Thomas Malthus, se retoma su aporte a la economía social, cuando explica que *“la humanidad tiene siempre una tendencia natural (...) a crecer, pero la producción de alimentos no puede crecer al mismo ritmo. Sin embargo, hay cierto equilibrio, afirmaba, porque el número de individuos se mantiene a raya mediante limitaciones naturales”* (Browne, 2007). Charles Darwin al mirar una teoría en el orden cuantitativo que presentaba Malthus, pudo tener una mayor claridad en torno a sus ideas en un orden natural, es decir, que la economía social de Malthus, aportaba una cierta explicación para lo que ocurría con las poblaciones en el medio natural. Ahora bien, *“lo que Malthus habría proporcionado a Darwin no es la idea de una lucha por la existencia (...), sino más bien la idea de*

la intensidad de esa lucha, de su poder constreñidor sobre los seres vivos, la idea de la progresión geométrica que implica el hecho de que se ejerce una “presión” constante sobre los seres vivientes, engendrando necesariamente entre ellos una guerra incesante” (Limoges, 1976). Aunque cabe anotar, que a lo que se dio mayor importancia en la Selección Natural, fue al éxito reproductivo.

6.2.3. Creacionismo vs. Evolución

Desde una mirada occidental, la idea de que existe un dios influyó y aún influye en la concepción que se tiene en todos los ámbitos socio-culturales, por lo que permanece la imagen de un dios castigador que todo lo ve y lo juzga para que el mundo pueda funcionar correctamente. Lo anterior justifica que un camino hacia la perfección era algo común en aquella época victoriana; esta concepción influía en la forma de vida cotidiana, así que salirse de los parámetros cristianos y pensar en cosas diferentes, que poco o nada tenían que ver con Dios, era simplemente una herejía, por lo cual la sociedad, especialmente los que pertenecían a un estatus alto, se cuidaban de no llamar la atención de los altos funcionarios de la Iglesia, no harían nada que pudiera hacer enojar a Dios y a sus clérigos, que eran los que profesaban la religión en la Tierra. Así que el miedo a expresar ideas diferentes rondaba por el aire, aunque afortunadamente para el mundo, hay quienes desafiaban las reglas eclesiales, sin darle mucha importancia a los señalamientos y censuras, lanzándose al desarrollo de nuevas ideas que explicarían de una forma más lógica cómo funcionaba la naturaleza, y en especial para este trabajo, cómo se llegó a un concepto tan controversial como el de la Selección Natural. Este aspecto, resultó esencial para el pensamiento de los transformistas, que hacían referencia a un proceso en la naturaleza completamente gradual.

Este pensamiento del origen de las especies fue nutriéndose por los estudios realizados a nivel geológico en la Inglaterra victoriana, los cuales estaban permeados por dos importantes corrientes: los catastrofistas, donde se encontraban hombres como Louis Agassiz y Richard Owen quienes *“tendían a pensar que las sucesivas formas de vida a lo largo del registro geológico correspondían a creaciones separadas, algunas de las cuales simplemente habían desaparecido a causa de accidentes aislados”* (Bassey, 1995). Esto era completamente compatible con las ideas eclesiales, en la medida en que se evidencia el poder que ejerce Dios como creador, al crear y destruir a su

voluntad, lo que se traduce en la creación de nuevas especies cuando desaparecían las otras. La otra corriente es la de los uniformistas que “*creían en una serie de cambios graduales que iban modificando la superficie de la tierra*” (Bassegy, 1995). Por consiguiente, los uniformistas ya no otorgaban el poder máximo a Dios en cuanto a su capacidad de transformar la superficie terrestre, por lo cual se salían de los referentes creacionistas. Al presentar cambios geográficos, las poblaciones estaban sometidas a presiones selectivas, aunque debe precisarse que los procesos de cambios geológicos no son los únicos factores que influyen para que se de la Selección Natural. En este principio uniformista, se debió basar Charles Darwin, en virtud de que al principio la Geología era lo que más le apasionaba, y con ésta los libros de Lyell, el cual era completamente uniformista. Y bajo ésta influencia, Charles Darwin terminó por pensar que su trabajo serviría en algún momento para ayudar a derrocar el pensamiento en las creaciones separadas.

Y en esta defensa, entró a jugar un papel importante el estudio de los fósiles, tanto para los que defendían las creaciones separadas, como para los que estaban en contra de la misma. Esto debido a que, para los que creían en las creaciones separadas, los fósiles eran la prueba de las especies que después de una catástrofe se extinguieron dando lugar a una nueva creación; en cambio para los que estaban en contra de este tipo de creacionismo, los fósiles simplemente eran la prueba de un proceso gradual de la Tierra y todos los seres vivos que en ella habitan.

Al respecto, Charles Darwin piensa que es en los fósiles donde se pueden encontrar respuestas acerca de la extinción y evolución de las especies. Este pensamiento que va lejos del catastrofismo, parece indispensable para la formulación de los ya conocidos y famosos postulados de la Selección Natural, toda vez que existe la necesidad de pensar en las estrategias de supervivencia para mantener una población lo más lejos de la extinción.

Hasta aquí, se puede ver la importancia de los estudios geológicos con la evolución biológica, ya que el estudio del tiempo y los cambios que se han dado en los procesos geográficos dieron las bases para crear los argumentos que sustentan la evolución y de abandonar de una vez las posturas creacionistas que restringían los estudios del origen de las especies y por ende del mecanismo de la Selección Natural. En defensa de los continuos cambios que tiene la Tierra, el

famoso y susodicho geólogo escocés Lyell, *“trata de demostrar que las hipótesis creacionistas y catastrofistas son falsas (...), afirmando que los procesos del pasado son similares a los del presente, que la formación de la Tierra ha sido gradual y que no ha habido ningún diluvio universal, sino un proceso de glaciación”* (Giordan, 1988). Aún así, con estos conocimientos geológicos, y de saber que en épocas anteriores habían existido especies que en la Inglaterra victoriana ya estaban extintas, no se dejaba de lado la idea de que las especies eran inmutables, por lo que se buscaban explicaciones de la diversidad por caminos que no tocarán con la evolución, como hoy la conocemos.

Volviendo a la influencia social de la Iglesia en el pensamiento occidental, se podría decir que en parte el poner límite a nuevos pensamientos era una estrategia para mantener el poder junto con la realeza. Al mantener ambos poderes intereses de soberanía en la Inglaterra victoriana, controlaban todos los ámbitos sociales, políticos, económicos y culturales; de ello se deriva que las personas de todos los estatus sociales, estaban acoplados a pensamientos extraídos de la Biblia, y en el caso del origen de las especies, nada más que el Génesis podía explicar este tipo de preocupaciones, por lo que no sorprende que no hubo en la mayor parte de las personas victorianas intenciones de ir más allá, ni de buscar otro tipo de respuestas. Sin embargo, desligarse de tantas creencias religiosas no era tarea fácil, por un lado el deseo de mantener la buena imagen en la sociedad y por otro estaba la incomodidad que generaba el pensar que Dios no estaba involucrado en todos los fenómenos naturales que ocurrían.

Darwin a pesar de estar permeado por tantas creencias religiosas, tenía su propia postura frente a los acontecimientos naturales, no era que no creyera en Dios, sino que su espíritu curioso lo llevaba a desprenderse cada día un poco más de todos aquellos dominios eclesiales.

En síntesis, los aspectos socio-culturales de la época victoriana, permeaban el desarrollo de teorías científicas, ya que el científico escribía según sus creencias, donde muchos de ellos no hacían consciente estas creencias quedando las mismas implícitas en el texto. Sin embargo, aquellos que se hacían conscientes de las influencias socio-culturales, especialmente eclesiales comenzaban o no una lucha contra las que permitían ahondar en el desarrollo de determinadas teorías, uno de los que se enfrentó a sus múltiples creencias religiosas, fue Charles Darwin, y a partir de esa lucha se dejó llevar por personajes que ya habían

pensado en la mutabilidad de las especies, dejando atrás las doctrinas catastrofistas, fisicistas y en parte uniformistas.

6.3. VIAJE DE CHARLES DARWIN EN EXPEDICIÓN A BORDO DEL BEAGLE

Charles Darwin creció al lado de personas de un alto nivel social e intelectual, donde algunos ya eran completamente ateos o, simplemente, ya estaban derrocando dogmas eclesiales, lo que ayudaba a que tuviera una mirada crítica en cuanto a lo que leía y observaba del mundo natural, incluso de lo religioso. Charles Darwin conoció en Cambridge, a John Stevens Henslow, profesor de botánica, y cristiano ortodoxo, quien comenzó a allanar el terreno, en donde las observaciones de geología e historia natural serían cruciales para cristalizar su teoría, aunque al zarpar no pensaba en formular algo como la evolución por Selección Natural, más bien estaba pendiente de no perder ningún dato geológico.

Henslow prácticamente fue el promotor de Charles Darwin, en cuanto le ayudó a unirse a la tripulación del Beagle como naturalista, título que aún no tenía, para acompañar al capitán Fitz Roy, quien tenía la misión de cartografiar toda Suramérica, zarpando así el 27 de diciembre de 1831.

Durante el viaje, y según lo que estaba observando, clasificando y estudiando, lo más probable es que hubiera tenido serios problemas con las ideas que se estaban gestando en su mente con relación a los datos que estaba recogiendo, los cuales se oponían por completo a las explicaciones cristianas del origen de las especies; sin embargo, fue el mismo viaje y las conversaciones que sostenía con Fitz Roy lo que *“le dio la libertad necesaria para ordenar sus pensamientos y ver todo en su debida perspectiva. Ciertos datos cruciales le llamaron la atención; y a pesar de que esos datos (u otros similares) ya estaban a su alcance antes de zarpar, el contacto directo con ellos tuvo un papel esencial en la cristalización de la teoría”* (Loon, 2002). Ya que tuvo la oportunidad de estudiar más a fondo lo que había leído tiempo atrás sobre las teorías transformistas y la geología de Lyell. *“Es difícil decir cuáles fueron los datos más importantes para Darwin (...). Pero no cabe duda de que sus observaciones en las Islas Galápagos han desempeñado un papel importante en la elaboración de su modelo de los mecanismos de*

transformación de las especies” (Giordan, 1988). Puesto que las grandes diferencias entre ellas permite plantear la pregunta del por qué tienen características tan diferentes, especies del mismo territorio. Esta pregunta podría ser resuelta cuando se comenzó a analizar cada isla y las especies en las que en ellas habitaba, llegando a la conclusión de que las especies pudieron haber emigrado de otros territorios, por lo que sus características son tan diversas.

Durante cinco años, tiempo que duró el viaje, tuvieron la posibilidad de recorrer toda Suramérica y poder cumplir así con la tarea encomendada: cartografiar todo ese vasto territorio. En cada parada, Darwin tenía la posibilidad de recolectar especímenes que más tarde le sirvieron para desarrollar su teoría de la Selección Natural, como mecanismo de la evolución. Esto permitió que Darwin lograra dejar de lado las teorías filosóficas del esencialismo, teleología y la creencia en las especies fijas. Si estas posturas no se hubieran dejado de lado, Darwin jamás hubiera podido llegar a formular la teoría de la Selección Natural.

Otra de las ideas que ayudaron a enriquecer su concepción evolucionista fueron los continuos descubrimientos de fósiles en distintos territorios explorados. No obstante la distancia de estos territorios, los fósiles parecían tener rasgos comunes entre ellos, como si provinieran de un ancestro común. De ahí la importancia de los fósiles como una de las pruebas a favor de la evolución, y a favor de las ideas que se estaban gestando en Darwin acerca de la posible mutabilidad de las especies.

Sin embargo, en las Galápagos, Charles Darwin no le dio mayor trascendencia a las observaciones realizadas de las especies de cada isla, aunque con los pinzones, al presentarse “*el problema de su diversidad y modificación se convirtió más tarde en uno de los grandes argumentos de su teoría de la Selección Natural*” (Moorehead, 1969). Después del viaje del Beagle tuvo que recordar de dónde había recolectado cada especie de pinzón, toda vez que al no darle importancia en el momento en que estuvo en las Galápagos, había puesto en una misma bolsa todas las especies de pinzones, lo que significó un trabajo arduo en la clasificación por isla de cada uno de éstos, para poder llegar así a conclusiones en cuanto a la Selección Natural.

Gracias a todos los estudios realizados durante el viaje y a todos los especímenes recolectados y enviados a Inglaterra, Darwin se ganó el respeto de

los científicos de la época, con lo cual entró a ser parte de la sociedad científica Europea y desde la cual mantuvo contacto con científicos que le ayudaron de alguna manera a ordenar sus ideas.

6.4. ¿CÓMO SE LLEGÓ A CONSOLIDAR LO QUE AHORA CONOCEMOS POR ESPECIE?

El concepto de especie no era entendido en la Inglaterra victoriana como ahora lo conocemos, sino que su significado estaba ligado a diversas posturas filosóficas, y Darwin lo sabía, por lo que estaba más ligado al concepto biológico de especie, donde sentía como su principal problema el cambio de una especie en otra, lo que significa que la especie para Darwin era mutable.

En primer lugar, se encontrarían a los naturalistas en función de la clasificación, donde las especies eran aquellos individuos que se parecían entre sí, una agrupación que se llevaba a cabo de una forma completamente arbitraria, sin tener en cuenta muchas de las características necesarias para saber si un individuo puede pertenecer o no a un tipo de especie nominado; por ejemplo, muchas veces no se tomaba en cuenta que los individuos clasificados en una especie pudieran reproducirse entre sí, solo se observaba sus parecidos fenotípicos.

En segundo lugar, siguiendo un tanto la clasificación, se menciona a la especie en Linneo y Lyell, como “*clases naturales*” (un grupo de organismos) donde las especies fueron creadas separadamente por Dios y permanecieron fijas desde el momento de su origen. Este significado de especie ha sido reevaluado por sus múltiples inconvenientes, ya que hace pensar en una división por características idénticas que posean los individuos que conformarían las especies, incluso a “*considerar como especies (...) diferentes variedades dentro de una población*” (Ernst Mayr, 1992), donde si una característica de un individuo es demasiado diferente a otro (así pertenezcan a la misma especie), serían considerados como especies distintas, esto llevaría a conservar el pensamiento en creaciones separadas durante distintos periodos de tiempo. Este concepto de especie era esencialmente “tipológico”

Se podría colocar a Buffon en este tipo de pensamiento, ya que él defendía a capa y espada el creacionismo y con éste las creaciones separadas, así, plantea que *“la especie es, por tanto, un término abstracto y general, porque la cosa existe sólo al considerar a la naturaleza en la sucesión del tiempo, y en la constante destrucción y renovación de criaturas (...). Ya que las especies es nada menos que una sucesión constante de individuos similares que se reproducen, es claro que esta designación debe extenderse sólo a animales y plantas”*. (Barahona, et al, 2004). Parece ser que Buffon también ve a la especie como un representante de la reproducción, una opinión interesante para el comienzo de un nuevo significado biológico de especie. Otra cuestión en torno a Buffon, es que su continua defensa del creacionismo le hace difícil concebir la transmutación de las especies, dedicándose a entorpecer un tanto con sus críticas las investigaciones que surgían en torno a la transmutación.

Para Lamarck, en cambio *“las especies se transforman unas a otras por las circunstancias. Así, notó la influencia del ejercicio de las funciones y la transmisión de características adquiridas. (...) Las especies no (...) podían ser fijas puesto que se transformaban por estas circunstancias en una especie emergiendo de otra (...) Para facilitar el estudio, es útil designar como especie a aquellos (seres) que se parecen y se reproducen entre ellos”* (Lamarck, 1801)⁷. Como ya se había planteado, las circunstancias para Lamarck serían, básicamente, los permanentes cambios del ambiente, que sometía a las especies a constantes presiones; pero siguiendo con su idea de especie fue su concepción de mutabilidad lo que le hizo pensar en los cambios que podrían sufrir éstas, aunque pensaba en los cambios de las especies como cambios fenotípicos en momentos de necesidad, esfuerzo y presión ambiental (las distintas circunstancias) que se transmitían a los descendientes genotípicamente.

Como se dijo al principio de este apartado, Darwin se ubica en el concepto biológico de especie, donde su significado general sería: *“las especies son grupos de poblaciones naturales con cruzamiento entre sí que están aislados reproductivamente de otros grupos”* (Ernst Mayr, 1992). El aislamiento reproductivo era algo esencial para la distinción de especies, un asunto importante que Darwin no pasó por desapercibido, ya que la especie es el ente principal para

⁷ Lamarck citado por Ana Barahona et al, 2004

la teoría de la evolución y la Selección Natural. De otra parte, los biólogos modernos consideran a la especie simplemente como “*un grupo de organismos con semejanzas estructurales, funcionales y de desarrollo que se cruzan para producir descendencia fértil, y en condiciones naturales no se entrecruzan con miembros de otras especies*” (Solomon, et al, 2001). Esta definición es la que se utiliza en todas las investigaciones a nivel biológico.

6.5. CONSOLIDACIÓN DE LAS IDEAS DE DARWIN

Fue mucho después del viaje en el Beagle, que las ideas de Darwin tomaron más fuerza en él. Recordando todo lo observado durante el viaje, todas sus colecciones de especímenes, desde los fósiles hasta las especies que ya conocía, y el convencimiento casi completo de la transmutación de las especies, se comenzó a dar forma a lo que terminaría siendo la teoría de la evolución mediante el mecanismo de la Selección Natural. Así en Julio de 1837 “*abre el primer libro de notas sobre la transmutación de las especies*” (Burkhardt, 1996). Pero los datos que tenía parecía que no eran suficientes, por lo que se dedicó a seguir recolectando todo lo que a su parecer podría servir para apoyar su teoría. Incluso el estudio de otros temas, parecía darle fuerza para continuar con sus ideas de la Selección Natural.

Pasó mucho tiempo escribiendo cartas a sus amigos acerca de las bases de su teoría, quería hacer un libro de varios tomos, y aun cuando parecía estar listo no publicaba, lo que lleva a preguntarse ¿por qué tardó tanto tiempo en dejar que su teoría saliera a la luz?, ¿esperaba el momento oportuno para publicar, en medio de la crisis social en la que vivía? O quizá ¿esperaba que sus amigos se convencieran de que su teoría era cierta? O el simple hecho de no querer ser señalado como un rebelde y hereje o tal vez sentía que tenía algo muy grande entre las manos que le asustaba manejar. Sea cual fuere la respuesta, el hecho es que llegó el día en que dejó que su teoría saliera a la luz pública. Incluso en una carta que hace a su esposa Emma, Darwin decía “*Acabo de terminar el esbozo de mi teoría de las especies, si como creo, mi teoría es cierta y si es aceptada incluso por un juez competente, constituirá un paso considerable para la ciencia*” (Darwin,

1844)⁸. Después de esto, algo si queda claro, y es que Charles Darwin estaba completamente seguro que sus ideas podrían aportar nuevos avances para la ciencia.

Además, siempre pedía una opinión a las personas más allegadas a él. Por lo que al conocer buena parte de sus escritos, sus amigos Charles Lyell y Hooker insistieron para que publicara, una vez Charles Darwin tuvo entre sus manos el escrito de Wallace, donde explicaba casi en los mismos términos su teoría. Pero a pesar de tanta insistencia Charles Darwin no estaba muy convencido de querer publicar; tal vez porque no tenía suficientes argumentos para apoyar su teoría, y a esto se agregaba el temor de ser señalado como hereje. Esto último estaba expresado en una de sus cartas a Hooker, donde hacía una comparación con un libro publicado sobre los Vestigios de la historia natural de la creación, de Robert Chambers, libro que fue considerado por *“el mundo respetable (...) como una blasfemia”* (Van Loon, 2002) y Charles Darwin no estaba dispuesto a pasar por lo mismo, por esas injurias y polémicas. Lo más probable era que este miedo terminará influyendo en la postergación de la publicación, y a pesar de que en esa época ya existían teorías transformistas, estaba seguro de que su teoría provocaría una mar de controversias. Lo mismo también expresado a Hooker cuando le escribió *“estoy casi convencido (muy al contrario de la opinión con la que empecé) de que las especies no son (es como confesar un asesinato) inmutables”* (Darwin, 1844). Además, en otra carta escrita a Leonard Jenyns expresaba *“sé cuánto me expongo a censuras por dicha conclusión, pero he llegado a ella al menos con honradez y prudencia. No publicaré sobre esta cuestión durante algunos años”* (Darwin, 1844). Charles Darwin parecía estar sufriendo con sus ideas, temía perder el estatus social y la simpatía de quienes él quería.

Otro de los motivos fue el tiempo que requirió para convencerse de que lo que estaba escribiendo era correcto, tal vez porque conservaba algunas creencias religiosas que no lograba desechar, o tal vez porque en verdad no sabía cómo explicar claramente su teoría, o no estaba muy convencido de que fuera cierta. Sea como fuere, el hecho es que necesitó mucho tiempo para aclarar sus ideas y como él mismo lo dijo le tomó algún tiempo desligarse de sus creencias religiosas.

⁸ Darwin es citado por Frederick Burkhardt

Así que en síntesis, lo que llevo a Charles Darwin a publicar, fue en sí la presión ejercida por el manuscrito enviado por Alfred Russel Wallace. Como es de imaginar, Charles Darwin estaba consternado, tanto que escribió a Charles Lyell y J. D. Hooker sobre el asunto, pidiendo algún tipo de consejo ante asombrosa coincidencia. Mientras recibía algún tipo de respuesta se puso a recolectar la información necesaria que le asegurará toda originalidad en su trabajo, como el borrador copiado en 1844 leído por Hooker y el resumen enviado a Asa Gray. En una de las cartas a Lyell expresa su inmensa preocupación escribiéndole con respecto a Wallace que *“solamente diferimos en que yo llegué a mis opiniones a partir de lo que la selección artificial ha hecho con los animales domésticos. Podría enviar a Wallace una copia de la carta que escribí a Asa Gray para demostrarle que no he robado su doctrina”* (Darwin, 1858). Bien podría haber publicado lo que llevaba del libro, después de este momento crítico, pero Charles Darwin era un hombre de principios y esto le impedía ignorar la petición de Wallace de presentar su escrito a Lyell.

Hooker y Lyell sugirieron que ellos podrían enviar *“los artículos de Alfred Russell Wallace sobre las especies junto con los extractos de los escritos de Charles Darwin a la Linnean Society como un artículo conjunto. Este artículo haría público el trabajo de Charles Darwin de 20 años y al mismo tiempo establecería la prueba de su formulación independiente del concepto de Selección Natural”* (Burkhardt, 1996). Y fue así, como se presentó la publicación conjunta de Charles Darwin y Wallace; después el primero seguiría trabajando en su libro del origen de las especies y argumentando acerca del mecanismo de la evolución al que llamó Selección Natural.

Este concepto surgió esencialmente de la observación hecha por Darwin de la Selección Artificial en los animales domésticos, lo más probable es que comparara, ayudado por las teorías geológicas e incluso económicas, este proceso con lo que pasa en la naturaleza, es decir, así como actúa el hombre en la selección artificial, cuando escoge las razas más beneficiosas para él, así mismo actuaría la Selección Natural con las especies de plantas y animales.

Tiempo después Charles Darwin *“mantenía que el origen de las especies se dividía en dos mitades desiguales. La primera (...) establecía los fenómenos naturales manifiestas y desembocaba en la presentación que en el capítulo 4 hacía (...) de la teoría de la Selección Natural. El resto del libro mostraba cómo*

esa teoría era capaz de explicar o iluminar territorios esenciales de la biología” (Browne, 2007). Todo el libro en sí, habla de varias teorías pero tratadas como si fueran una gama de argumentos que se presentan para validar la mutabilidad de las especies y con ella la evolución y su mecanismo de Selección Natural, que a la final es otra de las teorías expuestas en el libro.

6.5.1 La Selección Natural en la perspectiva darwiniana

“A esta conservación de las diferencias y variaciones individualmente favorables y la destrucción de los que son perjudiciales, la he llamado yo Selección Natural o supervivencia de los más adecuados. En las variaciones ni útiles ni perjudiciales influiría la Selección Natural, y quedarían abandonadas como un elemento fluctuante” (Charles Darwin, 1859)

En este planteamiento se logra matizar el pensamiento de Darwin en relación a la Selección Natural, la cual hace referencia básicamente al *“hecho de que unos pocos (como media, dos) de todos los descendientes sobreviven el tiempo suficiente para poder reproducirse”* (Ernst Mayr, 1992). Aquí no existe ningún agente selector que esté siempre observando lo que debe elegir, tampoco existe un camino hacia la perfección, simplemente son las variaciones en el individuo lo que lleva a que unos tengan más éxito que otros, tanto en la supervivencia como en la reproducción. Además la Selección Natural está determinada por cada contexto, puesto que no siempre se da de la misma manera y no siempre lleva a la evolución, que para Darwin era el *“cambio gradual de la población con el tiempo”* (Scott y Herron, 2002). Pero cuando la Selección Natural lleva a cambios, estos se dan a nivel de población sobre la acción ejercida en los individuos.

Después de publicarse el libro del *“Origen de las especies por medio de la Selección Natural”*, muchos personajes importantes de la época aceptaron la teoría de la evolución pero no de la Selección Natural, lo que aclara que ambas teorías a pesar de presentarse en el mismo libro y de estar estrechamente ligadas, no son lo mismo, la Selección Natural solo es uno de los tantos mecanismos que pueden llevar a la evolución.

Pero para Darwin, el libro del *“Origen de las especies”*, es todo un tratado que intenta brindar argumentos para sostener la validez de la Selección Natural, no

obstante fue este tratado lo que llevó a la Selección Natural a verse enfrentada a fuertes refutaciones. Darwin contestaba a todas ellas tratando de sacar a flote lo que él pensaba que era el mecanismo necesario de la evolución, la Selección Natural. Trataba de que esta fuera la solución para todos los planteamientos de la historia natural.

En el libro se puede apreciar la analogía que realiza Darwin con la Selección artificial, lo que pudo llevar a confusiones en cuanto a lo referente a un hacedor o al agente selector, ya que en la Selección artificial el hombre era el que seleccionaba los mejores ejemplares, para crear así en algunas ocasiones nuevas razas (entendido como población en los términos biológicos actuales), lo que hacía pensar que en la Selección Natural sería el ambiente el que seleccionaba los mejores ejemplares, pero en realidad la Selección Natural no es ningún hacedor que actúa de la misma manera en la naturaleza, no es intencional, ni selecciona nunca “*en beneficio de la especie*” (Ernst Mayr, 1992), ni en contra de la misma.

Darwin quizás vio esta falencia, pero estaba tan convencido de su teoría que no creyó tan necesario cambiar el término. Así, que dentro de su teoría se refirió a cuatro postulados básicos que explicarían completamente el concepto de la Selección Natural, los demás estudios serían simplemente argumentos que defienden uno a uno los postulados. Estos son los siguientes:

1. “Los individuos que forman las especies son variables
2. Algunas de estas variaciones pasan a la descendencia
3. En cada generación se producen más descendientes de los que pueden sobrevivir
4. La supervivencia y la reproducción de los individuos no son al azar: los individuos que sobreviven y llegan a reproducirse, o la mayoría de los que se reproducen, son aquellos que presentan las variaciones más favorables. Son seleccionados de una manera natural”. (Scott y Herron, 2002)

A partir de estos postulados se puede hablar fácilmente de algunos términos incluidos en la explicación de la teoría, tales como: la variación, la mutación, la especiación, la adaptación y la herencia.

El primer postulado trata básicamente de la variabilidad genotípica y fenotípica de las especies, el segundo postulado habla acerca de la posibilidad de heredar las características de los progenitores, el tercero trata de la necesidad de mantener en equilibrio a la Tierra, es decir, de no permitir que haya una superpoblación de alguna especie. Y el cuarto postulado entra a tratar sobre las estrategias de supervivencia y del éxito reproductivo de algunos individuos, donde la acumulación de estas características favorables pasa a la siguiente generación. En sí, la Selección Natural sí actúa sobre los individuos pero sus consecuencias se ven en las poblaciones.

7. METODOLOGÍA

7.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Para abordar esta investigación de tipo cualitativo, se trabajó con la metodología de estudio de caso, en la cual se realizó un examen y escrutinio muy de cerca y la recopilación de una gran cantidad de datos detallados, acerca de lo que se investigó.

El estudio de caso es una estrategia metodológica de investigación, útil en la generación de resultados, que puede al final de la investigación posibilitar el fortalecimiento, crecimiento y desarrollo de las teorías existentes o el surgimiento de nuevos paradigmas científicos. Durante el proceso de la investigación se tuvo en cuenta la historia y la epistemología de las ciencias, las cuales contribuyen al desarrollo de investigaciones a cualquier nivel y en cualquier campo de la ciencia. No obstante, es necesario que en el estudio de caso se realice un adecuado diseño de la investigación que demuestre la validez y la fiabilidad de los resultados obtenidos, garantizando con ello la calidad y la objetividad de la investigación.

Según indica Chetty (1996) el estudio de caso es una metodología rigurosa que:

- Es adecuada para investigar fenómenos en los que se busca dar respuesta a cómo y por qué ocurren.
- Permite estudiar un tema determinado.
- Es ideal para el estudio de temas de investigación en los que las teorías existentes son inadecuadas.
- Permite estudiar los fenómenos desde múltiples perspectivas y no desde la influencia de una sola variable.
- Permite explorar en forma más profunda y obtener un conocimiento más amplio sobre cada fenómeno, lo cual permite la aparición de nuevas señales sobre los temas que emergen, y
- Juega un papel importante en la investigación, por lo que no debería ser utilizado meramente como la exploración inicial de un fenómeno determinado

En resumen, el estudio de caso implica, tal como diría García Jiménez (1991), *“un proceso de indagación que se caracteriza por el examen detallado, comprehensivo, sistemático y en profundidad del caso objeto de interés”*.

7.2 DISEÑO DEL ESTUDIO DE CASO

Partiendo de lo anterior, el procedimiento metodológico de la investigación a través del estudio de caso se llevó a cabo teniendo en cuenta:

El planteamiento del problema, las preguntas de investigación y sus respectivos objetivos; la revisión de la literatura y formulación de proposiciones, el principio de triangulación y la obtención de los datos. Martínez (2006).

Y en forma más detallada, se tuvo en cuenta las ideas de Yin (1989)⁹, quien por su parte propone una manera de pensamiento de diseño de la investigación refiriéndose a cinco componentes especialmente importantes:

- Las preguntas de investigación.
- Las proposiciones teóricas.
- La(s) unidad(es) de análisis (grupo participante).
- La vinculación lógica de los datos a las proposiciones.
- Los criterios para la interpretación de los datos.

Las preguntas de investigación y las proposiciones teóricas sirvieron de referencia o punto de partida para la recolección de los datos desde los distintos niveles de análisis del caso, y para el análisis posterior de los mismos. Finalmente se presentaron los resultados de la investigación a través de una triangulación de la información que conducirán al fortalecimiento de las teorías o de los enfoques.

Dentro de la recolección de la información, Yin (1989) recomienda la utilización de múltiples fuentes de datos y el cumplimiento del principio de triangulación para garantizar la validez interna de la investigación. Esto permitió verificar si los datos

⁹ Yin es citado por MARTÍNEZ C. Piedad Cristina (2006)

obtenidos a través de las diferentes fuentes de información guardaban relación entre sí (principio de triangulación); es decir, si desde diferentes perspectivas convergen los efectos explorados en el fenómeno objeto de estudio.

7.3 SELECCIÓN GRUPO PARTICIPANTE

La población elegida, estuvo constituida básicamente por cuatro estudiantes (dos hombres y dos mujeres) entre los 14 y los 16 años, pertenecientes a la Institución Educativa el Salvador, del grado noveno. Estos estudiantes habitan cerca de la Institución y pertenecen a un estrato socio-económico medio. No todas sus familias poseen un nivel académico alto; muchos de ellos no terminaron el bachillerato.

El grupo participante fue elegido con base en:

- El interés que muestran en torno al área de Ciencias Naturales.
- La disposición de aprender o profundizar en dicha área.
- La disponibilidad de tiempo extracurricular.

7.4 APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS

Los instrumentos que se utilizaron para recolectar la información necesaria para el análisis de resultados fueron:

El rastreo bibliográfico, seguido de la observación participante, luego el diseño y ejecución de cuestionarios y talleres guía.

El rastreo bibliográfico, es básicamente para obtener una mayor información del objeto de estudio para así poder contestar satisfactoriamente a la pregunta problema.

La observación participante es la manera básica para obtener información guiada por los objetivos propuestos, además de comprender la forma de pensar

del grupo participante e interpretar las observaciones dadas en cada una de las actividades, cuidando que no esté completamente condicionado por la percepción que ya tiene el investigador, es decir, que no se encuentre influenciada por la subjetividad.

Los cuestionarios con preguntas abiertas brindan una valiosa información en la medida en que se puede interactuar más con el grupo participante, además este tipo de preguntas no limitan en ningún momento las respuestas.

En los talleres guía se hicieron algunos planteamientos de problemas, mediante pequeñas historias de casos ambientales que terminan con una serie de preguntas semiabiertas que propiciaron la socialización y discusión de ideas y posturas que poseen los estudiantes.

El tiempo aproximado para la aplicación de los seis instrumentos durante los tres momentos fue de catorce horas.

7.4.1. Fases de la investigación

Primera Fase

Dicha fase estuvo dividida en varios momentos, para mayor claridad de las mismas:

Primer momento: Se dio un rastreo bibliográfico con el fin de recolectar la información necesaria para llevar a cabo la investigación, dándose igualmente la ubicación de la investigación en un grado determinado, según los planteamientos de los lineamientos curriculares en Ciencia Naturales, esto para ser más asertivos en cuanto al grupo participante.

Segundo momento: Primeras observaciones de la clase de Ciencias Naturales de los grados noveno de la Institución Educativa el Salvador. Esta observación se llevó a cabo durante el primer semestre de monografía, donde se dio un acercamiento a los PEI y demás proyectos de la institución; esto facilitó conocer el

contexto socio-cultural en el que se desenvuelven los estudiantes, claro que el profesor cooperador también dio información en cuanto a ello.

Tercer momento: Elección del grupo participante y acercamiento al mismo, con el fin de crear una empatía para la posterior aplicación de los instrumentos, esto porque al existir un ambiente agradable para el grupo participante, será más sencillo que ellos sean sinceros en el desarrollo de los diversos instrumentos.

Segunda Fase

Dicha fase estuvo dividida en varios momentos:

Primer momento: Durante el cual se da la aplicación de los primeros dos instrumentos que responden al primer objetivo. Posteriormente se realizó un análisis de las ideas previas que se encontraron en los estudiantes para el diseño de estrategias en los siguientes instrumentos.

Segundo momento: Se llevó a cabo la aplicación del taller de intervención que responde al segundo objetivo, donde se permitió que el grupo participante diera su punto de vista acerca de las situaciones y preguntas que se les formulaba.

Tercer momento: Donde se llevó a cabo la aplicación de tres instrumentos (el 4, 5 y 6), que intentaban responder al tercer objetivo.

Tercera Fase

Triangulación de la información, para una mayor organización, interpretación y análisis de los resultados.

Posteriormente se llega a las conclusiones.

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Básicamente se dispone de 6 instrumentos organizados en tres momentos; el primer momento consta de los instrumentos 1 y 2 que responden al primer objetivo, donde se hace un enfoque en las ideas previas de los estudiantes, al segundo momento corresponde un taller de intervención, denominándose como el instrumento número 3, que contiene una clase magistral, una guía por el museo universitario y 2 instrumentos más. Con este taller se daría un acercamiento al segundo objetivo, en el cual se explora lo histórico y lo epistemológico de las ciencias en los procesos de aprendizaje. Por último, en el tercer momento se lleva a cabo otro taller que responde al tercer y último objetivo específico, donde se analiza la construcción que han tenido los estudiantes del concepto Selección Natural.

En el análisis se dio una mayor relevancia a aspectos tales como: las posturas de los estudiantes en torno a la evolución biológica y la Selección Natural (las ideas previas), y las dificultades en la construcción del concepto de la Selección Natural. Todo esto basado en los objetivos formulados en el trabajo.

Finalmente, las respuestas a cada una de las preguntas de los instrumentos aplicados son recogidas, sistematizadas textualmente y analizadas.

8.1. ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS POR CADA UNA DE LAS PREGUNTAS

8.1.1. Indagación de ideas previas

INSTRUMENTO I

Primera pregunta: Desde lo que haz visto en las clases de Ciencias Naturales ¿Cómo explicarías el concepto “Selección Natural”?

A1: “es una seleccion que hicieron para identificar cada especie”

A2: “bien, porque nos enseña a vivir mejor en un mundo sin contaminacion”

A3: “se puede desir que se escojen como espesies”

A4: “la seleccion natural es la selección de la naturaleza, como los arboles. los animales. las plantas. y demas integrantes de la naturaleza. ya es de elegir el lugar o havita, donde quieren habitar para su supervivencia.”

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 parece que entiende el concepto de Selección Natural como una forma de organizar o agrupar las especies en taxa¹⁰, evidenciándose esto al plantear que “es una seleccion (...) para identificar cada especie”. Además, le atribuye esa clasificación a terceros sin especificar si es humano o divino, simplemente expresa “lo hicieron”. Por otro lado, la estudiante parece apreciar que esa clasificación es para una identificación de las especies, de una forma taxonómica.

Posiblemente A2 entendió la pregunta como si no se le estuviera pidiendo a ella que la explicara, sino como si se le preguntara cómo la explicaría a otros, por lo que su respuesta comienza con un “bien” como calificativo. Además parece vincular el concepto Selección Natural con asuntos ambientales que apuntan a tener un mejoramiento de la calidad de vida orientado a los seres humanos, esto se evidencia cuando dice que “nos enseña” lo que implica un enfoque antrópico, “vivir mejor” asociado a calidad de vida, y “en un mundo sin contaminacion” asociado a aspectos ambientales.

Parece que A3 orienta su respuesta hacia la clasificación taxonómica, donde se deja ver el asunto de la Selección Natural como un asunto de un escoger o un elegir. Lo anterior se soporta cuando A3 plantea que “se escojen como espesies”. Además, en su respuesta parece que hace referencia a un tercero que es el encargado de escoger a las especies.

¹⁰ En latín el plural de taxón es **taxa**, que hace referencia al ordenamiento, es decir, un grupo de organismos emparentados, que en una clasificación dada han sido agrupados, asignándole al grupo un nombre en latín, una descripción, y un "tipo", que si el taxón es una especie es un espécimen o ejemplar concreto. <http://es.wikipedia.org/wiki/Tax%C3%B3n> consultado en Junio 8 del 2008

En cuanto al estudiante A4, se puede llegar a varios supuestos con su respuesta. Uno de ellos es que parece que piensa que la Selección Natural es un asunto de elegir, esto porque dice que *“la seleccion natural es la selección de la naturaleza”*, aunque no se especifica quien o que (seres divinos o terrenales) es el agente selector.

Otro de los supuestos es que puede tener una mirada que gira en torno a la clasificación, al organizar a la naturaleza por *“animales, (...) plantas y demás integrantes de la naturaleza”*, en esto último el estudiante podría estar pensando en una clasificación por abióticos y/o bióticos.

En la última parte de su respuesta el estudiante hace referencia a que las especies tienen la capacidad o posibilidad de elegir el sitio más adecuado para su supervivencia. Esto soportado cuando plantea *“es de elegir el lugar o havita, donde quieren habitar para su supervivencia”*

En general, las respuestas que dan los estudiantes a las preguntas planteadas con respecto a la Selección Natural, no son del todo diferentes entre sí. Tres de ellos (A1, A3 y A4) guardan cierta similitud, solamente A2 explica el concepto de Selección Natural de una manera totalmente diferente a los demás estudiantes. A3 al igual que A1, parece estar pensando en el principio de la clasificación taxonómica.

Segunda pregunta: ¿Qué teorías de la evolución conoces? Y ¿qué opinas de ellas?

A1: *“teoría celular Dice que todos los seres vivos estan formados por celulas y que las celulas que forman estos seres provienen de otra célula”*

A2: *“la creacionalismo, la evolucion y otras que nos enseña y opino q’ son las teorías q’ mas funcionamos en nuestras vidas”*

A3: *“la creacionista: me disesen que Dios invento todo lo que esite. la evolutiva: que Dios creo al ser humano como un ser primitivo y de Hay fue evolucionando...”*

A4: *“conosco la teoría celular, la teoría de la creación teoría de la generacion espontanea opino que cada teoría propuesta por los filósofos nos querian llevar a una sola pregunta. de Donde salio el hombre.”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 enfoca su respuesta en la teoría celular sin hacer referencia a alguna teoría evolutiva, lo que puede dar a entender que no existe una distinción o comprensión de lo que es una teoría evolutiva.

A2 posiblemente incluye otras teorías culturales y biológicas en las teorías evolutivas, para poder explicar de esta manera el funcionamiento de los organismos, por lo que encierra otras teorías como el creacionismo en las teorías evolutivas, a parte también hace referencia a la evolución como una teoría que se incluye dentro de las teorías evolutivas.

A3 en su respuesta evidencia dos tipos de teorías como teorías evolutivas, una apunta al creacionismo y la otra a una combinación entre el creacionismo y la evolución. En ambas teorías el estudiante hace referencia a Dios como creador, aunque en la teoría evolutiva-creacionista solo presenta al ser humano como un ser creado, dejando al resto de las especies fuera de ésta explicación, esto evidenciado en su respuesta de que *“Dios creo al ser humano como un ser primitivo y de Hay fue evolucionando...”*, a pesar de que en su respuesta menciona sólo la teoría evolutiva, su explicación la enmarca en un creacionismo combinado con la evolución.

A4 equipara varias teorías dentro de las teorías de la evolución, aunque no diferencia exactamente cuáles son éstas, orienta su opinión a que todas esas teorías son planteadas para responder a la pregunta *“de Donde salio el hombre”*. Sin embargo, parece que tiene una visión que solo se orienta al hombre, dejando de lado la preocupación por el origen del resto de las especies. Por otra parte el estudiante sólo atribuye el origen de estas teorías exclusivamente a los filósofos, dejando de lado a aquellos personajes que también aportaron al desarrollo de teorías desde distintas disciplinas científicas.

En resumen, se podría decir que los estudiantes vinculan teorías de tipo cultural y algunas biológicas como si hicieran parte de las teorías evolucionistas, por lo que se podría pensar que existe una confusión para estas teorías, ya sea porque no se entendieron o porque no se conocen completamente.

Tercera pregunta: ¿Por qué crees que surgieron estas teorías?

A1: *“porque desde la antigüedad el hombre se ha preocupado por descubrir el origen de la vida”*

A2: *“por el gran científico y le dio a conocer estas teorías q’ nos sirven para nuestra vida.”*

A3: *“para darnos cuenta como nacio el planeta y de andonde vino el hombre...”*

A4: *“por que el hombre siempre a sido curioso y como siempre no sabemos como se creo el hombre y decidieron sacar teorías para calmar su ansieda de saber donde surgieron”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 expresa que el motivo por el cual surgieron las teorías que formuló en la pregunta anterior era por la preocupación del hombre por saber acerca del origen de la vida, pero al ser una explicación de la pregunta dos, se podría pensar que esta respuesta puede estar ligada a un tipo de teorías que se alejan de las explicaciones en torno a la evolución.

Pareciera ser que A2 le da a un ser superior la categoría de científico y éste científico es el que transmite el conocimiento obtenido de esas teorías *“el gran científico (...) dio a conocer estas teorías”*, las cuales solo son orientadas a un mejoramiento de la calidad de vida, ejemplificado en su respuesta textual *“nos sirven para nuestra vida”*

A3 da cuenta de éstas teorías desde un asunto de origen planetario y de origen del hombre, a pesar de que coloca puntos suspensivos, no parece pensar en hacer referencia a otro tipo de especie.

En su respuesta A4 resalta una condición connatural a los seres humanos y es ese *“calmar su ansieda de saber donde surgieron”*, esa necesidad de responder a preguntas de sus orígenes *“como se creo el hombre”*, sin embargo, deja de lado el pensamiento del origen de otras especies.

Tres de los cuatro estudiantes, hacen referencia a la necesidad del hombre para responder preguntas acerca del mundo, una de ellas, es acerca del origen de la

vida y el origen del hombre. Al contrario, A2 solo expresa el beneficio que la teoría le ha proporcionado a la humanidad.

Cuarta pregunta: ¿Cómo se puede explicar la gran diversidad de seres vivos que existen en la actualidad?

A1: *“Desde antes ya existían muchas clases de seres vivos que solo fueron evolucionando y creando descendencia”*

A2: *“porque la diversidad la conocemos gracias a la naturaleza, animales y otras especies porque con eso no ayudan a distinguir a los demás”*

A3: *“por especies para distinguir la gran diversidad que hay en el reino animal...”*

A4: *“porque el hombre poco a poco fue evolucionando y Reproduciéndose poco a poco. además el hombre en el principio para reproducirse tenía que tener relaciones con sus hijas y sus hijos. con su propia madre. esta es la explicación de la gran diversidad de seres vivos en el mundo.*

en el caso de los animales ellos fueron mutando hasta que salieron especies nuevas y extrañas como el ornitorrinco. uno de los animales producto de la mutación”

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

Posiblemente para A1 nunca hubo extinciones, ya que dice que los diversos seres vivos que existían *“solo fueron evolucionando y creando descendencia”*. Así, parte de una época donde no hay un origen de las especies como tal, sino como si siempre hubieran existido.

A2 termina explicando las diferencias taxonómicas de las especies, como una forma de diferenciación de las mismas. Además, le atribuye a la naturaleza el poder de crear la diversidad de seres vivos cuando dice que ésta *“la conocemos gracias a la naturaleza”*. Sin embargo, parece mostrar a los animales como una sola especie cuando dice *“animales y otras especies”*.

A3 orienta su respuesta a una agrupación de especies (una clasificación probablemente taxonómica) y no a una explicación frente a la diversidad de esos seres vivos.

A4 hace distinción de la diversificación de los humanos y de los animales, como si los humanos no hicieran parte del reino animal, dando una explicación diferente para cada uno de los dos casos.

En cuanto a la explicación de la diversidad de los humanos parece subyacente los pasajes bíblicos o históricos, donde se mantenían relaciones con miembros de la familia, para poder de esta manera repoblar la Tierra, como se muestra en el libro del Génesis. En esta primera parte de la respuesta, el estudiante se centra en la reproducción como la única responsable de la diversidad de seres vivos. Ya en la segunda parte, le otorga la cualidad de mutar como una forma de diversificación única y exclusivamente al resto de los animales que no pertenecen a la especie humana, soportando en esto la diferenciación del ser humano como un reino aparte de los otros animales.

A1 y A4 expresan que los seres vivos fueron evolucionando, por lo que pudieron surgir nuevas especies, A4, también agrega el concepto de la mutación para explicar la diversidad de seres vivos. A2 y A3 hacen referencia al sistema de clasificación.

Quinta pregunta: ¿Siempre han existido los mismos seres vivos? Explica tu respuesta.

A1: *“no porque primero habian dinosaurios y ahora en la actualidad no hay”*

A2: *“No porque en la vida fueron cambiando los seres vivos Gracias a Dios y a nosotros mismos”*

A3: *“creo que no proque desde la preistoria fue cabiando todo asta plantas y animales...”*

A4: *“no ya que el tiempo que a trascurrido desde la creación del hombre es muy grande y es posible que esistieran otras especies de vida como los dinosaurios o el hombre cabernicola. esa es mi explicación para esta pregunta”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 evidencia en su respuesta un posible acercamiento a la extinción, claro que partiendo de la respuesta dada a la pregunta 4, también se podría decir que la estudiante podría estar pensando en un cambio en las especies; para ambos supuestos aplica su afirmación de que *“primero habian dinosaurios y ahora en la*

actualidad no hay". Por otra parte, hace un comparación histórica del antes y después, tomando en cuenta el tiempo geológico como un dato importante para su explicación de que no siempre han existido los mismos seres vivos.

A2 admite que hay un cambio en las especies, aceptando que no han existido los mismos seres vivos. Ahora bien, A2 atribuye estos cambios a un ser supremo y al mismo hombre y no a la evolución en sí.

La respuesta de A3 no es categórica, dejando un sentimiento de duda, claro que en su explicación plantea el cambio de los seres vivos en general, incluyendo los cambios geológicos, al decir que *"desde la preistoria fue cabiando todo asta plantas y animales..."*

A4 hace referencia a un tiempo geológico, que para él comienza con la creación del hombre, y es desde allí donde admite la existencia de otras especies, pero no hace referencia a un proceso evolutivo como tal, más bien se preocupa por separar al hombre creado del hombre cavernícola.

Todos los estudiantes coinciden en que la respuesta a esta pregunta es negativa. A2 lo atribuye a Dios, al decir que fue él el que atribuyo los cambios en los seres vivos, A1 a una posible extinción o cambio de las especies, A3 al cambio en las especies y A4 a un proceso largo de tiempo.

INSTRUMENTO II

Historia de la revolución industrial y la polilla *Biston betularia*

Primera pregunta: Al cambiar el color de los troncos debido al hollín ¿cuáles serían las polillas (blancas o negras) depredadas por los pájaros? ¿Por qué?

A1: *"Cualquiera de las 2 por que si el tronco esta cubierto de hollín los pajaros se comen las mariposas blancas, pero si el tronco es sin hollín el pajaro se come a la mariposa negra"*

A2: *"Serian las blancas porque nos servirian para iluminar nuestra Tierra protegida para los depredadores de los pajaros"*

A3: *"Serian las blancas se los comen los pájaros"*

A4: “Las blancas porque se encuentran indefensas y sin camuflarse por que su color no combina con el de el hollin”

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 no parece tener en cuenta el hecho de que ya se había planteado el cambio de color en los troncos de los árboles, por lo que su respuesta se dirige a presentar que en el contraste entre las mariposas y el tronco, es donde se presenta la depredación, así, toma del texto la parte donde se anuncia el producto de la contaminación en los troncos de los árboles, y la apariencia que tenían los mismos antes de la contaminación por hollín.

A2 plantea que las polillas blancas son las más depredadas pero no es consistente en su argumentación cuando dice que las polillas blancas sirven para “*para iluminar nuestra Tierra*” posiblemente relacionando el color blanco con la luz, lo que hace referencia más a aspectos físicos (espectroscopia) que a mecanismos que llevan a evolución biológica.

A3 plantea en su respuesta que serían las blancas las más depredadas, entendiendo quizás que se han presentado cambios en el ambiente, por lo que pasaron a ser las más depredadas por los pájaros.

A4 parece que está evidenciando como los factores ambientales están actuando o direccionando los procesos de Selección Natural en la medida que plantea que las polillas blancas se “*encuentran indefensas*” a causa del contraste con el color del hollín.

Tres de los cuatro estudiantes (A2, A3 y A4) respondieron que serían las polillas blancas las más depredadas por los pájaros, solamente A1 aduce en su respuesta “*cualquiera de las dos*” polillas, tal vez porque busca contextualizarlo dentro de condiciones ambientales diferentes. A2 agrega algo metafórico en la respuesta, al referirse a las polillas blancas, o más bien al blanco, como iluminador de la Tierra. A3 responde directamente a la pregunta sin dar algún argumento y A4 relaciona su respuesta con el contraste de los árboles con el color de las polillas.

Segunda pregunta: Después de algunas generaciones ¿qué tipo de polillas negras o blancas serían las más comunes? ¿Por qué?

A1: No responde

A2: *“Serían las polillas blancas porque ellas podían encontrar la luz q’ nos alumbra y nos contrae”*

A3: *“Serían las polillas blancas porque ellas podían encontrar más fácil”*

A4: *“Las negras porque ellas sobrevivieron gracias a que se podían camuflar en el hollín y las blancas estuvieron inmunes contra los pajaros y fueron depredadas”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 no responde, tal vez porque no hubo una comprensión de la pregunta o de algún término en particular, como el de generación o porque aún no diferencia claramente cual polilla sería la más predominante después de algunas generaciones.

Parece ser que para A2 las polillas blancas son las que con mayor frecuencia se presentan en las poblaciones, asociándolas a un asunto físico de iluminación y contracción a causa de la luz.

Tal vez piensa que no es posible desligar las presiones selectivas del ambiente con factores físicos del universo.

A3 podría estar relacionando el color de las polillas, con la facilidad para ser depredadas, sin tener en cuenta el contraste con el hollín depositado en los troncos.

A4 basa su argumento a que son las negras las que más sobreviven por su posibilidad de camuflarse en los troncos cubiertos de hollín. Por otro lado, dice que las blancas fueron depredadas, aunque en su argumento utiliza la oración *“estuvieron inmunes contra los pajaros”*, generando una incongruencia, posiblemente porque no tiene clara la palabra inmune o quizá porque lo que quiso decir era que las blancas eran vulnerables.

Tercera pregunta: En las imágenes que observaste ¿crees que hubo Selección Natural? Si___ No___ ¿Por qué?

A1: *“Si, por que hay mariposa blanca y negra y un tronco es con hollin y el otro no tiene hollin”*

A2: *“No hubo porque hay humedad y contaminacion sin hollin y con hollin sencillamente hay contaminacion”*

A3: *“Claro porque si paran las especies de cada una...”*

A4: *“Si porque el arbol donde estaban las polillas sufrio una transformacion por el hollin, asique ellas fueron depredadas por los pajaros”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 admite que hubo Selección Natural en la polilla *Biston betularia*, sin embargo, en su explicación simplemente hay una descripción de las imágenes, sin dar una mayor trascendencia a las mismas.

A2 no evidencia una Selección Natural en el texto y en su explicación combina elementos de humedad y contaminación con o sin hollín, lo que llevaría a pensar en una posible incomprensión del texto o de la pregunta, ya que su argumento viene basado únicamente en elementos de contaminación, producto quizás de la industrialización.

A3 da a entender que si hubo Selección Natural y parece ser que para él ésta actúa como una forma de agrupar las especies para poderlas diferenciar, claro que parece ser que está separando las diversas características como especies, es decir, separa las polillas blancas como una especie y las polillas negras como otra.

Para A4 hubo Selección Natural. En su argumento posiblemente esta pensando que es el hollín el que provoco una transformación en los árboles, producto de ésta transformación se dio la depredación de las polillas por parte de los pájaros.

Tres de los estudiantes (A1, A3 y A4) dan una respuesta positiva a la pregunta planteada, aunque con argumentos diferentes. Pero a pesar de sus respuestas positivas, parecen tener otro tipo de dificultades diferente a las dificultades conceptuales, es decir, parecen tener dificultades de lectoescritura.

A4, en cambio, parece presentar en su respuesta el camuflaje ejercido por las polillas, lo que representaría a la Selección Natural.

8.1.2. Elementos históricos y epistemológicos de las ciencias en los procesos de aprendizaje del concepto selección natural

INSTRUMENTO III: TALLER DE INTERVENCIÓN

El taller de intervención consistía básicamente en cuatro momentos: una clase magistral, que consistía en tres momentos, donde se miraba desde lo histórico cómo ha evolucionado el concepto de la Selección Natural; una visita guiada al museo, dividida en tres estaciones, la primera haciendo referencia a las extinciones, la segunda a la herencia y la mutación y la tercera a la supervivencia y éxito reproductivo de las especies; una aplicación del modelo del cuello de las jirafas mediante una pregunta y por último la aplicación del modelo depredador-presa. La aplicación de este taller era con el fin de mirar cómo se está construyendo el concepto Selección Natural en los estudiantes (instrumentos 4, 5 y 6)

La intervención (clase magistral) fue lo primero en aplicarse en el taller, seguido del recorrido por el museo como motivación para la implementación del instrumento 3.1 y 3.2.

CLASE MAGISTRAL

Parece que muchos de los conceptos evolutivos y de algunos de sus mecanismos como el de Selección Natural, aún no eran comprendidos por los estudiantes, ya que tomaron una posición durante casi todo el tiempo de receptores, asintiendo con la cabeza todo aquello que se les decía.

GUIA DE VISITA AL MUSEO DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

La guía básicamente hizo parte de la motivación de los estudiantes después de recibir la clase, algo que tuvo una respuesta positiva para la continuación de una forma más amena de los instrumentos 3.1 y 3.2.

En general, todo el grupo participante relaciono la extinción con la desaparición de las especies, sin embargo, al lanzar la pregunta de *“¿por qué creen que se extinguieron algunos de esos animales que ven en el mural?”* A1 lo relacionó con la lucha por sobrevivir, *“creo que la ballena era terrestre y para sobrevivir se metió al agua”*, A2 y A3 lo relacionaban con el hecho de *“la evolución”* y A4 lo relacionó con la contaminación producto de la intervención del hombre.

En la segunda estación, al mostrarles la figura del DNA, ubicada en el segundo piso del museo, todos dudaron en responder lo que veían en ella, de hecho, se les tuvo que preguntar que era para ellos el DNA, a lo cual respondieron que el DNA era el “ADN”, por lo que se les pide que lean el enunciado de la imagen y hablen acerca de la herencia, en este punto tres de los estudiantes mencionan la importancia de la herencia para la supervivencia de las especies (A2, A3 y A4), A1 no responde a esta pregunta, pero hace la aclaración de que las especies no heredan solo lo que les sirve, sino también algunas enfermedades *“hay una enfermedad que solo lo heredan los hombres”* a lo que A4 agrega que lo que se hereda es *“por el DNA”*.

Ya en la tercera estación, se les pidió que recordando la clase por la que habían pasado, que mencionarán lo que era una especie, A1 responde *“es lo que nos diferencia de los otros animales”*, A2 relaciona esta pregunta con la clasificación, al decir *“son las divisiones de los animales”*, A3 simplemente menciona que esta de acuerdo con la respuesta de A1, ya A4 coincide con las respuesta de A1 y A3. Al preguntarles por lo del éxito reproductivo, concuerdan en que son todos aquellos que pueden reproducirse, aunque A2 agrega que la reproducción sería *“día a día”*, es decir, el éxito reproductivo sería para aquel que pudiera reproducirse continuamente.

INSTRUMENTO 3.1: EL MODELO DEL CUELLO DE LAS JIRAFAS EN LOS POSTULADOS EVOLUTIVOS

¿Se puede identificar características que permitan pensar en una Selección Natural en la población de Jirafas? Explica detalladamente tu respuesta

RESPUESTAS TEXTUALES DEL GRUPO PARTICIPANTE

A1: *“En la imagen 1, veo que las girafas se tenían que esforzar para poder alimentarse después en la imagen 2 veo que poco a poco se va alargando su cuello y en la 3 ya después de tanto tiempo las especies fueron saliendo ya con cuello largo para mejorar”*

A2: *“si porque las jirafas nacieron primero con el cuello corto como lo muestra la imagen 1 y luego por comer más y alcanzar los arboles tuvieron el cuello más alargado como lo muestra la imagen 2 y 3 que tuvieron que alcanzar su comida para poder sobrevivir de nuevo con todos los animales”*

A3: *“1. la seleccion natural es porque el cuello crece. Estan tratado de al cansar algo que lo ven imposible.*

2. la seleccion natural es porque el cuello se estura más para poder sobrevivir

3. la selección natural esta completa tienen su cuello largo.”

A4: *“la selección natural puede ser una osion ya que las jirafas buscaban la forma de sobrevivir alimentandose de las hojas de los arboles altos puede ser que su cuello creciera por naturaleza y sin esforzarse.*

El postulado de Lamarck es mas osionario ya que puede ser que las jirafas en la desesperación de alimentarse estiraran su cuello para comer las hojas de los arboles mas altos. Ya que las hojas de los arboles bajitos ya se habian acabado por la alimentación de las jirafas pequeñas es mas probable que su cuello creciera por su esfuerzo. La opinión de Lamarck es mas creible y obia.”

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 no responde directamente a la pregunta, pero hace una descripción de las imágenes donde posiblemente evidencia que la necesidad de alimentarse es lo que lleva a las jirafas a presentar cambios poblacionales. Además, para la estudiante son las exigencias del entorno lo que genera los cambios fenotípicos en las poblaciones. En ésta respuesta se observa un acercamiento a posturas Lamarckianas.

A2 responde que si se puede pensar en una Selección Natural, sin embargo, en su argumento describe las imágenes, basándose en una visión Lamarckiana de la necesidad de las especies por sobrevivir. Al principio para A2 toda la población tenía las mismas características, fue la necesidad por alcanzar los árboles más altos lo que obligo a las jirafas a terminar con un cuello más largo. Además, en su respuesta de *“poder sobrevivir de nuevo con todos los animales”* deja ver a la población de jirafas como si llegarán a ser más competitivas frente a otras especies.

A3 explica cada imagen separadamente, planteando la Selección Natural como un camino hacia la perfección, en la medida en que va mostrando la necesidad de alcanzar una meta para su supervivencia, en este caso la copa de los árboles. Además, cuando plantea que el *“el cuello se estura”* se corrobora la necesidad que se le pone a las jirafas para poder sobrevivir, por lo que en su argumentación se pueden visualizar algunos elementos lamarckianos.

A4 no afirma ni niega la Selección Natural, sino que la ve como una opción, mostrando posiblemente una lucha por la existencia, al decir *“buscaban la forma de sobrevivir”*. El estudiante plantea la posibilidad de que no solamente puede ser el esfuerzo de estirar el cuello por la exigencia del medio, sino también un asunto que se da al azar por la naturaleza misma. Además, escogiendo la teoría Lamarckiana como la que podría explicar más clara y correctamente la razón del cuello largo de las jirafas.

Todos los estudiantes parecen acercasen a postulados lamarckianos, para explicar el por qué las jirafas terminaron con cuello largo.

INSTRUMENTO 3.2: Socialización del modelo depredador-presa

TABLA DE DATOS

COLOR DE LOS PALILLOS	NÚMERO DE PALILLOS RECOLECTADOS POR DEPREDADOR		
	1	2	3
Rojo	11	6	2
Negro	5	4	4
Café	5	2	0
Verde	2	0	1

Primera pregunta

Para los depredadores: ¿Qué fue lo más difícil y lo más fácil durante el desarrollo de la captura de las presas?

A1: *“lo más difícil de coger fueron los negros porque se confundían con las ramas y lo más fácil fueron los rojos porque eran muy visibles”*

A2: *“lo más fácil fue los rojos y los negros, lo más difícil los cafés que se confundían con el suelo”*

A3: *“Los más fáciles de coger fueron los rojos, porque se notaban más, y los difíciles fueron los verdes que se confundían con la yerba”*

Segunda pregunta

Para el observador: ¿Qué estrategias utilizaron ellos para obtener el mayor número de presas (palillos)?

A4: *“yo vi que ellos comenzaron con lo que se veía más que eran los rojos y después cuando cogieron todos los rojos si comenzaron a buscar los otros, porque usted les dijo que buscaran los palitos pero no les dijo de que color”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS A LA PREGUNTA UNO Y DOS

A1, A2 y A3 coinciden en sus respuestas de que los rojos fueron los más fáciles de capturar, aunque A2 también agrega que los negros fueron los más fáciles. En cuanto a los que presentaban una mayor dificultad para ser capturados, los tres estudiantes responden un tipo de color diferente, A1 responde que los negros, A2 los cafés y A3 los verdes, tomando en cuenta de esta manera el camuflaje de los palillos que contrastaba o no con los colores de los distintos sitios en los que fueron escondidos. Por esa razón, para los que estaban ejerciendo el papel de depredadores (A1, A2 y A3) el color era la única característica importante para que se cazaran en un menor o mayor tiempo los diferentes tipos de palillos.

A4 basa su respuesta en la preferencia de búsqueda de un solo color (rojo), después de que este color estuviera eliminado por los cazadores (A1, A2 y A3) dirigirían su atención hacia los palillos de otros colores, por lo que se muestra las estrategias de cacería ejercida por los depredadores y las estrategias de camuflaje por parte de los palillos.

Tercera pregunta

¿Por qué creen que se capturaron tantos rojos?

A1: *“los rojos porque eran los más visibles y los verdes como había tantas hojas verdes eran difíciles de coger. Los negros se confundían por la tierra y por el pantano”*

A2: *“Los rojos eran muy visibles”*

A3: *“Porque se veían más”*

A4: *“Es que habían más rojos, no?”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1, A2 y A3 continúan sujetos en sus respuestas a las distintas características de la población de palillos en cuanto al color. A1 agrega el camuflaje utilizado por los palillos en una parte diferente de su hábitat. Estos tres estudiantes mantienen presente este tipo de características como aquello que permitió que otros colores,

diferente al rojo, no fueran tan fácilmente observados por los depredadores y lograrán mayor supervivencia.

Por otra parte, A4 en una forma de pregunta le da a la cantidad de palillos rojos, la razón por la cual fueron los más cazados, sin llegar a tener en cuenta el camuflaje de los palillos en su entorno y las aclaraciones que se dieron antes de comenzar con la actividad, donde se les dijo la cantidad de palillos que había.

Entrevistador: Había la misma cantidad

Cuarta pregunta

¿Qué conclusión se puede sacar de la tabla de resultados?

A1: *“Uno ve lo más visible, uno coge lo primero que ve”*

A2: *“Los rojos se veían más”*

A3: *“Los rojos fueron los más afectados porque se reconocían más al atacar y los verdes fueron los menos afectados porque se confundían con la yerba”*

A4: *“Que el depredador siempre va a su presa. Y que lo más difícil eran los negros porque estaban escondidos, en cambio los rojos estaban ahí más visibles. Es lo mismo, por ejemplo, yo estoy buscando una persona y uno lo ve escondido, pero si estuviera bien escondido sería más difícil encontrarlo”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A2, A3 y A4 coinciden en que los rojos eran los más visibles y por ese motivo fueron los más depredados o los más afectados, aunque A4 es el que da una explicación detallada a esta respuesta, posiblemente basándose en el camuflaje utilizado por algunos palillos, esto al dar un ejemplo de la búsqueda de un buen escondite cuando dice *“si estuviera bien escondido sería más difícil encontrarlo”*.

A3 también coincide con A4 en darle importancia al camuflaje cuando dice que *“los verdes fueron los menos afectados porque se confundían con la yerba”*. Por su parte, A1 opina que lo más visible es lo que el depredador prefiere, basando su conclusión exclusivamente en factores fenotípicos, y coincidiendo de esta manera con A2, A3 y A4 al tener en cuenta la característica de color de los palillos.

Quinta pregunta

¿Qué consecuencias trae a una población la disminución de sus individuos (en este caso los palillos rojos) que son cazados por los depredadores?

A1: *“Los rojos eran los más visibles”*

A2: *“Los rojos si eran los más visibles”*

A3: *“No van a poder reproducir más, porque se van a ver afectados por la cantidad de palillos que perdieron”*

A4: *“Se pueden extinguir porque los que más se cogieron fueron los rojos, así que ya quedaron poquitos”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 y A2 siguen relacionando su respuesta con la visibilidad de los rojos en su hábitat, pero no especifican que consecuencias trae para la población la disminución tan significativa de una parte de sus individuos con la misma característica, en este caso los palillos rojos. A4 relaciona la pregunta con la posible extinción de los palillos rojos, a causa de su alta depredación. A3 parece que también relaciona su respuesta con la extinción, al decir que *“No van a poder reproducir más”*. Esta extinción sería la causa que impediría pasar el carácter a las próximas generaciones.

Sexta pregunta

¿Cuáles son los palillos que tienen más probabilidades de reproducirse?

A1: *“Los verdes porque si fueron los que menos se cogieron”*

A2: *“Los verdes”*

A3: *“Los verdes porque no fueron afectados tanto como los rojos”*

A4: *“Los negros porque fueron los que menos se cogieron”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1, A2 y A3 coinciden en que los verdes serían los que tendrán más probabilidades de reproducirse, A2 solamente los menciona, pero A1 y A3

justifican que es la cantidad lo que posibilita tener una mayor reproducción, lo que permitiría pasar este tipo de característica con una mayor frecuencia a las siguientes generaciones. A4 sin embargo, es el único que expone los palillos negros como los que se reproducirán, aunque coincide en su justificación con A1 y A3 al decir que *“fueron los que menos se cogieron”*, llevando a la característica de color negro la posibilidad de una mayor reproducción y por ende una mayor probabilidad de pasar a la descendencia este tipo de caracteres.

Séptima pregunta

Y ¿qué estrategias utilizaron los individuos de esta población para no ser depredados?

A1: *“La manga era verde, así”*

A2: *“Se escondieron”*

A3: *“Entre la arena se confundían los cafés y el negro se reconocía”*

A4: *“Evadir los ataques, por ejemplo un león lo ataca a uno, uno queda en desventaja, pero como los palillos no pueden atacar. Bueno también los negros se escondían en la Tierra”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

Desde las estrategias de los palillos, los estudiantes orientaron sus respuestas a dos razones fundamentales: una desde lo fenotípico (A1, A3 y A4) específicamente en la coloración, característica que ayudaba en el camuflaje; y otra, referenciado a la parte conductual (A2 y A4), donde se evaden los ataques por medio de los escondites. Planteándose de esta manera lo transmisible genéticamente y lo aprendido conductualmente (etología).

Octava pregunta

¿Tiene que ver el medio donde habita una población para que los individuos creen estrategias de supervivencia?

Todos: si

A1: *“El ambiente ayuda en el camuflaje de algunos”*

A2: *“Qué los palillos deben camuflarse para no ser vistos”*

A3: *“Para poder sobrevivir y reproducirse más rápido”*

A4: *“Porque es allí donde se esconden ellas, donde se ubiquen ellas es donde mejor están, es como el ejercicio que usted nos dio de las polillas que se ocultaban en el hollín de los árboles, ellos utilizaban ese hollín para camuflarse de las aves, si eran negras se camuflaban en el hollín negro, si eran blancas se camuflaban en el hollín negro y se las comían, el ambiente no era para ellas”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

Todos plantean que si, por lo que se denota uno de los postulados lamarckianos donde es el medio el que influye para que se den los cambios de hábitos en las especies.

Para A1 es el ambiente el que permite que se de el camuflaje, A2 y A4 posiblemente piensan que son las especies las que eligen el ambiente donde pueden sobrevivir. A3 orienta su respuesta hacia la reproducción para la supervivencia. Así, que también se puede visualizar algunos aspectos de orden conductual y otros de orden fenotípico, lo que puede posibilitar en algunas ocasiones un mayor éxito reproductivo.

Novena pregunta

¿Tiene este juego alguna relación con la Selección Natural? Expliquen su respuesta

A1: *“Si por lo que eran de distintos colores, tenían estrategias para que no se las comieran. Por ejemplo los verdes se camuflaban con las hojas, los negros con la tierra, los más visibles eran los rojos”*

A2: *“Si, porque tenían diferentes formas”*

A3: *“Si, porque luchan por el territorio para convivir en la misma zona, entonces se van perdiendo los animales o los palillos que están sobreviviendo en la misma zona”*

A4: *“Yo no sé si los animales tendrán uso de razón, ellos se esconden donde más puedan vivir, utilizan el medio naturaleza para esconderse. Es que la naturaleza es lo que hace que ellos se puedan camuflar”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1, A2 y A3 responden positivamente a la pregunta. A4 no tiene una respuesta positiva o negativa, sino más bien una forma de indagación. A1 relaciona el camuflaje con una de las estrategias que utilizaban los palillos dependiendo de su color, mencionando de esta manera, la variabilidad entre los individuos (palillos) cuando dice que “*eran de distintos colores*”, relacionando posiblemente la Selección Natural con la lucha por la existencia (camuflaje) en una relación interespecífica (depredador-presa), en donde se corresponden la eficacia del depredador vs la estrategia utilizada por los individuos para no ser capturados. A2 relaciona la Selección Natural con el fenotipo (“*diferentes formas*”). A3 apunta a una lucha por un recurso del medio (el territorio) en una relación intraespecífica, donde posiblemente piensa que en esa lucha desaparecen algunos individuos (palillos). A4 posiblemente esta relacionando la Selección Natural con la capacidad que tienen los animales (palillos) de escoger el medio donde puedan sobrevivir y termina reafirmando la pregunta 8 al decir que “*la naturaleza es lo que hace que ellos se puedan camuflar*”.

Décima pregunta

Dentro de algunas generaciones ¿Cuáles palillos serán los más predominantes?

A1: “*Los verdes*”

A2: “*Los verdes*”

A3: “*Los verdes*”

A4: “*Los verdes y las rojas se extinguen*”

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

Según las respuestas que dieron (A1, A2 y A3) a la pregunta 6, se podría decir que los estudiantes pensaban que al tener los palillos verdes más probabilidades de reproducirse, su característica de color verde puede llegar a ser la más predominante, y por ese motivo los tres estudiantes responden que “*los verdes*”. A4 también responde “*los verdes*” y por su parte aclara que “*los rojos se extinguen*” retomando quizás la gran cantidad de palillos rojos que se capturaron, pero en la respuesta que da en la pregunta número 6 no menciona a los palillos

de color verde, sino a los negros, por lo que se podría decir, que A4 tal vez se dejó llevar por sus compañeros de grupo o quizás si pudo haber pensado que el color verde era la característica más favorable para que en la población llegarán a ser los más predominantes.

En conclusión, se puede decir que para ellos hay características que pueden ser favorables para la especie, ante una presión selectiva, por lo que pasarían con una mayor frecuencia a las próximas generaciones.

8.1.3. Construcción de los estudiantes del concepto selección natural partiendo de elementos históricos y epistemológicos

INSTRUMENTO # 4

IMÁGENES

Según lo que piensas ¿Cuál es la imagen que mejor representa la Selección Natural? ¿Por qué?

A1: *“la imagen 3. por que a medida que pasa el tiempo ellos eran con cueyo corto luego fueron estirando hasta que los se ivan reproduciendo ya que nacia con cueyo largo no tenian que sacrificarse para estirarsen”*

A2: *“la imagen 2 porque en la vida van evolucionado y van cambiado los animales pues por eso debe existir la selección natural en este mundo”*

A3: *“hay bariaciones y cabios y trasformaciones para sobrevivir...”*

A4: *“la imagen numero 4 porque esta es la mas veneficiada para las otras especies por que la selección natural las ayuda para que ellas puedan sobrevivir en su habita para mi esta es la que mas ayuda la selección natural”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 escoge la imagen 3 justificando el estiramiento del cuello a través del tiempo como parte de una necesidad, donde la reproducción facilita pasar a la

descendencia el caracter adquirido de cuello largo. Con esta respuesta, se puede decir que A1 utiliza elementos lamarckianos para su explicación.

A2 selecciona la imagen 2, que combina el creacionismo con la evolución, y en su argumentación retoma aspectos evolutivos y pone a la Selección Natural como mecanismo necesario para que se dé la evolución, aceptando los cambios en las especies. A pesar de que selecciona la imagen 2, en su argumentación no menciona el creacionismo.

A3 no especifica con cual imagen se queda, sin embargo, considera que hay cambios en las especies o en los individuos, atribuyéndole a éstas variaciones o cambios la razón de la supervivencia. Lo anteriormente planteado descarta la imagen 1, en la cual no se hace referencia a ningún tipo de cambios, por lo que su mirada se centraría en alguna de las otras imágenes.

A4 selecciona la imagen 4, argumentando que mediante la Selección Natural las especies se ven beneficiadas, lo que se traduce para A4 en una mayor sobrevivencia en un hábitat determinado, atribuyéndole a la Selección Natural la capacidad de direccionar hacia un tipo de beneficio para la especie.

A1, A2 y A3 admiten los cambios en las especies, claro que por razones diferentes, así, A1 lo ve como una necesidad dependiendo de las exigencias del ambiente, A2 lo ve como una meta que lleva a cabo la Selección Natural y A3 lo ve como una forma de sobrevivir. Para A4 las especies son elegidas y beneficiadas por esta elección mediante la Selección Natural.

INSTRUMENTO # 5

MODELO DE LAS CANICAS

Consideraciones	Número de canicas Redondas	Número de canicas Quebradas
* sobrevivencia	0	3
*muerte	10	2

Primera pregunta: ¿Qué fue lo que hizo que las canicas sobrevivieran o murieran, después de que se presentara el cambio en el ecosistema? Explica tu respuesta

A1: *“al levantar la tabla se rodaron las canicas es decir la que sobrevivio estaba totiada eso iso que sobreviviera”*

A2: *“en el q’ las q’ tenían parte mala sobrevivieron y dieron q’ las otras murieron por motivo de q’ eran redondas por eso no vivieron más”*

A3: *“Que las redondas murieron mas facil y las totiadas se aferraron y pudieron sobrevivir”*

A4: *“lo que hizo que las canicas sobrevivieran fue la características que poseian algunas y nas de ellas estaban quebradas y eso les dio la ventaja de sostenerse y no fracasar y las otras estaban perfetas y totalmente redondas fracazaron y las quebradas lo lograron”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 comenzó diciendo lo que sucedió durante el cambio en el ecosistema, pero al final de su explicación, se podría decir que atribuye la característica fenotípica que en este caso es la forma (*totiada*) a una respuesta de supervivencia ante una exigencia externa.

A2 explica lo que vio sin retomar la teoría de la Selección Natural, es decir, se queda en la descripción del ejercicio. Aunque implícitamente habla de las características que tenían las canicas, tratando así un aspecto fenotípico que podría estar sometido a presiones selectivas por el ambiente.

Se podría decir que A3 atribuye importancia a las características fenotípicas para su éxito o fracaso dentro de un ecosistema, esto porque dice *“Que las redondas murieron mas facil y las totiadas se aferraron y pudieron sobrevivir”*

A4 explica que *“lo que hizo que las canicas sobrevivieran fue la características que poseian”* fenotípicamente por lo que las que estaban quebradas tenían una ventaja sobre las que estaban totalmente redondas.

Se podría decir que para todos los estudiantes fue fundamental las características fenotípicas de las canicas para la justificación de sus respuestas.

Segunda pregunta: Según este modelo ¿Cómo será la forma de las canicas de la próxima generación?

A1: *“pues yo pienso que la proxima generacion sera asi si quedaron 2 canicas quebradas 1 redonda en la proxima generacion seran una quebrada y otra redonda hasta que se reproduzcan todas”*

A2: *“sera cambiada pues en la vida hay formas q’ cambian este modelo para la proxima generacion de desarrollo en el mundo. pueden ser redondas”*

A3: *“vendrian a ser totiadas”*

A4: *“sera la forma quebrada”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 comienza haciendo una suposición después del cambio en el ecosistema colocando como sobrevivientes “2 canicas quebradas 1 redonda” de las cuales todas se reproducen, hasta llegar a nivelarse, por lo que no hace ninguna distinción de la forma de las canicas más frecuentes en las próximas generaciones.

A2 evidencia que las formas vivientes presentan cambios, pero no toma en cuenta la tabla de datos donde todas las redondas perecieron, ya que da la posibilidad de que la forma más frecuente de las canicas de la próxima generación sean las redondas, por lo que quizás parece hacer referencia a una mutabilidad de las especies durante las generaciones.

A3 responde que las totiadas serán las formas más frecuentes en futuras generaciones, lo que es coherente con lo planteado en la respuesta de la primera pregunta, evidenciando que son las características favorables en cada contexto las que serán heredables.

A4 afirma en forma directa que la forma más frecuente de las próximas generaciones son las canicas que estaban quebradas. Aceptando que puede

haber caracteres favorables o desfavorables que pueden pasar a las siguientes generaciones.

A3 y A4 son los que responden que las canicas quebradas, serán las más comunes, diferenciando tal vez, el carácter que puede ser en determinado momento importante para la población. A1 da la posibilidad de llegar a un equilibrio y A2 da la posibilidad de que sean las canicas redondas las más frecuentes en próximas generaciones, sin tener en cuenta el contexto en el cual estas canicas se encuentran.

**Tercera pregunta: ¿En este modelo se representa la Selección Natural? Si___
No___ ¿Por qué?**

A1: *“por que hay canicas redondas y quebradas”*

A2: *“si porque algunos sobrevivian en este mundo la selección natural tiene q’ ver en el cambio del ecosistema”*

A3: *“porque se dividieron redondas con totiadas y quedaron las totiadas”*

A4: *“si porque las que sobrevivieron fueron las que mejor se acomodaron al havita. Gracias a su característica propia”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 responde categóricamente que sí, y parece que le da el valor a la Selección Natural desde la variabilidad de los individuos.

A2 responde que sí. Planteando que las presiones de selección hacen que unos se extingan y otros sobrevivan. Además, relaciona la Selección Natural con cambios en el ecosistema, tal vez lo que quiere decir con esto es que al cambiar las especies también con ellas cambia su entorno.

A3 responde con un sí, siguiendo una coherencia con las respuestas a las primeras dos preguntas. Así, en su justificación se evidencia el éxito y el fracaso al referenciar que *“quedaron las totiadas”* y por fuera del ecosistema (tabla) las redondas.

A4 dice si, argumentando sobre un estado de acomodación que se podría entender como adaptación al medio que esta presentando cambios. Asocia su capacidad de adaptación o acomodación a un hábitat determinado con las características del individuo.

Los estudiantes responden afirmativamente a la pregunta, sin embargo, mencionan justificaciones diferentes. A1 se basa en la variabilidad, A2 en el cambio de las especies junto con su ecosistema, A3 en el éxito y fracaso y A4 en la adaptabilidad de las especies a su medio.

Cuarta pregunta: ¿Las consecuencias o efectos de la Selección Natural son a nivel de poblaciones o de individuos?

A1: *“de poblacion por que estaban en una en una sola poblacion anbas canicas”*

A2: *“las consecuencias pueden cambiar los efectos de un ecosistema puede traer poblaciones o individuos a este mundo”*

A3: *“los individuos totiado y la población son la redonda para mi afectaron a la población.”*

A4: *“si porque los afetados son estos individuos y pobladores ya que por la selección natural estos mueren o perecen o escasean de alimentos”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 contesta que las consecuencias de la Selección Natural son a nivel de población, y su argumentación la basa en que los rasgos fenotípicos de las canicas están en la misma población y es allí donde se ven los efectos de dicha selección.

A2 plantea que son los ecosistemas los que pueden *“traer poblaciones o individuos”*, por lo que se podría pensar que el estudiante le esta dando el poder a estos ecosistemas de acoger o crear esos individuos. Por otro lado, no hace referencia directa a la pregunta.

Se puede llegar a varios supuestos con las respuestas de A3. Por un lado, parece estar pensando que al fracasar todas las redondas afectaron a la población

al quedar únicamente una sola característica (las *totiadas*). También podría estar pensando que las canicas redondas y totiadas hacían parte de la población, donde las redondas fueron afectadas por el cambio en el ecosistema. Por otra parte, también se podría decir que posiblemente estaba pensando a nivel de individuos totiados e individuos redondos, a parte menciona la población.

A4 dice que si para ambos, sin hacer una distinción entre población e individuos. Ve a la Selección Natural como un agente de presión donde se reta a los individuos en sus diferentes condiciones ambientales.

A1 parece evidenciar lo que significa el término “población”. A2, A3 y A4 no diferencian claramente en sus respuestas los términos de población e individuo.

Quinta pregunta: ¿Crees que la Selección Natural puede llevar a la perfección de la especie? Si___ No___ ¿Por qué?

A1: *“si, por que a medida que pasa el tiempo la especie se cambia cada vez mas”*

A2: *“si porque uno cambia de acuerdo a la selección natural q’ uno escoga en esta vida pues las especies pueden cambiar”*

A3: *“si porque puede aver evolución de las totiadas.”*

A4: *“si porque la selección natural se encarga de veneficiar o perjudicar a los pobladores e individuos”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 responde que si y apoya su argumentación en el planteamiento de que las especies van presentando cambios progresivos que se dan a través del tiempo.

A2 da una respuesta positiva a la pregunta, argumentando que las especies cambian pero como si hubiera diferentes caminos en la Selección Natural o diferentes Selecciones Naturales, que el individuo o las especies pueden escoger para llevar a cabo esos cambios.

A3 responde positivamente a la pregunta, tal vez pensando que a partir de un reto ambiental, las canicas totiadas llegarían a un paso más alto de la evolución, entendido hacia la perfección.

A4 contesta positivamente a la pregunta planteando el direccionamiento de la Selección Natural hacia la perfección, aunque en su justificación plantea la función de la Selección Natural como aquella que beneficia o perjudica a los individuos.

El grupo participante responde con un si rotundo a la pregunta, A1 y A2 lo sustentan a partir de los cambios en las especies. A3 habla de cambio únicamente en las canicas totiadas y A4 lo menciona desde el beneficio o perjuicio que ejerce la Selección Natural sobre los individuos.

INSTRUMENTO # 6

LOS PINZONES DE DARWIN

Primera pregunta: ¿Es importante que dentro de una población exista variación entre sus individuos? Si___ No___ ¿Por qué?

A1: *“si por que al pasar el tiempo las especies van cambiando su forma de ser y de unir en este caso lo que cambio a esta especies es sus picos”*

A2: *“si porque los de pico chiquito pueden tener o traer la comida comen semilla pues los grandes no pueden comer cosa pequeña pues le da dificulta eso por eso debe existir la variacion entre los animales”*

A3: *“si para indentificar la expecie”*

A4: *“Si porque la variación de carateristicas en una especie puede ayudar para que esta especie no desaparesca ya que por su variedad de caracteristicas pueden ayudarse para susistir”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

Para A1 es importante la variabilidad entre los individuos de una población y en su explicación atribuye la presencia de cambios en las especies a medida que pasa el tiempo. Parece ser que también piensa que éstos cambios se dan en la forma conductual y fenotípica, ya que dice que *“van cambiando su forma de ser y (...) sus picos”*.

A2 dice que si es importante que exista variación entre los individuos. Su razón es que puede haber una variación entre el pico y el alimento, generando de esta manera nichos diferentes. Esto porque A2 dice que los de pico grande no pueden comer “*cosas pequeñas*” y los de “*pico chiquito*” solo consumen semillas. Parece ser que para A2 la variación es importante porque no genera grado de competitividad en una sola clase de alimento para cada tipo de pico.

A3 plantea que si es importante que exista una variación entre los individuos de una población, pero lo argumenta en que es necesario “*para indentificar la especie*” lo que podría llevar a pensar que tal vez no hay una claridad en lo que es población y especie, aduciendo únicamente a la clasificación, reduciendo las variaciones en los individuos a un asunto de identificación.

A4 dice que si, Atribuyendo a la variación la capacidad de “*ayudar*” a que las especies no se extingan o podría estar pensando que las variaciones permiten a las especies que ante diversas presiones selectivas puedan subsistir.

Todos los estudiantes responden positivamente, A1 y A2 lo basan en los picos y su tipo de alimentación, A3 en la clasificación de las especies y A4 en la forma en que una variación puede ayudar a las especies en su subsistencia.

Segunda pregunta: ¿Qué características de determinados individuos de la población pueden pasar más fácilmente a la descendencia?

A1: “*yo pienso que los de pico mas pequeño*”

A2: “*q’ puede pasar mas fácilmente los pinzones de pico largo pueden sobrevivir en esta vida pues los medianos fueron muy escasos en la vida*”

A3: “*las carateristicas sus picos que darian decendencia*”

A4: “*la característica de los de pico grande porque su pico puede hacer la diferencia entre alimentos grandes o pequeños ya que su pico es fuerte y espacioso*”

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 piensa *“que los de pico mas pequeño”* es la característica que podría heredar la descendencia más fácilmente, de esta manera se podría decir, que A1 escoge uno de los extremos de los diferentes tipos de pico (selección direccional).

A2 orienta su respuesta a la forma de los picos, planteando que son los picos largos los que pueden sobrevivir. Por otro lado, en la segunda parte de su respuesta donde *“los medianos fueron muy escasos”* posiblemente lo basa en el último párrafo del texto, donde se afirma que el 84% de los pinzones medianos de la población desaparecieron.

A3 responde que las características que se pueden pasar a la descendencia se centran exclusivamente en los picos de los pinzones, pero no justifica el porqué.

A4 plantea que la característica que pasa a la descendencia es la de *“pico grande”* y lo argumenta desde la ventaja competitiva que tiene este tipo de pinzones al ser su pico *“fuerte y espacioso”* para la alimentación.

A3 no escoge algún tipo de pico, más bien parece seleccionarlos a todos para que puedan pasar su carácter a las próximas generaciones. A1, A2 y A4 escogen un tipo de pico diferente, pero todos parecen haberse basado en la forma de alimentación que cada uno de los pinzones tenía.

Tercera pregunta: ¿En qué casos de la naturaleza se podría explicar el postulado de Darwin acerca de que “en cada generación se producen más descendientes de los que pueden sobrevivir”?

A1: *“yo entiendo que a medida que se reproduce una especie es muy difícil de que se acabe esa especie por los van muriendo pero de todos modos siguen en la reproducción”*

A2: *“en q’ los individuos se ivan muriendo y los otros ivan sobreviviendo con comida uno se reproducida asi en como lo asia Darwin en esa vida”*

A3: *“la evolución:*

ej: la jirafa estira su cuello y pasa a las jeneraciones.”

A4: *“en el caso de reproducion Grande como el de las tortugas ya ellas ponen cantidades de huevos para que al menos la mita puede sobrevivir y crecer y reproducirse para que no se acabe la especie de ellas”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

Se podría decir que A1, orienta su respuesta hacia la eficacia reproductiva, soportando en ésta la supervivencia de una especie.

A2 solo da la posibilidad de sobrevivir mediante la alimentación, fuera de esta restricción las especies morirían.

A3 expresa que es en el caso de la evolución en el que se explica el tercer postulado de Darwin, poniendo como ejemplo, el estiramiento del cuello de las jirafas, por lo que se podría decir que A3 sigue pensando en un perfeccionamiento de las especies debido a las exigencias ambientales, sin hacer distinción entre postulados lamarckianos y darwinianos.

A4 expone con el ejemplo de las tortugas que la gran cantidad de huevos es “*para que al menos la mita puede sobrevivir y crecer y reproducirse*” lo que daría lugar a un suceso selectivo, reconociendo que es en este postulado donde se explica que sólo una pequeña parte de los descendientes sobreviven el tiempo necesario para llegar a reproducirse.

A1 y A4 orientan su respuesta hacia la reproducción, aunque en A4 se evidencia un mayor acercamiento a este postulado darwiniano. A2 en la alimentación para que pueda haber reproducción y A3 basa su respuesta en uno de los postulados lamarckianos.

Cuarta pregunta: Después de la sequía por la que tuvieron que pasar los pinzones ¿cuáles fueron los pinzones que más sobrevivieron? ¿A qué se deberá esto?

A1: *“yo creo que los de pico mas pequeño por lo que uno una escases de semillas, al ser el pico más pequeño podía coger las pocas semillas que quedaron”*

A2: *“fueron los de pico largo y chiquito a q’ se cambia el ecosistema porque en la vida no es lo mismo pues iban muriendo porque los medianos iban llenando esa vida de desaparecidos y muriendo”*

A3: “el 84% de la población ubo tales desastres naturales y seco todo y por eso y van muriendo”

A4: “los que sobrevivieron fueron los de pico grande largo y pequeños esto se dio a que la sequía escacio los alimentos y los pinzotes eran cantidades de pajaros y ellos se tenian que pelear o luchar por los alimentos los de pico grande largo y pequeño fueron los unicos que sobrevivieron”

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 responde que los de pico más pequeño serían los que más sobrevivieron, atribuyendo al pico su capacidad de competir por el alimento, que en este caso era de semilla muy fina (bastante pequeña), lo que le daría una ventaja comparativa ante los pinzones de pico mediano y grueso.

A2 expresa que los pinzones que más sobrevivieron a la sequía fueron los de “*pico largo y chiquito*” apelando a los continuos cambios a los que está sometido un ecosistema, sin embargo, en la segunda parte de su respuesta parece colocar también a los pinzones de “*pico largo y chiquito*” como parte de los pinzones que más desaparecieron ya que cuando continúa con la explicación de su respuesta acerca de estos pinzones dice que estos “*ivan muriendo*”.

A3 podría estar planteando que el 16% restante, son los que sobrevivieron, sin hacer referencia a un tipo de pico específico. Y en la segunda parte de su respuesta, posiblemente en su argumentación plantea que esto se debe a desastres naturales que a medida que la sequía era más intensa iban muriendo las especies que se encontraron dentro del 84%.

A4 coloca en su respuesta los pinzones que más sobrevivieron a los dos extremos (“*los de pico grande largo y pequeños*”), apelando de esta manera a una selección de tipo diversificadora; en su argumento se encuentra que las razones fue la escasez de alimentos, lo que llevo a los pinzones a una competencia entre ellos.

A3 basa su respuesta en los porcentajes dados en el texto, A1 y A4 coinciden en sus respuestas en cuanto mencionan la competencia por el alimento. A2 atribuye

a los pinzones de “*pico largo y chiquito*” como aquellos que más sobrevivieron, pero también como aquellos que fueron desapareciendo.

Quinta pregunta: En la mayoría de las poblaciones, algunos individuos tienen más éxito en los apareamientos y en la producción de descendientes que otros. ¿A qué crees que se deba esto?

A1: “*yo digo que en este caso la enbra esogeria a los de pico mas grande por lo que puede coger mas comida para sus hijos*”

A2: “*se debe a q’ algunos fueron cambiado de uno a uno y por eso algunos desinenden y cambia el mundo de uno pues tienen q’ ver mucho con el ecosistema porque uno cambia como quiere cambiar*”

A3: “*a que se puede que unos tengan más éxito que otros*”

A4: “*esto se debe a que algunos individuos de las poblaciones se reproducen mas y dejan mas cantidades de crias que otros y por eso algunos tienen éxito y los otros no*”

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 parece plantear que los pinzones de mayor capacidad, en este caso los de pico grueso, serían los que llegarían a tener éxito reproductivo, posiblemente lo asocia a la capacidad de conseguir alimento para su descendencia, lo que a su vez generaría mayor frecuencia de la característica de pico grueso.

A2 atribuye los cambios en los individuos con el éxito reproductivo y relaciona estos cambios con el ecosistema. Además, cuando dice “*uno cambia como quiere cambiar*” se podría decir que está dando el poder a los individuos para cambiar fenotípica o genotípicamente cuando se desee, sin necesidad de hallan presiones selectivas en el ecosistema. Por otro lado, A2 atribuye a los cambios en los individuos la razón de su descendencia, pero no específica porque unos individuos tienen más éxito reproductivo que otros.

A3 orienta su respuesta a una afirmación del postulado de la pregunta sin llegar a ninguna justificación.

En su respuesta A4 parece estar diciendo lo mismo del enunciado de la pregunta sin adentrarse a las razones por las cuales se da éste postulado. Así que

en su explicación, atribuye el éxito reproductivo a aquellos individuos que dejan una mayor cantidad de descendientes y tienen una mayor reproducción, pero no argumenta el porqué. Por otro lado, parece que A4 reconoce que en una población se encuentran los individuos, aunque no especifica que sean de la misma especie.

A1 asocia su respuesta al éxito competitivo entre los pinzones por alimento, A2 habla de los cambios en las especies relacionándolo con cambios en el ecosistema y A3 y A4 no llegan a argumentar la razón de su respuesta.

Sexta pregunta: ¿Cómo se puede evidenciar la Selección Natural en los pinzones?

A1: *“si porque unos tenían picos grandes, otros los tenían medianos y los otros los tenían pequeños”*

A2: *“si porque algunos tuvieron q’ utilizar un medio de contaminación por el cual uno debe tener con quien contar x ser mejor el mundo y como encontrar una vida en los pinzones”*

A3: *“por su pico esa es la característica principal”*

A4: *“se puede evidenciar en la sequia que hubo en este habita porque esto viene siendo una consecuencia de la selección natural”*

ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS

A1 comienza con una afirmación, basando su respuesta en la variabilidad de los picos.

A2 dice que si se evidencia la Selección Natural actuando en los pinzones, sin embargo, en su justificación solo menciona aspectos como contaminación y vida en los pinzones, como si los pinzones tuvieran que pasar por un medio de contaminación para poder llegar a estar en un mejor mundo.

A3 responde desde una característica fenotípica (el pico). Lo que puede llevar a interpretaciones como: la importancia del tamaño de los picos, en relación al tipo de alimentación o el pico como un medio de defensa o el pico como un medio de atracción sexual.

A4 opina que es en la sequia de 1977 donde se pudo evidenciar la acción de la Selección Natural, pero aparte dice que “*esto viene siendo una consecuencia de la selección natural*” por lo que parece estar viendo a la Selección Natural actuando sobre los bioclimas de un lugar determinado y no sobre las poblaciones.

A1 y A2 comienzan con una afirmación a la pregunta, pero llegan a justificaciones diferentes. A1 y A3 tienen en cuenta la variabilidad fenotípica en su argumentación y A4 ve en los bioclimas la razón por la cual actúa la Selección Natural.

8.2. ANÁLISIS GENERAL DE CADA UNO DE LOS ESTUDIANTES DEL GRUPO PARTICIPANTE

En este apartado se pretende dar cuenta de la estructura teórica de cada uno de los estudiantes del grupo participante en la explicación que dan para la evolución y el mecanismo Selección Natural, retomando para cada uno de ellos los instrumentos que se implementaron. (Ver anexo número___)

A1

***Primer momento**

- Concepto Selección Natural

En el primer instrumento su idea de Selección Natural está enmarcada en una forma de escoger u organizar cada especie, donde existe quien cumple con esta tarea, en una forma de Selección Artificial, en la cual es el agente selector quien identifica los mejores ejemplares para la reproducción.

En el segundo instrumento admite que existe la Selección Natural pero aún no parece ser capaz de definirla, o al menos en este instrumento, ya que solo se limitó a la descripción de las imágenes; aunque también se podría pensar que posiblemente estaba planteando la Selección Natural relacionada con la variabilidad de lo biótico, teniendo en cuenta los cambios ambientales por los que

pasa una población, ya que menciona a los troncos con o sin hollín como parte de la Selección Natural.

- Conocimientos sobre teorías evolutivas y conocimientos históricos de esas teorías

En cuanto a esas teorías evolutivas no hace referencia a alguna de ellas, solo menciona la teoría celular como una teoría evolutiva, por lo que se llega a pensar que la estudiante no encuentra alguna distinción entre las teorías evolutivas y otras teorías biológicas que si bien pueden entrar a explicar algunos procesos evolutivos, no hacen parte del mismo.

La estudiante evidencia un recorrido de los seres humanos en la búsqueda del conocimiento, especialmente de sus orígenes.

En sus respuestas también aparecen elementos de temporalidad, término importante en el manejo de las teorías evolutivas.

★ Segundo momento

Desde las respuestas en el instrumento 3.1 se ven ciertos elementos lamarckianos en su explicación, ya que menciona la necesidad del individuo para alimentarse ante unas circunstancias ambientales adversas, que obligan a las jirafas a esforzar uno de sus órganos para llegar a sobrevivir. Tal como lo mencionó Lamarck *“las circunstancias influyen sobre la forma y la organización de los animales, es decir, que al volverse muy diferentes cambian, con el tiempo, esta forma e incluso la organización por medio de modificaciones proporcionadas”*, A1 por su parte toma en cuenta el tiempo para que se produzcan cambios en la forma fenotípica de los organismos, jirafas en este caso, *“poco a poco se iba alargando su cuello (...) ya después de tanto tiempo”*.

Tomando otro de los pensamientos de Lamarck, se puede hacer una nueva comparación con la explicación de la estudiante, así:

Lamarck postula que *“al haber nuevas necesidades que han convertido en necesaria una u otra parte, mediante una serie de esfuerzos, y que seguidamente su uso sostenido la ha fortificado poco a poco, la ha desarrollado, y ha terminado por agrandarla considerablemente”* la serie de esfuerzos la menciona A1 cuando

dice “*las jirafas se tenían que esforzar para poder alimentarse*”, las nuevas necesidades fueron generadas por las circunstancias, donde A1 es conciente que el alimento (follaje) solo se encontraba en la parte baja de los árboles, tal y como se observaba en la imagen, y el uso sostenido (el esfuerzo que hacían las jirafas para alcanzar el alimento) hizo que fueran “*saliendo ya con cuello largo*” como lo afirma A1.

Ya en el instrumento 3.2, centra su mirada en aspectos fenotípicos, planteando que los contrastes ambientales, en este caso el color, permiten al depredador tener una mayor eficiencia y por ende afectando la población de presas y la frecuencia en que los caracteres son transmitidos a las próximas generaciones.

★ Tercer momento

En el instrumento 4, A1 elige la imagen que explica uno de los postulados lamarckianos donde se encuentra la imagen clásica del estiramiento del cuello de las jirafas, donde al presentarse la herencia de los caracteres adquiridos, los descendientes, tal como lo dice A1 “*no tenían que sacrificarse para estirarse*” ya que hubo quienes habían tenido que hacer este esfuerzo.

En cuanto al instrumento 5, en la segunda pregunta, coloca en el mismo nivel después de un periodo reproductivo, el número de individuos de ambas características, a pesar que en algún momento una de las características fue seleccionada negativamente. Esta afirmación tal vez, es porque para muchos y quizás también para A1 se dificulta “*entender que si un genotipo (o genotipos) esta seleccionado a favor, otros lo estarán en contra*” (Mestres, 2002). El genotipo en este caso es manejado dentro de los instrumentos como las diversas características que poseen los individuos.

Por otra parte, A1 menciona la variabilidad dentro del marco de la Selección Natural, enmarcados en las distintas características fenotípicas, así en una parte toma en cuenta, los colores “*blanca y negra*” y en otra la forma “*redondas y quebradas*”, también habla de la variabilidad en los colores de los palillos, para justificar el término de camuflaje, algo que les permitió sobrevivir o morir; esto se demuestra en la pregunta 3 del instrumento 5, en la pregunta 3 del instrumento 2 y en el instrumento 3.2.

A1 está reconociendo las consecuencias de la Selección Natural a nivel de poblaciones, y su actuación inmediata en los individuos de esa población, es decir, parece que al mencionar “*en una sola población ambas canicas*” pone de manifiesto la selección actuando sobre las variaciones de los individuos, donde aquellos que llegaron a sobrevivir y a tener un éxito reproductivo más alto, serán los que algunas de sus características (caracteres) tendrán más probabilidades de pasar a otras generaciones con una mayor frecuencia, por lo que las consecuencias o el cambio que se genere después de la Selección Natural será en las poblaciones y no en los individuos. Pero A1 también mira la Selección Natural como un proceso que puede llevar a la perfección de la especie a través del tiempo, acomodándose un poco con la filosofía de la teología natural (famosa en la Inglaterra victoriana) donde se tenía “*la creencia (...) en un mundo perfecto*” (Ernst Mayr, 1992), aunque también puede entrar en una mirada un poco lamarckiana, donde las especies se van perfeccionando a medida que se van volviendo más complejas.

En el instrumento 6 la estudiante ya no solo está tomando en cuenta la variabilidad fenotípica, sino también hace referencia a una variación conductual “*las especies van cambiando su forma de ser y de vivir*”.

Además, basándose en esta variación fenotípica, parece en parte ubicándose en una selección direccional, ya que en las preguntas 2, 4 y 5 del mismo instrumento, dirige su atención a una dirección particular dependiendo de las circunstancias que se lleguen a presentar, así los de “*pico más pequeño*” serían los que sobreviven en una sequía (cambio ambiental brusco) y los que pasan sus caracteres más frecuentemente que otros, pero al hablar de éxito reproductivo, escoge otro tipo de pinzón “*los de pico grande*”, separando de esta manera el éxito reproductivo del término de herencia.

A la final, la estudiante termina tomando en cuenta en sus explicaciones elementos de la Selección Natural, población, variación en los individuos de esa población, reproducción y supervivencia, y los intenta explicar en ocasiones desde los postulados darvinianos y lamarckianos.

A2

★ Primer momento

- Concepto Selección Natural

Tanto en el instrumento 1 como en el instrumento 2, no define el concepto Selección Natural, orientando su respuesta hacia asuntos de contaminación y calidad de vida.

- Conocimientos sobre teorías evolutivas y conocimientos históricos de esas teorías

A2 parece no diferenciar las teorías evolutivas de otras teorías biológicas y de otras que son religiosas, ya que menciona al creacionismo y a la evolución como si hicieran parte de lo mismo. A su vez, se acerca más a la teoría creacionista, evidenciándose esto en la respuesta 5 del primer instrumento.

Estas teorías para A2 surgieron por un solo científico, dejando de reconocer el trabajo de toda una comunidad, así que no existe ningún tipo de refutaciones, estas simplemente son comunicadas.

★ Segundo momento

A2 durante el recorrido por el museo universitario mostró dificultad para definir lo que era especie, llevándola a “*divisiones en los animales*” lo que podría presentar dificultades en la construcción del concepto Selección Natural, sin hacer distinciones entre individuo, especie y población.

En el instrumento 3.1 aunque admite que hay Selección Natural no se encuentra una definición de la misma y su explicación es mediada por algunos elementos lamarckianos “*grandes cambios en las circunstancias producen grandes cambios en las necesidades de los animales*” los grandes cambios en las circunstancias era la escasez del follaje en la parte inferior de los árboles, que para A2 fue la razón para que tuvieran “*el cuello mas alargado*”, los grandes cambios en las necesidades de los animales es el hecho de que “*tuvieron q’ alcanzar su comida para poder sobrevivir*” haciendo según Lamarck que “*se use con preferencia*” determinada parte del cuerpo, en este caso el cuello, por lo que para A2 la población terminaría con “*el cuello mas alargado*”.

En el modelo depredador-presa A2 hace referencia al manejo de un buen o mal camuflaje tomando en cuenta la variabilidad fenotípica de los palillos, donde el

depredador prefiere a aquellos que puedan visualizar más fácilmente, reduciendo de esta manera las probabilidades de supervivencia y reproducción de algunos individuos.

★ Tercer momento

En el instrumento 4, A2 comienza a mostrar la Selección Natural como algo que ayuda para que los animales sufran cambios o evolucionen, claro que también se podría pensar que muestra la Selección Natural como algo que está presenciando éstos cambios. Pero finalmente no está clara la concepción que tiene de este concepto, aún parece no ser capaz de comprender su funcionalidad. Claro que en el instrumento 5 vuelve a hacer referencia a la Selección Natural como algo que produce cambios en las especies y en su ecosistema como si no fuera uno de los mecanismos de la evolución, sino la evolución en sí. Aunque lo más importante en la estudiante, es que en la mayor parte de sus respuestas menciona su aprobación a la mutabilidad de las especies y con ésta a la evolución.

Por otra parte, A2 está relacionando el éxito reproductivo con los cambios en los individuos, cambios que según la estudiante *“tienen mucho que ver con el ecosistema”*, así probablemente al cambiar el ecosistema cambia también la forma de reproducción de las poblaciones que habitan en ellas, esto se evidencia en la respuesta a la pregunta 5 del instrumento 6.

A3

★ Primer momento

- Concepto Selección Natural

A3 piensa la Selección Natural como un asunto taxonómico en ambos instrumentos, así la Selección Natural termina por escoger o más bien clasificar las diferentes especies.

No hace referencia a algún concepto que se utilice dentro de la Selección Natural.

- Conocimientos sobre teorías evolutivas y conocimientos históricos de esas teorías

En el instrumento 1, el estudiante se centra en el creacionismo para explicar las teorías que él separa como creacionista y evolutiva, pero no diferencia cuáles son

las teorías evolutivas, mencionando como parte de ellas una teoría religiosa escrita en el Génesis y una teoría que mezcla lo evolutivo con lo religioso.

En cuanto a la razón por la cual expresa que estas teorías surgieron, es el intento de dar respuesta a varios orígenes tanto del hombre como del planeta, sin desviarse a otros paradigmas.

★ Segundo momento

En el instrumento 3.1, A3 atribuye a la lucha por la supervivencia la razón por la cual el cuello se estira, con lo que se podría decir que existe algunos elementos lamarckianos en su explicación, ya que en la primera ley de Lamarck se encuentra que *“en todo animal (...) el uso más frecuente y sostenido de un órgano cualquiera fortifica poco a poco este órgano, lo desarrolla, lo agranda y le da una potencia proporcional a la duración de este uso”* para A3 también el esfuerzo ejercido por tratar de *“alcansar algo”* es lo que hizo que el cuello de las jirafas se desarrollara y se agrandara. Este tipo de pensamiento se aleja de los postulados de la Selección Natural de Darwin, aunque en el instrumento 3.2, toma en cuenta uno de los conceptos esenciales dentro de la Selección Natural, que es la variabilidad en los individuos y sus mecanismos de supervivencia.

Por otra parte, en el mismo instrumento, hace alusión a la constante competencia por el *“territorio”* entre depredador y presa, razón por la cual se disminuiría la población de polillas.

★ Tercer momento

A3 comienza a hacer alusión a los cambios, aunque no especifica si de lo biótico o de lo abiótico, para dar una explicación de la Selección Natural, evidenciado en el instrumento 4.

En los instrumentos 5 y 6 trae a colación el concepto de variabilidad en cuanto a la forma, en una parte hace referencia a redondas y totiadas y en otra a los diversos tamaños de pico de los pinzones, reconociendo la variabilidad como un factor importante en la Selección Natural, y según el éxito diferencial en algunos individuos el estudiante reconoce que serán estos caracteres los que heredarían los descendientes, esto al decir que la forma más frecuente de las canicas de las próximas generaciones *“vendrían a ser totiadas”*.

Por otra parte, en las respuestas a los mismos instrumentos vuelve a retomar algunos elementos lamarckianos y uno de ellos es el que comparte Lamarck y otros naturalistas con la teología natural, donde se cree en la perfección de los organismos. Así, A3 cree que la Selección Natural puede llevar a la perfección de la especie, diciendo en su explicación que “*puede aver evolución de las totiadas*” lo que para Lamarck sería una “*gradación muy positiva*” y lo que para los teólogos sería donde un ser perfecto como Dios, tiene cuidado en crear un “*mundo perfecto*” o simplemente tiene cuidado en que se pueda llegar a la perfección.

En cuanto a lo que dice Lamarck de los caracteres adquiridos “*bajo la influencia del empleo predominante de un órgano (...) lo conserva a través de la generación a los nuevos individuos*” A3 explica que la “*jirafa estira su cuello y pasa a las generaciones*” el empleo predominante de un órgano, en este caso sería el cuello de la jirafa, el cual se ha estirado y este carácter adquirido es conservado para pasar a las siguientes “*generaciones*”

A4

***Primer momento**

- Concepto Selección Natural

A4 parece estar colocando a la Selección Natural como un agente selector en la naturaleza, pero son las propias especies quienes escogen el sitio donde puedan sobrevivir. Esto guarda cierta concordancia con las respuestas que da en el instrumento 2 cuando toma en cuenta el camuflaje y la variabilidad fenotípica, así como los cambios ambientales, para dar explicación del porque hubo Selección Natural en la población de polillas *Biston betularia*.

- Conocimientos sobre teorías evolutivas y conocimientos históricos de esas teorías

El estudiante no menciona ninguna teoría evolutiva, más aún, habla acerca de otro tipo de teorías, dos de ellas (teoría de la generación espontánea y la teoría de la creación), en algún momento aceptadas totalmente por la comunidad científica, aunque la teoría de la creación hoy en día goza de una gran influencia en el pensamiento de muchas personas. Aparte, solo considera a los filósofos como los

únicos que han pensado en éstas teorías con único fin de llegar a responder a la pregunta del origen del hombre.

A4 se aferra más a la teoría del creacionismo, evidenciado en su respuesta 5 del primer instrumento, donde expresa que *“el tiempo que ha transcurrido desde la creación del hombre”*.

★ Segundo momento

A4 al expresar que *“puede ser que su cuello creciera”* se alcanza a visualizar un acercamiento a algunos elementos lamarckianos desde donde él soporta la explicación de Selección Natural, pero entendida como algo que aparece espontáneamente y que no requiere ningún esfuerzo por parte de las especies para poder adquirir una característica fenotípica, en este caso que el *“cuello creciera”*, combinándose de esta manera ambas teorías sin hacer una distinción de cada una.

Sin embargo, el estudiante considera uno de los postulados lamarckianos como el más *“creible”* para la explicación del cuello largo en las jirafas, de hecho menciona el esfuerzo que tuvieron que hacer las jirafas ante unas circunstancias adversas (falta de alimento) para poder sobrevivir, Lamarck lo expresa como *“la influencia de las circunstancias sobre las acciones y las costumbres de los animales (...) modifican su organización y sus partes”*; la influencia de las circunstancias sería para A4 *“la desesperación de alimentarse”* y la costumbre de las jirafas sería la condición de alimentarse de la parte baja del follaje de los árboles, el cual al agotarse exigía esfuerzos para alcanzarlo, lo que causó que el cuello de las jirafas *“creciera”* (modificaran su organización y sus partes).

En el instrumento 3.2 cuando hace referencia a que las especies se ubican *“en donde mejor están”* se entiende como si la especie es la que escoge el sitio donde más probabilidades tienen para sobrevivir, siguiendo con los mismos planteamientos del primer instrumento.

★ Tercer momento

En instrumentos anteriores A4 plantea la Selección Natural como un ente que direcciona hacia el perfeccionamiento de las especies, brindándoles la posibilidad que elijan el sitio adecuado para su supervivencia. En concordancia con estos

planteamientos, en el instrumento 4 elige la imagen 4, donde reitera que la Selección Natural “ayuda” a las especies para que “*puedan sobrevivir*” aquí no evidencia una selección negativa, sin embargo, en el instrumento 5 si habla de ello, cuando dice que la Selección Natural “*se encarga de veneficiar o perjudicar a los pobladores*”, por lo que se podría encontrar una contradicción con la idea del perfeccionamiento de las especies.

Tanto en el instrumento 5 como en el 6, toma en cuenta la variabilidad de los individuos como aquello que les da la ventaja de subsistencia para la población al enfrentarse a distintos cambios ambientales, dicho de otra manera, esta variabilidad es lo que ayuda a que la “*especie no desaparesca*”.

Con estos últimos dos instrumentos A4 tiene un acercamiento a los postulados darvinianos de la Selección Natural, ya que en sus explicaciones menciona la variabilidad de los individuos que forman una especie, la frecuencia de aparición en otras generaciones de una variación que es más favorable, el gran número de descendientes que no pueden sobrevivir “*las tortugas (...) ponen huevos para que al menos la mita pueda sobrevivir (...) y reproducirse*”.

9. CONCLUSIONES

Con relación a las ideas previas, extraídas de los dos primeros instrumentos se encuentran en las respuestas de los estudiantes algunas carencias en torno del tema de evolución biológica y Selección Natural, en la medida en que no hacen distinciones entre los principios de las teorías biológicas y aquellas que son religiosas, de las teorías evolutivas, además miran la Selección Natural como un agente selector.

A partir del análisis de los demás instrumentos se podría inferir en las explicaciones de todo el grupo participante algunas ideas relacionadas con postulados Lamarckianos, donde lo más comúnmente encontrado en sus respuestas, era el uso y desuso de las partes por la influencia de las circunstancias y la herencia de los caracteres adquiridos.

Todos los estudiantes expresaron que la Selección Natural lleva a la perfección de la especie, pensando lo mismo de la evolución como si fuera lineal, evidenciándose rasgos epistemológicos contruidos desde la cultura y de un posible pensamiento teológico natural.

Durante el proceso de intervención y su posterior análisis, el grupo participante comenzó a diferenciar términos que se requieren para la comprensión del concepto Selección Natural, tales como: individuo, especie y población, tiempo geológico, supervivencia y reproducción, variación de los individuos que forman las especies, además de la herencia de las variaciones más favorables para la población en un determinado contexto.

El proceso de aprendizaje del concepto Selección Natural, requiere de un tiempo más prolongado para que se pueda llevar a cabo toda una orientación de dicho proceso mediante la Historia y la Epistemología de las Ciencias, ya que se percibió en el grupo participante una dificultad para construir conceptos tan abstractos.

9.1 IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

La historia y la epistemología de las ciencias pueden ser orientadores de los procesos de aprendizaje de conceptos abstractos como el de Selección Natural, por lo que las estrategias didácticas implementadas para llevar a cabo este proceso de investigación se basaron en éstas. Así que se plantearon unos objetivos que tomaban en cuenta la construcción de conceptos desde el conocimiento previo de los estudiantes en unas condiciones históricas particulares, mostrando a su vez diversas construcciones de pensamiento científico, teniendo en cuenta la forma en que se dio este tipo de construcciones desde lo cultural, político, religioso, económico y social; que juntos son los que conforman la historia de un concepto científico.

Es por este motivo, que el diseño de los instrumentos y su posterior desarrollo pudieron mostrar a los diferentes tipos de pensamiento del grupo participante, una ciencia que es inacabada, que vive por las constantes discusiones que se dan dentro de una comunidad científica.

Es la epistemología en la historia de las ciencias la que posibilita reconocer en los estudiantes sus diversas posturas y compararlas con pensamientos semejantes de otras épocas y poder desde allí llevar un proceso de aprendizaje adecuado para cada estudiante.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AUDERSIK, Teresa y AUDERSIK, Gerald (1997). "Biología, la vida en la Tierra". Cuarta edición. Editorial PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA S.A, México.
- AYALA María Mercedes, MALAGÓN Francisco y GUERRERO Germán (2004). "La enseñanza de las Ciencias desde una perspectiva cultural". Revista Física y Cultura (Colombia). Cuadernos sobre Historia y enseñanza de las Ciencias, Núm. 7, pág. 79-91.
- BAR R. Aníbal y VALENZUELA D. Sergio (2006, Septiembre). La Evolución como Modelo de Explicación en los Textos Escolares. Revista de epistemología de Ciencias Sociales, Cinta de Moebio, N° 26. Extraído el 10 de Agosto de 2007 desde
<http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/moebio/26/bar.htm>
- BARAHONA, Ana y MICHÁN, Leyla (2002): "La Historia de la ciencia". Facultad de ciencias UNAM. Extraído el 8 de Junio de 2007 desde
<http://201.116.18.153/laciencia/historia/historia.htm#3>
- BARAHONA, Ana, SUÁREZ Edna y MARTÍNEZ Sergio. Filosofía e historia de la biología. Editorial UNAM, 2004. Extraído el 10 de Agosto de 2007 desde
<http://books.google.com.co/books?id=VTHicmfbu28C&dq=filosofia+e+historia+de+la+biologia>
- BASSEY, Giovanni. Evolución, Selección Natural, Darwinismo e imperfección del archivo geológico. Recursos Marinos, Prog. de investigación, ACG. Revista informativa Vol. 2 - No. 1 Enero - Junio 1995. Costa Rica. Extraído el 15 de Agosto de 2007 desde
<http://www.acguanacaste.ac.cr/rothschildia/v2n1/textos/22.html>.
- BROWNE Janet (2007). "La Historia del origen de las especies de Charles Darwin". Traducción de Ricardo García Pérez. Primera edición. Editorial Rondon House Mondadori Ltda, Bogotá.
- BURKHARDT Frederick (1996). "Cartas de Darwin (1825-1859)". Traducción de Ana María Díez. Editorial CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.

- CAMACHO G. Johanna Patricia y GALLEGO B. Rómulo. “Ley Periódica: una reflexión didáctica desde la Historia de las ciencias”. Revista Educación Química, Vol. 18, Núm. 4, 2007. Pág. 278-288. Extraído el 18 de Julio de 2007 desde <http://dialnet.uniroja.es/servlet/articulo?codigo=260391>
- CANGUILHEM Georges (1987): “dos ensayos sobre Charles Darwin” Sociología (Colombia), Revista de la Facultad de Sociología de UNAULA. Núm. 10, Julio, pp. 6-19
- CARR, Edward H (1991). “¿Qué es la Historia?” Editorial Ariel S.A, Barcelona. pp. 49-76
- DARWIN, Charles. “Viaje de un naturalista, antología”. Alianza editorial SALVAT Editores, S.A. traducción de Víctor Pzancoyalba (1972), España.
- DARWIN, Charles (1859). “El origen de las especies por medio de la Selección Natural”. Tomo 1. Traducción hecha por ZULUETA Antonio (1930). Segunda edición. Editorial ESPASA-CALPE, S.A, Madrid.
- DARWIN, Charles. “Autobiografía y cartas escogidas”, 1. Selección de Francis Darwin (1997). Alianza Editorial, S.A, Madrid.
- DARWIN, Charles. “Autobiografía y cartas escogidas”, 2. Selección de Francis Darwin (1997). Alianza Editorial, S.A, Madrid.
- FERRATER M. Fernando. Diccionario de Filosofía, - Ed. rev. y aum. Entrada: “Evolución, Evolucionismo”. España: Editorial Ariel, 1994.
- FREEMAN Scott y HERRON Jon C. (2002): “Selección Natural darviniana”. Pearson Educación S. A., Análisis evolutivo, Segunda Edición, Madrid, Cáp. 3.
- GIORDAN, A., et al (1988): “Conceptos de Biología II” Editorial Labor S. A, Barcelona, Cáp. 4 La Idea de Evolución.
- HERNÁNDEZ Rodríguez María Cristina y RUÍZ Gutiérrez Rosaura (2000): “Kuhn y el aprendizaje del evolucionismo biológico”. Perfiles educativos, Vol. 22, Núm. 89-90 pp. 92-114, México. Extraído el 30 de Julio de 2007 desde <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=13209006>.
- KUHN, Thomas S. (1989): “¿Qué son las revoluciones científicas? Y otros ensayos”. Primera edición. Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona.
- LAMARCK. Filosofía Zoológica (1809). Título original de la obra, Philosophie zoologique. Traducción Nuria Vidal Díaz (1971). Editorial MATEU, Balnes, Barcelona.
- LIMOGES, Camilla (1976): “La Selección Natural, ensayo sobre la primera constitución de un concepto (1837-1859)”. Traducción de Tununa Mercado. Primera edición en español. Editores, S.A, México.

- MALDONADO, Julián (2006, Agosto): “El estudio de la Evolución en sexto grado de educación primaria”. Revista Certidumbres e Incertidumbres. Correo del maestro, Núm. 123. Extraído el 30 de Julio de 2007 desde www.correodelmaestro.com/anteriores/2006/agosto/incert123.htm.
- MARTÍNEZ C. Piedad Cristina (2006): “El método de estudio de caso, estrategia metodológica de la investigación científica”. Revista Pensamiento y Gestión, Núm. 20, pp. 165-193. Universidad del Norte. Extraído el 14 de Septiembre de 2007 desde http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/pensamiento_gestion/20/5_El_metodo_de_estudio_de_caso.pdf
- MATTHEWS R. Michael (1991): “Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias”. Revista Comunicación, Lenguaje y Educación. Núm. 11-12.
- MAYR, Ernts (1992). “Una larga controversia: Darwin y el darwinismo”. Editorial HUROPE, S.A. España.
- MEN (1998). Lineamientos curriculares: Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Cooperativa editorial magisterio, Santa fe de Bogotá.
- MESTRES, Frances (2002): “El difícil concepto de Selección Natural”. Revista Ludus Vitales, Vol. 10, Núm. 17.
- MILNER, Richard. Diccionario de Evolución. Entrada: “Evolución”. Bibliograf S.A, Barcelona: 1995.
- MOOREHEAD, Alan (1980): “DARWIN La expedición en el Beagle (1831-1836)”. Ediciones del Serbal. Barcelona.
- PAPAVERO, Nelson y LLORENTE Jorge. (1995): “Los 250 años de la teoría de la evolución”. Revista Innovación y Ciencia. Vol. 4, Núm. 5, pp. 52-61.
- PAZ R. Vicente (200, Abril-Junio). “La enseñanza de la evolución en la educación primaria como una evidencia de los obstáculos a los que se enfrenta el niño para construir conceptos complejos”. Revista Xictli. Núm. 42. Extraído el 29 de Julio de 2007 desde www.unidad094.uon.mx/revista/42/chente.htm
- SANDÍN Máximo (2002). “Una nueva biología para una nueva sociedad. Revista Política y Sociedad”. Vol. 39, Núm. 3, pp. 537-573. Extraído el 13 de Marzo de 2007 desde <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=623262>
- SOLOMON, et al (2001): “Biología”. Quinta edición. Editorial McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A. México.
- TORRES O. Sergio, CHÁVEZ A. Francisco y ROMERO A. Alicia (2003, Julio). “Modelo de análisis Proposicional (MAP) para el concepto evolución en

estudiantes del bachillerato tecnológico”. OEI: Revista Iberoamericana de educación. Extraído el 29 de Julio de 2007 desde

- www.rieoei.org/deloslectores/496Torres.PDF
- VAN LOON B. Jonathan (2002). “Darwin para principiantes”. Editorial Era Naciente SRL, Buenos Aires, Argentina.

ANEXO No. 1
INDAGACIÓN DE IDEAS PREVIAS



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACION

INSTRUMENTO #1

En las siguientes preguntas, escribe tus argumentos acerca de lo que piensas con respecto a cada una de ellas. De antemano, agradezco su valiosa colaboración

Nombre _____

1. Desde lo que haz visto en las clases de Ciencias Naturales ¿Cómo explicarías el concepto “Selección Natural”?

2. ¿Qué teorías de la evolución que conoces? Y ¿qué opinas de ellas?

3. ¿Por qué crees que surgieron estas teorías?



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACION

INSTRUMENTO #2

Nombre: _____

Lee atentamente la historia acerca de la polilla *Biston betularia* y observa la imagen que se presenta de ella. Después contesta a las siguientes preguntas

LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL Y LA POLILLA *Biston betularia*

En los bosques de abedules de Inglaterra vivía, a principios del siglo XIX, una especie de polilla, la polilla del abedul, de nombre científico *Biston betularia*, la cual era bastante apetecible para los pájaros, les encantaba comérselas. Pero la polilla *Biston betularia* blanca del abedul era difícil de ver, porque por su color se confundía con los líquenes de color claro que crecían en los troncos de los árboles de abedules.

Ocasionalmente, nacían polillas completamente negras. Por supuesto, éstas no estaban bien camufladas, por lo que los pájaros las veían con mucha facilidad y se las comían. Esos individuos casi nunca dejaban descendencia y la proporción de polillas negras se mantenía muy baja en la población total. Durante la Revolución Industrial, la creciente industria británica empezó a quemar grandes cantidades de carbón como combustible. Sin tecnología para el control de la contaminación, el hollín (Partículas muy pequeñas, y generalmente de colores oscuros resultantes de quemar un material como "la madera, el carbón, etc". Su aspecto es similar a la ceniza pero con un tono más negro) de las chimeneas pronto cubrió la campiña. El humo se difundió por los bosques y empezó a cubrir de hollín los troncos de los abedules en los que se ocultaban las polillas. El entorno de la *Biston betularia* cambió repentinamente.

Tomado Y modificado del libro "La vida en la Tierra". Teresa Audersick, cuarta edición



Imagen 1. Tronco cubierto de hollín



Imagen 2. Tronco sin hollín

1. Al cambiar el color de los troncos debido al hollín ¿cuáles serían las primeras polillas (las negras o las blancas) depredadas por los pájaros? ¿Por qué?
2. Después de algunas generaciones ¿qué tipo de *polillas* negras o blancas serían las más comunes? ¿Por qué?
3. En las imágenes que observaste ¿Crees que hubo Selección Natural? Si___ No___ ¿por qué?

ANEXO No. 2
ELEMENTOS HISTÓRICOS Y EPISTEMOLÓGICOS DE LAS CIENCIAS EN LOS
PROCESOS DE APRENDIZAJE DEL CONCEPTO SELECCIÓN NATURAL



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACION

INSTRUMENTO #3
TALLER DE INTERVENCIÓN

ACTIVIDAD	OBJETIVO	MATERIALES Y TIEMPO
<p>Actividad de entrada: Recorrido guiado en el museo universitario con orientación hacia la evolución biológica y la selección natural</p>	<p>Generar un espacio propicio para la aplicación de instrumentos en torno al concepto Selección Natural</p>	<p>Lugar: museo U.de A. Instrumento: Guía del recorrido Tiempo: 10'</p>
<p>Actividad central: Aplicación del modelo del cuello de las jirafas en los postulados evolutivos</p>	<p>Implementar aspectos históricos que permita evidenciar la comprensión de los estudiantes con relación a la Selección Natural</p>	<p>Copias del instrumento 3.1 Tiempo: 25'</p>
<p>Actividad de cierre: Aplicación del modelo depredador presa</p>	<p>Identificar los postulados de la selección natural propuestos por Darwin mediante el modelo depredador presa que recrea las dinámicas poblacionales en ecosistemas naturales</p>	<p>-Copias del instrumento 3.2 -Palillos de dientes, color verde (similar al color del pasto), rojo, negro y el color café (similar al suelo) -Grabadora de periodista - Cronómetro -Un flexómetro - Estacas de madera -Cinta reflectiva Tiempo: 30'</p>



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACION

INSTRUMENTO #3.1
EL MODELO DEL CUELLO DE LAS JIRAFAS EN
LOS POSTULADOS EVOLUTIVOS

Nombre _____

Según uno de los postulados de Lamarck, las jirafas ancestrales tenían el cuello más corto. El continuo esfuerzo por alcanzar las hojas de los árboles, hizo que el cuello se alargara después de varias generaciones; tiempo después, Charles Darwin expresaba que los cuellos de las jirafas ancestrales tenían ligeras variaciones físicas, las cuales fundamentaban la lucha por la existencia.

Observa la secuencia de imágenes 1, 2 y 3.
¿Se puede identificar características que permitan pensar en una Selección Natural en la población de Jirafas? Explica detalladamente tu respuesta

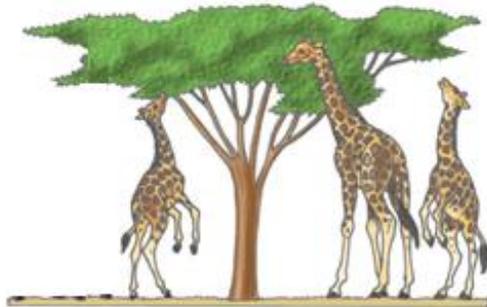


Imagen 1

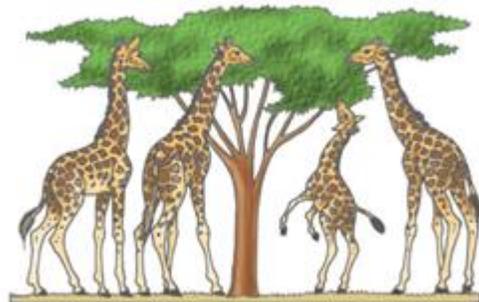


Imagen 2

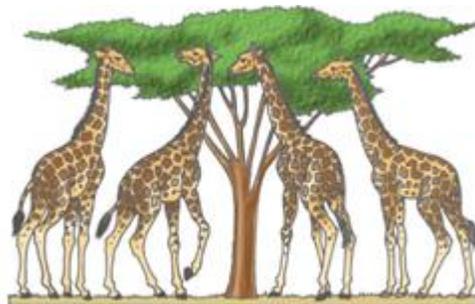


Imagen 3



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACION

INSTRUMENTO #3.2
MODELO DEPREDADOR PRESA

OBJETIVO

Identificar los postulados de la selección natural propuestos por Darwin mediante el modelo depredador presa que recrea las dinámicas poblacionales en ecosistemas naturales

MATERIALES

- Palillos de dientes, color verde (similar al color del pasto), rojo, negro y el color café (similar al suelo). 20 palillos por cada color
- Grabadora de periodista
- Cronómetro
- Un flexómetro
- Estacas de madera
- Cinta reflectiva

LUGAR: zona verde (antepatio)

METODOLOGÍA

En una zona verde demarcada de 4x4 metros, se distribuyen 80 palillos de forma aleatoria, algunos de los cuales estarán camuflados bajo el suelo, "donde sólo se vea una pequeña parte del palillo". Esto con el fin de analizar las variables comportamentales (los palillos que están debajo del suelo) y fenotípicos (color) de una población.

Después, del grupo participante (4 personas), se selecciona a un estudiante que cumplirá el rol de observador y los tres restantes cumplirán con el rol de depredadores, y los palillos harán las veces de presas. Así, el observador en su papel, deberá

mantenerse alerta a todo lo que realicen sus compañeros. Cuando comience el conteo de tiempo, el cual será de unos 2 minutos, los depredadores deben recolectar el mayor número de palillos posible. Después, se les pedirá que realicen el conteo de los palillos que recolectaron y coloquen los datos en la tabla (ver tabla), separándolos por colores, luego se pasará a la socialización (el análisis respectivo de la actividad), en la cual mediante algunas preguntas se mirará la variabilidad de los palillos, las variaciones que pueden pasar a la descendencia, las formas de supervivencia y la reproducción (postulados de Darwin acerca de la Selección Natural). La grabadora de periodista se utilizará durante la socialización

COLOR DE LOS PALILLOS	NÚMERO DE PALILLOS RECOLECTADOS POR DEPREDADOR		
	1	2	3
Rojo			
Negro			
Café			
Verde			

Tabla de datos

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD

Este análisis se realizará partiendo de unas preguntas:

- ⊗ Para los depredadores: ¿Qué fue lo más difícil y lo más fácil durante el desarrollo de la captura de las presas?
- ⊗ Para el observador: según lo observado ¿Qué estrategias utilizó cada depredador para obtener el mayor número de presas?
- ⊗ Para todos: ¿Qué conclusión se puede sacar de la tabla de resultados?

⊗ ¿Qué consecuencias trae a una población la disminución de sus individuos (palillos) que son cazados por los depredadores?

⊗ Partiendo de la información que arroja la tabla de datos ¿Por qué el color _____ fue el más depredado?

⊗ Para una población ¿Qué implicaciones tiene que la mayoría de sus individuos sean depredados?

⊗ ¿Cuáles son los palillos que tienen más probabilidades de reproducirse?

⊗ ¿Tiene este juego alguna relación con la Selección Natural? Explica tu respuesta

CLASE ACERCA DEL CONCEPTO SELECCIÓN NATURAL

OBJETIVO

Mirar desde lo histórico cómo ha evolucionado el concepto de la Selección Natural

METODOLOGÍA

En el abordaje de la clase se tuvieron en cuenta tres momentos:

⊠ **Primer momento: Introducción**

Se comenzó la clase con una ubicación en tiempo y espacio desde algunos personajes que poseían acercamientos a pensamientos evolucionistas, como Lamarck y Charles Darwin, que han sido los típicos ejemplos en muchos libros de texto, pero se tomaron en cuenta no para crear discordia entre sus ideas, sino para mostrar los aportes desde la cotidianidad que cada uno de estos dos personajes hicieron en pro a la evolución; sin olvidar la envoltura socio-cultural de la época, más conocida como la Inglaterra victoriana y su influencia en este tipo de pensamientos.

⊠ **Segundo momento: Acercamiento a algunos conceptos del proceso Selección Natural**

Se miraron conceptos tales como: Especie, transformismo (que también fue nombrado en la introducción) y su relación con lo que ahora se conoce por evolución, variación hereditaria, mutación y Selección Natural, en este último concepto se miró cómo se llegó a consolidar.

⊠ **Tercer momento: Actividad de cierre**

Se trató básicamente de los postulados de Darwin para la Selección Natural y los tipos de selección (selección normalizadora, selección direccional, selección diversificadora y selección equilibradora)

GUÍA DE RECORRIDO MUSEO UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

OBJETIVO: Generar un espacio propicio para la aplicación de instrumentos históricos y epistemológicos en torno a la Selección Natural

RECORRIDO

El recorrido se realizará mediante tres estaciones:

⊠ **Primera estación**

En esta estación se observa un mural donde hay diferentes especies en vía de extinción y otras ya extintas.

⊠ **Segunda estación**

En ésta se observara el modelo de la doble hélice del DNA de Watson y Crick para hablar de la importancia de la herencia en la Selección Natural.

⊠ **Tercera estación**

Se tratará básicamente acerca de la supervivencia y éxito reproductivo de las especies.

ANEXO No. 3
CONSTRUCCIÓN POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DEL CONCEPTO
SELECCIÓN NATURAL PARTIENDO DE ELEMENTOS HISTÓRICOS Y
EPISTEMOLÓGICOS



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

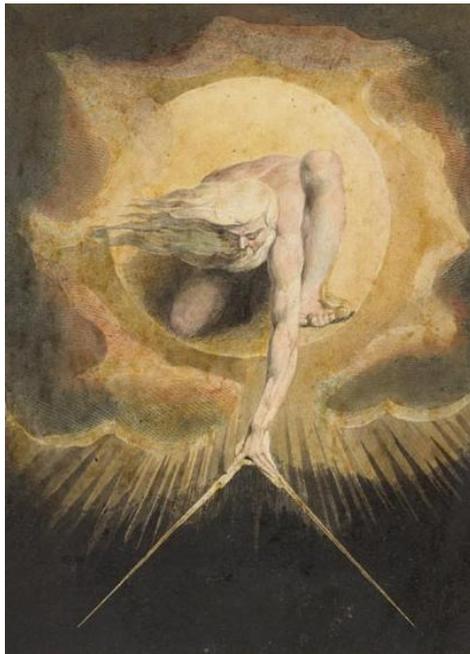
FACULTAD DE EDUCACION

INSTRUMENTO #4

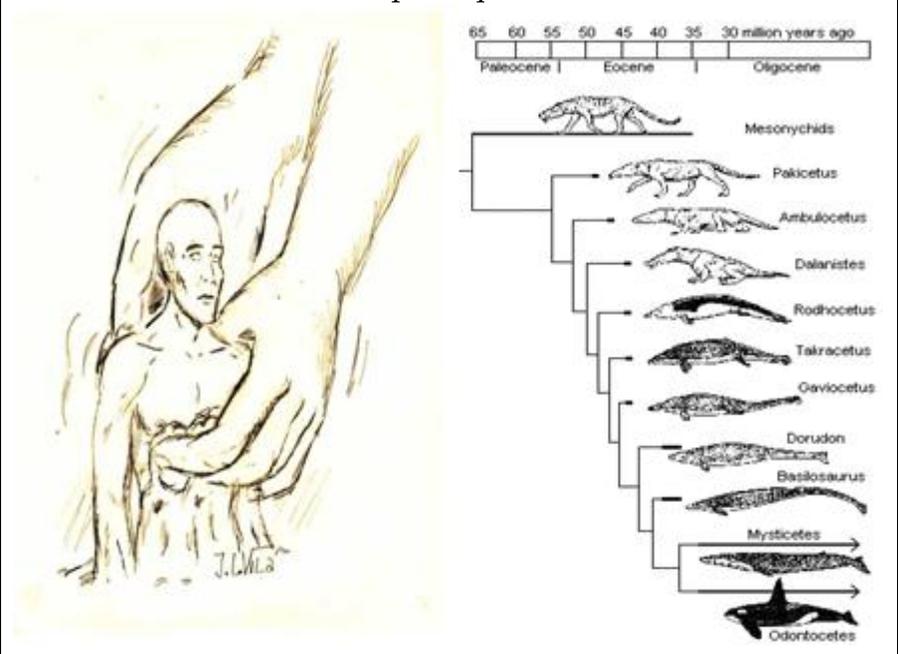
IMÁGENES

Observa detenidamente las imágenes y sus enunciados

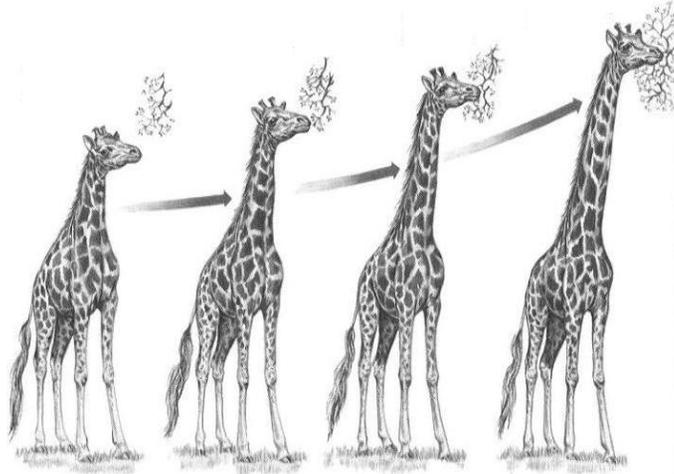
Y creo Dios el cielo y la Tierra y todos los seres que habitan en ella



Dios creó el mundo y luego dio la libertad a los seres que en ella habitan para que evolucionarán



Las especies se transforman unas a otras por las circunstancias y estos nuevos cambios se transmiten a los descendientes. Las especies se van perfeccionando



Las especies presentan ligeras variaciones físicas, y si hay éxito diferencial entre aquellos individuos en cuanto a la supervivencia y/o reproducción, entonces algunas variaciones pasarán con mayor frecuencia que otros



Según lo que piensas ¿Cuál es la imagen que mejor representa la Selección Natural? ¿Por qué?



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACION

INSTRUMENTO #5
MODELO DE LAS CANICAS

MATERIALES

- 15 Canicas de diferentes formas
- Tabla de madera de 30 x 30 cm., sobre la cual se coloquen las canicas

METODOLOGÍA

Sobre una tabla de madera de un área aproximada de 30 x 30 cm., se colocarán 15 canicas distribuidas aleatoriamente, 5 de las cuales les falta un fragmento de su masa (quebradas).

La tabla representa un área de un ecosistema, con unas condiciones ambientales favorables que permiten la adaptación de una población (representada por las canicas). En un momento dado, la población se ve enfrentada a un cambio externo en su ecosistema (la tabla se levanta con un ángulo de 35° aproximadamente).

Se hará un registro del número y de la forma de las canicas que queden sobre la tabla y de las que caen.

Consideraciones	Número de canicas Redondas	Número de canicas Quebradas
* sobrevivencia		
*muerte		

Para implementar este modelo se considerará lo siguiente:

1. Se tendrá en cuenta lo que significara éxito y fracaso.
Éxito será entendido como aquellas canicas que logren quedarse aferradas a la superficie (sobrevivir).
Fracaso será entendido como aquellas canicas que se salgan (mueran) del ecosistema (tabla)
2. Población será entendida como la comunidad de individuos que potencialmente pueden reproducirse entre sí, especialmente en una localidad concreta (Ernst Mayr, 1992)

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD

Se parte de las siguientes preguntas:

1. ¿Qué fue lo que hizo que las canicas sobrevivieran o murieran, después de que se presentara el cambio en el ecosistema? Explica tu respuesta
2. Según este modelo ¿Cómo será la forma de las canicas más frecuente de la próxima generación?
3. ¿En este modelo se representa la Selección Natural? Si__ No__ ¿Por qué?
4. ¿Las consecuencias o efectos de la Selección Natural se dan a nivel de poblaciones o de individuos?
5. ¿Crees que la Selección Natural puede llevar a la perfección de la especie? Si__ No__ ¿Por qué?



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACION

INSTRUMENTO #6
LOS PINZONES DE DARWIN

LOS PINZONES DE DARWIN

Peter Grant, Rosemary Grant y sus colegas han estado estudiando continuamente varias especies de pinzones de las Galápagos (un grupo de islas volcánicas ubicado a 1.050 kilómetros de la costa del Ecuador) en las distintas islas del archipiélago desde 1973; tal y como lo hizo Charles Darwin en 1830. Las 14 especies de pinzones que se encuentran en las islas son similares en tamaño y coloración. Sin embargo, los pinzones poseen una gran variedad de picos tanto en sus formas como en sus tamaños, cada uno adaptado a su dieta y estilo de vida particular. Así, que el pico es la principal herramienta que usan las aves para alimentarse y la enorme variación en la forma de los picos entre los pinzones de las Galápagos refleja la diversidad de los alimentos que toman. Darwin explico que los pinzones de las Islas Galápagos eran descendientes de un antepasado que había volado del continente muchas generaciones antes y que la selección natural causó las diferencias.

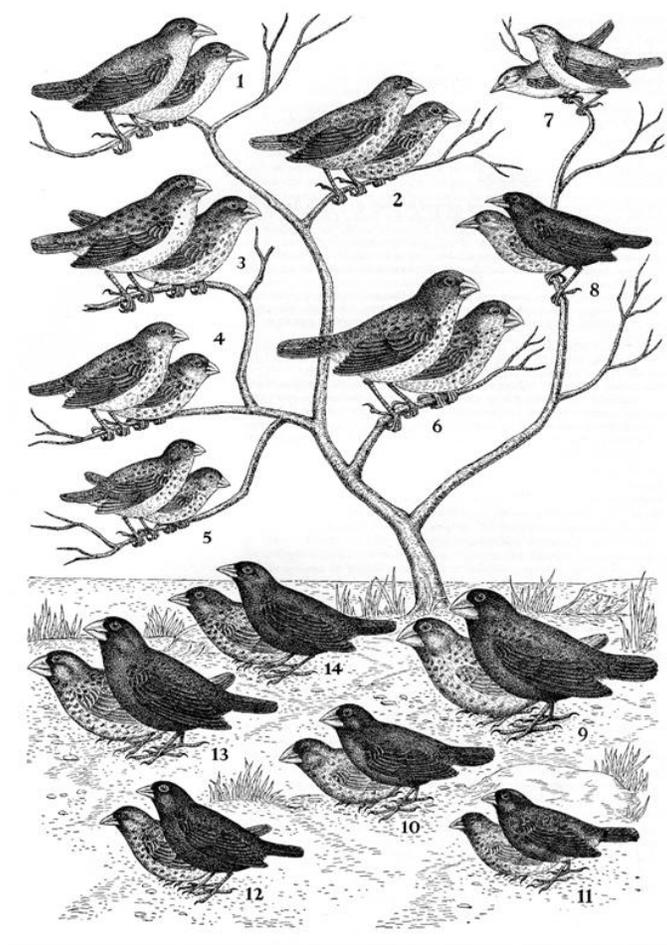
En 1977, cuando Peter Grant, Rosemary Grant y sus colegas aún estaban estudiando a los pinzones, hubo una gran sequía, y las provisiones de pequeñas semillas comenzaron a escasear. A lo largo de 20 meses, el 84% de los pinzones de picos medianos de la población desaparecieron.

ANÁLISIS DEL TEXTO

Con ayuda del texto responde sinceramente a las siguientes preguntas:

1. ¿Es importante que dentro de una población exista variación entre sus individuos? Si___ No___ ¿Por qué?
2. ¿Qué características de determinados individuos de la población pueden pasar más fácilmente a la descendencia?
3. ¿En qué casos de la naturaleza se podría explicar el postulado de Darwin acerca de que “en cada generación se producen más descendientes de los que pueden sobrevivir”?
4. Después de la sequía por la que tuvieron que pasar los pinzones ¿cuáles fueron los pinzones que más sobrevivieron? ¿a qué se deberá esto?

5. En la mayoría de las poblaciones, algunos individuos tienen más éxito en los apareamientos y en la producción de descendientes que otros. ¿a qué crees que se deba esto?
6. ¿Cómo se puede evidenciar la Selección Natural en los pinzones?



ANEXO No. 4
TABLA 1
ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS POR CADA UNA DE LAS PREGUNTAS

ESTUDIANTES	A1	A2	A3	A4
INSTRUMENTOS	Tabla 1. ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS POR CADA UNA DE LAS PREGUNTAS			
Instrumento 1				
Pregunta 1: ¿Cómo explicarías el concepto "Selección Natural"?	- Parece que entiende el concepto como una forma de organizar o agrupar las especies en taxa, atribuyendo esta función a terceros.	- Parece vincular el concepto Selección Natural con asuntos ambientales, que apuntan a tener una calidad de vida orientada a seres humanos.	- Orienta su respuesta hacia una clasificación taxonómica.	- Parece que piensa que la Selección Natural es un asunto de escoger, teniendo de esta manera una mirada en torno a la clasificación de los organismos.
Pregunta 2: ¿Qué teorías de la evolución conoces? Y ¿qué opinas de ellas?	- Enfoca su respuesta a la teoría celular.	- No hace referencia directa a teorías evolutivas, pero asocia otras teorías como el creacionismo en las teorías evolutivas, y la evolución como una teoría que también se incluye en teorías evolutivas.	- Evidencia dos tipos de teorías como teorías evolutivas: la primera apunta al creacionismo y la segunda a una combinación entre el creacionismo y la evolución.	- Equipara varias teorías dentro de las teorías de la evolución y orienta su opinión a que todas éstas son planteadas en respuesta a la pregunta "de Donde salio el hombre"
Pregunta 3: ¿Por qué crees que surgieron estas teorías?	- Expresa que el motivo por el cual surgieron las teorías de la evolución era por la preocupación del hombre para saber acerca del origen de la vida.	- Le da a un ser superior la categoría de científico y éste transmite el conocimiento de esas teorías	- Da cuenta de éstas teorías desde un asunto de origen planetario y de origen del hombre	- Resalta una condición connatural a los seres humanos y es ese "calmar su ansiedad de saber donde surgieron"
Pregunta 4: ¿Cómo se puede explicar la gran diversidad de seres vivos que existen en la actualidad?	- Posiblemente para A1 nunca hubo extinciones, ya que dice que los diversos seres vivos que existían "solo fueron evolucionando y creando descendencia".	- Le atribuye a la naturaleza el poder de crear la diversidad de especies.	- Orienta su respuesta a una agrupación de especies y no a una explicación frente a la diversidad de esos seres vivos.	- Hace distinción de la diversificación de los humanos y del resto de los animales. Por otro lado, le otorga la cualidad de mutar exclusivamente a animales que no pertenecen a la especie

				humana, soportando en esto la diversidad de especies.
Pregunta 5: ¿Siempre han existido los mismos seres vivos?	- Evidencia en su respuesta un posible cambio en las especies ya que afirma que no han existido los mismos seres vivos, aunque parece que se basa más en la extinción para explicar su respuesta.	- Admite que hay un cambio en las especies, aceptando que no han existido los mismos seres vivos. Atribuye estos cambios a un ser supremo y al mismo hombre.	- Plantea el cambio de los seres vivos en general, al decir que “ <i>desde la preistoria fue cambiando todo asta plantas y animales...</i> ”	- Hace referencia a un tiempo geológico que para él comienza con la creación del hombre, y desde allí admite la existencia de otras especies, pero no hace referencia a un proceso evolutivo.
Instrumento 2				
Pregunta 1: Al cambiar el color de los troncos debido al hollín ¿cuáles serían las polillas depredadas por los pájaros? ¿Por qué?	- Su respuesta se dirige a presentar que, en el contraste entre las mariposas y el tronco, es donde se presenta la depredación.	- Plantea que las polillas blancas son las más depredadas, argumentándolo desde aspectos físicos (espectroscopia), como la relación del color blanco con la luz.	- Plantea que las blancas serían las más depredadas, tal vez debido a cambios ambientales.	- Evidencia como los factores ambientales están actuando o direccionando los procesos de Selección Natural, en la medida que plantea que las polillas blancas se “ <i>encuentran indefensas</i> ” a causa del contraste con el color del hollín.
Pregunta 2: Después de algunas generaciones ¿qué tipo de polillas, negras o blancas, serían las más comunes? ¿Por qué?	- No responde	- Parece ser que para A2 las polillas blancas son las que con mayor frecuencia se presentan en las poblaciones, asociándolas a un asunto físico de iluminación y contracción por la luz.	-Podría estar relacionando el color de las polillas, con la facilidad para ser depredadas, sin tener en cuenta el contraste con el hollín depositado en los troncos.	- Basa su argumento en que son las polillas negras las que más sobreviven, al camuflarse en el hollín. Y plantea que las blancas fueron depredadas, aunque, en su argumento utiliza la oración “ <i>estuvieron inmunes contra los pajaros</i> ”.
Pregunta 3: En las	- Admite que hubo	- No evidencia una	- Admite que hubo	- Para A4 hubo Selección

imágenes que observaste ¿crees que hubo Selección Natural? Si___ No___ ¿Por qué?	Selección Natural en la polilla <i>Biston betularia</i> , en su explicación simplemente hay una descripción de las imágenes.	Selección Natural, en su explicación combina elementos de humedad y contaminación con o sin hollín, lo que lleva a pensar en una posible incompreensión del texto o de la pregunta.	Selección Natural y parece ser que para A3 ésta actúa como una forma de agrupar diferenciando las especies.	Natural. En su argumento posiblemente esta pensando que es el hollín el que provoco una transformación en los árboles, producto de ésta transformación se dio la depredación por parte de los pájaros.
Instrumento 3.1 ¿Se puede identificar características que permitan pensar en una Selección Natural en la población de Jirafas?	- Hace una descripción de las imágenes donde posiblemente evidencia que, es la necesidad de alimentarse lo que lleva a las jirafas a presentar cambios poblacionales.	- Responde que si se puede pensar en una Selección Natural, pero en su argumento describe las imágenes basándose en una visión Lamarckiana de la necesidad de las especies por sobrevivir.	- Explica cada imagen separadamente, planteando la Selección Natural como un camino hacia la perfección, en la medida en que va mostrando la necesidad de alcanzar una meta para su supervivencia	- No afirma ni niega la Selección Natural, la ve como una opción. Él plantea la posibilidad de que no solamente puede ser el esfuerzo de estirar el cuello por la exigencia del medio, sino también un asunto que se da al azar por la naturaleza misma.
Instrumento 3.2 Pregunta 1: ¿Qué fue lo más difícil y lo más fácil durante el desarrollo de la captura de las presas? Pregunta 2: ¿Qué estrategias utilizaron ellos para obtener el mayor número de presas (palillos)?	Coinciden en que los rojos fueron los más fáciles de capturar. En cuanto a los más difíciles de capturar, A1 responde que los negros, A2 los cafés y A3 los verdes, fijando de esta manera su mirada en el camuflaje de los palillos que contrastaba o no con los colores de los distintos sitios en los que fueron escondidos.			- Basa su respuesta en la preferencia de búsqueda de un solo color, que para él era el rojo, después de éste estar eliminado, los cazadores (A1, A2 y A3) dirigirían su atención hacia los palillos de otros colores.
Pregunta 3: ¿Por qué creen que se capturaron tantos rojos?	Responden que es por la característica fenotípica de color rojo de la población de palillos, lo que generó su mayor captura. Por lo que mantienen presente como un factor de presión selectiva la variabilidad fenotípica, lo que permitió que otros colores no fueran tan fácilmente observados por los depredadores y lograrán mayor supervivencia.			- La razón por la cual fueron los palillos rojos los más capturados era porque había una mayor cantidad de ellos. Parece ser que no tiene en cuenta el camuflaje en los palillos,

			ya que todos estaban en la misma cantidad.
Pregunta 4: ¿Qué conclusión se puede sacar de la tabla de resultados?	- Opina que lo más visible es lo que el depredador prefiere. Basando su conclusión exclusivamente en factores fenotípicos.	Los rojos eran los más visibles y por ese motivo fueron los más depredados o los más afectados. Lo que lleva a pensar que los estudiantes basan su respuesta en el camuflaje.	
Pregunta 5: ¿Qué consecuencias trae a una población la disminución de sus individuos (en este caso los palillos rojos) que son cazados por los depredadores?	- No especifican que consecuencias trae para la población la disminución en número de sus individuos de color rojo, siguen basando sus respuestas en caracteres fenotípicos como el color.	- Parece que relaciona su respuesta con la extinción, al decir que <i>"No van a poder reproducir más"</i>	- Relaciona la pregunta con la posible extinción de los palillos rojos, a causa de su alta depredación, lo que impide pasar el carácter a las próximas generaciones.
Pregunta 6: ¿Cuáles son los palillos que tienen más probabilidades de reproducirse?	Coinciden en que los verdes serían los que tendrán más probabilidades de reproducirse, gracias a que fueron los menos depredados. Lo que permite pasar con mayor frecuencia el carácter del color verde a los descendientes.		- Es el único que plantea que los palillos negros son los que se reproducirán, basado en la misma posibilidad de pasar con mayor frecuencia ese carácter a la descendiente.
Pregunta 7: ¿Qué estrategias utilizaron los individuos de esta población para no ser depredados?	Los estudiantes orientaron sus respuestas a dos razones fundamentales: una desde lo fenotípico (A1, A3 y A4) específicamente en la coloración, característica que ayudaba en el camuflaje; y otra, referenciado a la parte conductual (A2 y A4), donde se evaden los ataques por medio de los escondites. Planteándose de esta manera lo transmisible genéticamente y lo aprendido conductualmente (etología).		
Pregunta 8: ¿Tiene que ver el medio donde habita una población para que los individuos creen estrategias de supervivencia?	Todos responden que sí. Para A1 es el ambiente el que permite que se de el camuflaje, A2 y A4 posiblemente piensan que eligen el ambiente donde pueden sobrevivir, A3 orienta su respuesta hacia la reproducción para la supervivencia. En sus respuestas se puede visualizar algunos aspectos de orden conductual y otros de orden fenotípico, lo que puede posibilitar en algunas ocasiones un mayor éxito reproductivo.		

Pregunta 9: ¿Tiene este juego alguna relación con la Selección Natural?	A1, A2 y A3 responden positivamente a la pregunta. A4 no tiene una respuesta positiva o negativa, sino más bien una forma de indagación. A1 relaciona posiblemente la Selección Natural con la lucha por la existencia (camuflaje) en una relación interespecífica (depredador-presa). A2 relaciona la Selección Natural con el fenotipo, vinculando a esta respuesta las diversas formas de los individuos. A3 apunta a una lucha por un recurso del medio en una relación intraespecífica y A4 posiblemente esta relacionando la Selección Natural con la capacidad que tienen los animales (palillos) de escoger el medio donde puedan sobrevivir.			
Pregunta 10: Dentro de algunas generaciones ¿Cuáles palillos serán los más predominantes?	Todos responden que los verdes. Además, A4 agrega que “ <i>los rojos se extinguen</i> ”. Se puede inferir de estas respuestas que para ellos hay características que pueden ser favorables para la especie, ante una presión selectiva, por lo que pasarían con una mayor frecuencia a las próximas generaciones.			
Instrumento 4				
Según lo que piensas ¿Cuál es la imagen que mejor representa la Selección Natural? ¿Por qué?	- Escoge la imagen 3 justificando el estiramiento del cuello a través del tiempo como parte de una necesidad, donde la reproducción facilita pasar a la descendencia la característica adquirida del cuello largo.	- Selecciona la imagen 2, y en su argumentación retoma aspectos evolutivos y pone a la Selección Natural como mecanismo necesario para que se de la evolución.	- No específica con cual imagen se queda, sin embargo, considera que hay cambios en las especies o en los individuos, atribuyéndole a éstas variaciones o cambios la supervivencia.	- Selecciona la imagen 4, argumentando que mediante la Selección Natural las especies se ven beneficiadas, atribuyéndole a ésta la capacidad de direccionar hacia un tipo de beneficio.
Instrumento 5				
Pregunta 1: ¿Qué fue lo que hizo que las canicas sobrevivieran o murieran, después de que se presentara el cambio en el ecosistema?	- Responde que “ <i>la que sobrevivio estaba totiada eso iso que sobreviviera</i> ” por lo que se podría decir que atribuye la característica fenotípica a una respuesta de supervivencia ante una exigencia externa.	- Se queda en la descripción del ejercicio. Aunque implícitamente A2 habla de las características que tenían las canicas, tratando así un aspecto fenotípico.	-Atribuye importancia a las características fenotípicas para su éxito o fracaso dentro de un ecosistema.	- Explica que “ <i>lo que hizo que las canicas sobrevivieran fue la características que poseían</i> ” ubicándolo desde características fenotípicas.

<p>Pregunta 2: Según este modelo ¿Cómo será la forma de las canicas de la próxima generación?</p>	<p>- No hace ninguna distinción de la forma de las canicas más frecuentes en las próximas generaciones, por lo que después de algunas reproducciones se igualan las distintas características de la población.</p>	<p>- Evidencia que las formas vivientes presentan cambios, aceptando una mutabilidad de las especies durante las generaciones.</p>	<p>- Evidencia que son las características favorables en cada contexto las que serán heredables.</p>	<p>- Afirma directamente que la forma más frecuente de las próximas generaciones son las canicas que estaban quebradas. Aceptando que puede haber caracteres favorables o desfavorables que pueden pasar a las siguientes generaciones.</p>
<p>Pregunta 3: ¿En este modelo se representa la Selección Natural? Si___ No___ ¿Por qué?</p>	<p>-Responde categóricamente que si, y parece que le da el valor a la Selección Natural desde la variabilidad de los individuos.</p>	<p>- Plantea que las presiones de selección hacen que unos se extingan y otros sobrevivan. Y relaciona la Selección Natural con cambios en el ecosistema.</p>	<p>- En su justificación se evidencia el éxito y el fracaso en la variabilidad de caracteres de los individuos al referenciar que "quedaron las <i>totiadas</i>".</p>	<p>- Dice que si, argumentando sobre un estado de acomodación que se podría entender como adaptación al medio, el cual presenta cambios.</p>
<p>Pregunta 4: ¿Las consecuencias o efectos de la Selección Natural son a nivel de poblaciones o de individuos?</p>	<p>- Contesta que es a nivel de población, asociándola a rasgos fenotípicos de las canicas.</p>	<p>- Plantea que son los ecosistemas los que pueden "traer poblaciones o individuos", por lo que se podría pensar que el estudiante le está dando el poder a estos ecosistemas de acoger o crear esos individuos.</p>	<p>Hay varios supuestos con su respuesta: -Parece estar pensando que al fracasar todas las redondas afectaron a la población. -Podría estar pensando que las canicas redondas y <i>totiadas</i> hacían parte de la población, donde las redondas fueron afectadas por el cambio en el ecosistema.</p>	<p>- Ve a la Selección Natural como un agente de presión donde se reta a los individuos en sus diferentes condiciones ambientales.</p>

			- también se podría decir que posiblemente A3 estaba pensando a nivel de individuos y aparte menciona la población.	
Pregunta 5: ¿Crees que la Selección Natural puede llevar a la perfección de la especie? Si___ No___ ¿Por qué?	- Responde que si y apoya su argumentación en el planteamiento de que las especies van presentando cambios progresivos que se dan a través del tiempo.	- Responde que si, argumentando que las especies cambian pero como si hubiera diferentes caminos en la Selección Natural o diferentes Selecciones Naturales, que el individuo o las especies pueden escoger para llevar a cabo esos cambios.	- Responde que si, tal vez pensando que a partir de un reto ambiental se llega a cambios orientados hacia la perfección de las especies.	- Responde que si, planteando el direccionamiento de la Selección Natural hacia la perfección o también hacia el fracaso de las especies.
Instrumento 6				
Pregunta 1: ¿Es importante que dentro de una población exista variación entre sus individuos? Si___ No___ ¿Por qué?	- Es importante para A1 que exista variación. En su explicación atribuye la presencia de cambios en las especies a medida que pasa el tiempo, tal vez de una forma conductual y fenotípica.	- Es importante para A2 que exista variación. Su razón es que puede haber una variación entre el pico y el alimento, generando de esta manera nichos diferentes.	- Es importante para A3 que exista variación, argumentándolo en que es necesario “para indentificar la especie” orientando la respuesta a una agrupación para la diferenciación de especies.	- Es importante para A4 que exista variación. Atribuyendo a la variación la capacidad de “ayudar” a que las especies no se extingan o podría estar pensando que las variaciones permiten a las especies que ante diversas presiones selectivas puedan subsistir.
Pregunta 2: ¿Qué características de determinados individuos de la población pueden pasar más fácilmente a la descendencia?	Responde “que los de pico mas pequeño” por lo que se podría decir, que A1 escoge uno de los extremos de los diferentes tipos de pico (selección direccional).	- Plantea que son los picos largos los que pueden sobrevivir.	- Responde que las características que se pueden pasar a la descendencia se centran exclusivamente en los picos de los	- Plantea que la característica que pasa a la descendencia es la de pico grande y lo argumenta desde la ventaja competitiva que tiene este tipo de pinzones

			pinzones, pero no justifica el porqué.	al ser su pico " <i>fuerte y espacioso</i> ".
Pregunta 3: ¿En qué casos de la naturaleza se podría explicar el postulado de Darwin acerca de que "en cada generación se producen más descendientes de los que pueden sobrevivir"?	- Orienta su respuesta hacia la eficacia reproductiva, soportando en ésta la supervivencia de una especie.	- Solo da la posibilidad de sobrevivir mediante la alimentación, fuera de esta restricción las especies morirían.	- Habla de la evolución poniendo de ejemplo el estiramiento del cuello de las jirafas. No hace una distinción entre postulados lamarckianos y darwinianos.	- Expone con el ejemplo de las tortugas que la gran cantidad de huevos es lo que daría lugar a un suceso selectivo, acercándose al tercer postulado darwiniano.
Pregunta 4: Después de la sequía por la que tuvieron que pasar los pinzones ¿cuáles fueron los pinzones que sobrevivieron? ¿A qué se deberá esto?	- Atribuye al pico pequeño su capacidad de competir por el alimento lo que le daría una ventaja comparativa ante los pinzones de pico mediano y grueso.	- Responde que los de " <i>pico largo y chiquito</i> " apelando a los continuos cambios a los que está sometido un ecosistema, por los que unos sobreviven y otros fallecen.	- No hace referencia a un tipo de pico específico, hablando solo de cifras que se encuentran en el texto.	- Coloca en su respuesta " <i>los de pico grande largo y pequeños</i> " apelando de esta manera a una selección de tipo diversificadora.
Pregunta 5: En la mayoría de las poblaciones, algunos individuos tienen más éxito en los apareamientos y en la producción de descendientes que otros. ¿A qué crees que se deba esto?	- Posiblemente esta asociando la capacidad de conseguir alimento para su descendencia, lo que generaría una mayor posibilidad de heredar la característica de pico grueso.	- Atribuye los cambios en los individuos con el éxito reproductivo y relaciona estos cambios con el ecosistema.	-Orienta su respuesta a una afirmación del postulado de la pregunta sin llegar a ninguna justificación.	- En su explicación, atribuye el éxito reproductivo a aquellos individuos que dejan una mayor cantidad de descendientes y tienen una mayor reproducción, pero no argumenta el por qué.
Pregunta 6: ¿Cómo se puede evidenciar la Selección Natural en los pinzones?	- Comienza con una afirmación, basando su respuesta en la variabilidad de los picos.	- Dice que sí se evidencia la Selección Natural, sin embargo, en su justificación menciona aspectos como " <i>contaminación</i> " y " <i>vida en los pinzones</i> " planteándolo como si los pinzones tuvieran que pasar por un medio de	- Responde desde una característica fenotípica (el pico) lo que puede llevar a interpretaciones como: la importancia del tamaño de los picos, en relación al	- Parece estar viendo a la Selección Natural actuando sobre los bioclimas de un lugar determinado y no en las poblaciones.

		contaminación para estar en un mundo mejor.	tipo de alimentación o el pico como un medio de defensa o de atracción sexual.	
--	--	---	--	--

ANEXO No. 5
TABLA 2
ANÁLISIS GENERAL POR ESTUDIANTE EN CORRELACIÓN CON LOS
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Tabla 2. Análisis general por estudiante en correlación con los objetivos de la investigación

Estudiantes Objetivos	A1	A2	A3	A4
Indagación de Ideas previas	-Concepto Selección Natural: enmarcada en escoger u organizar cada especie por terceros. -Conocimiento de teorías evolutivas: No evidencia conocimiento de teorías evolutivas	-Concepto Selección Natural: no lo define, se centra en aspectos de calidad de vida y contaminación. -Conocimiento de teorías evolutivas: no diferencia teorías evolutivas de otras teorías biológicas y religiosas. - Para ella solo un científico fue el que formulo todas éstas teorías	-Concepto Selección Natural: la considera como un asunto taxonómico -Conocimiento de teorías evolutivas: Coloca dentro de las teorías evolutivas al creacionismo y la evolución-creacionismo. - El origen de éstas teorías es el intento de buscar respuestas a los orígenes	-Concepto Selección Natural: piensa la SN como un agente selector -Conocimiento de teorías evolutivas: Menciona otro tipo de teorías (generación espontánea, celular y creacionismo)
Elementos Históricos y Epistemológicos en procesos de aprendizaje del concepto Selección Natural	- se evidencia elementos lamarckianos - se centra en aspectos fenotípicos	- se evidencia elementos lamarckianos - Presenta dificultad para la definición de especie - Toma en cuenta la variabilidad fenotípica de los individuos y el camuflaje	- se evidencia elementos lamarckianos - Toma en cuenta la variabilidad fenotípica de los individuos en explicación del camuflaje - hace alusión a la constante competencia por el territorio	- se evidencia elementos lamarckianos - La especie tiene libertad de escoger el sitio donde más probabilidades tienen para sobrevivir
Construcción del concepto Selección Natural	- Persiste elementos lamarckianos -Toma en cuenta términos de la SN como: variabilidad, población, reproducción y supervivencia	- Muestra la SN como una ayuda para el cambio o evolución de los animales - Relaciona el éxito reproductivo con los cambios en los individuos	- Reconoce la variabilidad como un factor importante de la SN, donde los caracteres favorables pasaran con mayor frecuencia a la descendencia. -Piensa que la SN puede llevar a la perfección de la especie	- Plantea la SN como un ente que direcciona hacia el perfeccionamiento de las especies - Piensa la variabilidad como lo que ayuda a que la "especie no desaparesca" - Menciona la frecuencia de aparición en otras generaciones de una variación que es más favorable